

# **Niedersächsisches Ministerialblatt**

---

58. (63.) Jahrgang

Hannover, den 11. 9. 2008

Nummer 34 a

---

## **ANLAGENBAND**

**zur**

### **Liste der Technischen Baubestimmungen — Fassung Mai 2008 —**

---

|                      |                                     |
|----------------------|-------------------------------------|
| <b>DIN 1045-2/A2</b> | <b>DIN 4132</b>                     |
| <b>DIN 1045-3/A1</b> | <b>DIN 4134</b>                     |
| <b>DIN 1045-100</b>  | <b>DIN V 4141-1</b>                 |
| <b>DIN 1074</b>      | <b>DIN EN 13964</b>                 |
| <b>DIN 4108-4/A1</b> | <b>DIN 18801</b>                    |
| <b>DIN 4112</b>      | <b>DIN 18808</b>                    |
| <b>DIN 4112/A1</b>   | <b>DIBt-RiLi DIN V ENV 1994-1-2</b> |
| <b>DIN 4121</b>      | <b>DIN FB 92</b>                    |
| <b>DIN 4124</b>      | <b>ETB-RiLi „Ortschaum“</b>         |
| <b>DIN 4128</b>      | <b>RiLi „Flachstürze“</b>           |

Die hier abgedruckten Technischen Baubestimmungen sind nur i. V. m. dem RdErl. des MS vom 28. 8. 2008 (Nds. MBl. S. 925 bis 950) zu verwenden.

|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| — DIN 1045-2/A2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 2; Änderung A2 .....                                          | 1   |
| — DIN 1045-3/A1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 3; Änderung A1 .....                                          | 29  |
| — DIN 1045-100: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 100 .....                                                      | 33  |
| — DIN 1074: Holzbrücken .....                                                                                                       | 45  |
| — DIN V 4108-4/A1: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 4; Änderung A1 .....                                        | 69  |
| — DIN 4112: Fliegende Bauten .....                                                                                                  | 77  |
| — DIN 4112: Fliegende Bauten; Änderung A1 .....                                                                                     | 109 |
| — DIN 4121: Hängende Drahtputzdecken .....                                                                                          | 117 |
| — DIN 4124: Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau .....                                                      | 121 |
| — DIN 4128: Verpresspfähle mit kleinem Durchmesser .....                                                                            | 139 |
| — DIN 4132: Kranbahnen, Stahltragwerke .....                                                                                        | 147 |
| — DIN 4134: Tragluftbauten .....                                                                                                    | 179 |
| — DIN V 4141-1: Lager im Bauwesen; Teil 1 .....                                                                                     | 193 |
| — DIN EN 13964: Unterdecken – Anforderungen und Prüfverfahren .....                                                                 | 213 |
| — DIN 18801: Stahlhochbau .....                                                                                                     | 303 |
| — DIN 18808: Stahlbauten .....                                                                                                      | 311 |
| — DIBt-Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1994-1-2 in Verbindung mit DIN 18800-5 .....                                          | 331 |
| — DIN-Fachbericht 92; Nationales Anwendungsdokument (NAD);<br>Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1992-1-2:1997-05 .....         | 343 |
| — ETB-Richtlinie zur Begrenzung der Formaldehydemission in der Raumluft<br>bei Verwendung von Harnstoff-Formaldehyd-Ortschaum ..... | 353 |
| — Richtlinie für die Bemessung und Ausführung von Flachstürzen .....                                                                | 361 |

**DIN 1045-2/A2**

ICS 91.080. 0; 91.100.30

Ersatz für  
DIN 10 5-2/A1 2005-01;  
Änderung von  
DIN 10 5-2 2001-07

**Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton –  
Teil 2: Beton –  
Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität;  
Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1; Änderung A2**

Concrete, reinforced and prestressed concrete structures –  
Part 2 Concrete –  
Specification, properties, production and conformity; Application rules for DIN EN 206-1;  
Amendment A2

Structures en béton, béton armé et béton précontraint –  
Partie 2 Béton –  
Spécification, performances, production et conformité; Règles d'application pour  
DIN EN 206-1; Amendement A2

Gesamtumfang 28 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

**DIN 1045-2/A2:2007-06****Inhalt**

|                                                                                                                            | Seite     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                                                       | <b>3</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                                                      | <b>5</b>  |
| <b>3 Begriffe</b> .....                                                                                                    | <b>6</b>  |
| <b>4 Klasseneinteilung</b> .....                                                                                           | <b>6</b>  |
| 4.1 Expositionsklassen bezogen auf die Umgebungsbedingungen .....                                                          | 6         |
| 4.2 Frischbeton .....                                                                                                      | 7         |
| 4.2.2 Klassen bezogen auf das Größtkorn der Gesteinskörnung.....                                                           | 7         |
| <b>5 Anforderungen an Beton und Nachweisverfahren</b> .....                                                                | <b>8</b>  |
| 5.1 Grundanforderungen an die Ausgangsstoffe .....                                                                         | 8         |
| 5.1.2 Zement .....                                                                                                         | 8         |
| 5.1.3 Gesteinskörnungen .....                                                                                              | 8         |
| 5.1.4 Zugabewasser .....                                                                                                   | 8         |
| 5.1.5 Zusatzmittel .....                                                                                                   | 8         |
| 5.1.6 Zusatzstoffe (einschließlich Gesteinsmehl und Pigmente).....                                                         | 8         |
| 5.1.7 Fasern .....                                                                                                         | 8         |
| 5.2 Grundanforderungen an die Zusammensetzung des Betons .....                                                             | 9         |
| 5.2.3 Verwendung von Gesteinskörnungen .....                                                                               | 9         |
| 5.2.4 Verwendung von Restwasser.....                                                                                       | 10        |
| 5.2.5 Verwendung von Zusatzstoffen .....                                                                                   | 10        |
| 5.2.6 Verwendung von Zusatzmitteln.....                                                                                    | 15        |
| 5.3 Anforderungen in Abhängigkeit von Expositionsklassen .....                                                             | 16        |
| 5.3.2 Grenzwerte für die Betonzusammensetzung.....                                                                         | 16        |
| 5.3.8 Zementmörtel für Fugen .....                                                                                         | 16        |
| 5.4 Anforderungen an Frischbeton .....                                                                                     | 16        |
| 5.4.1 Konsistenz.....                                                                                                      | 16        |
| 5.5 Anforderungen an Festbeton .....                                                                                       | 17        |
| 5.5.1 Festigkeit .....                                                                                                     | 17        |
| 5.5.5 Verschleißwiderstand.....                                                                                            | 17        |
| <b>6 Festlegung des Betons</b> .....                                                                                       | <b>17</b> |
| 6.1 Allgemeines.....                                                                                                       | 17        |
| 6.2 Festlegung für Beton nach Eigenschaften .....                                                                          | 17        |
| 6.2.2 Grundlegende Anforderungen .....                                                                                     | 17        |
| 6.3 Festlegungen für Beton nach Zusammensetzung .....                                                                      | 18        |
| 6.3.2 Grundlegende Anforderungen .....                                                                                     | 18        |
| 6.4 Festlegung von Standardbeton.....                                                                                      | 18        |
| <b>7 Lieferung von Frischbeton</b> .....                                                                                   | <b>18</b> |
| 7.2 Information vom Betonhersteller für den Verwender .....                                                                | 18        |
| 7.3 Lieferschein für Transportbeton .....                                                                                  | 19        |
| <b>8 Konformitätskontrolle und Konformitätskriterien</b> .....                                                             | <b>19</b> |
| 8.2 Konformitätskontrolle für Beton nach Eigenschaften .....                                                               | 19        |
| 8.2.2 Konformitätskontrolle für die Spaltzugfestigkeit .....                                                               | 19        |
| <b>9 Produktionskontrolle</b> .....                                                                                        | <b>19</b> |
| <b>10 Beurteilung der Konformität</b> .....                                                                                | <b>20</b> |
| 10.2 Bewertung, Überwachung und Zertifizierung der Produktionskontrolle.....                                               | 20        |
| <b>11 Bezeichnung für Beton nach Eigenschaften</b> .....                                                                   | <b>20</b> |
| <b>Anhang C (normativ) Regelungen für die Bewertung, die Überwachung und Zertifizierung der Produktionskontrolle</b> ..... | <b>21</b> |
| <b>Anhang D (informativ) Literaturhinweise</b> .....                                                                       | <b>22</b> |
| <b>Anhang F (normativ) Grenzwerte für Betonzusammensetzungen</b> .....                                                     | <b>23</b> |
| <b>Anhang H (normativ) Zusätzliche Vorschriften für hochfesten Beton</b> .....                                             | <b>28</b> |
| <b>Anhang L (informativ) Kornzusammensetzung</b> .....                                                                     | <b>28</b> |

## **Vorwort**

Diese Änderung A2 zu DIN 1045-2 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 2: Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität — Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1“ ergänzt und ersetzt teilweise die dort enthaltenen deutschen Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 „Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000“.

Diese Änderung A2 ersetzt DIN 1045-2/A1:2005-01, und gilt mit dem nicht veränderten Teil der DIN 1045-2:2001-07 und DIN EN 206-1:2001-07 für Beton, der für Ortbetonbauwerke, für vorgefertigte Bauwerke sowie für Fertigteile für Gebäude und Ingenieurbauwerke anwendbar ist.

DIN EN 206-1 „Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000“ erlaubt nationale Anwendungsregeln in einer Reihe von Abschnitten, um unterschiedliche klimatische und geografische Bedingungen, verschiedene Schutzniveaus sowie gut eingeführte regionale Gepflogenheiten und Erfahrungen zu berücksichtigen.

Die Änderungen ergaben sich aus den bei der Anwendung von DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 gemachten Erfahrungen sowie durch die Fortschreibung Europäischer und nationaler Produktnormen für Betonausgangsstoffe sowie deren Anwendungsregeln.

In der vorliegenden Änderung A2 werden die Nummerierung und die Überschriften der Abschnitte von DIN EN 206-1 übernommen, auf die sich die Änderung A2 beziehen.

DIN 1045-2:2001-07 wurde in folgenden Punkten überarbeitet:

- a) Anpassung der Anrechnungsregeln für Flugasche als Betonzusatzstoff in den Expositionsklassen XF2 und XF4 sowie damit einhergehender Anpassungen für flugaschehaltige Zemente;
- b) Übernahme der Anforderungen aus E DIN 20000-106:2006-03 und E DIN 20000-107:2006-03;
- c) Übernahme der Feuchtigkeitsklassen der Alkalirichtlinie;
- d) Anwendungsregeln für Fasern ergänzt.

## **Änderungen**

Gegenüber DIN 1045-2/A1:2005-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

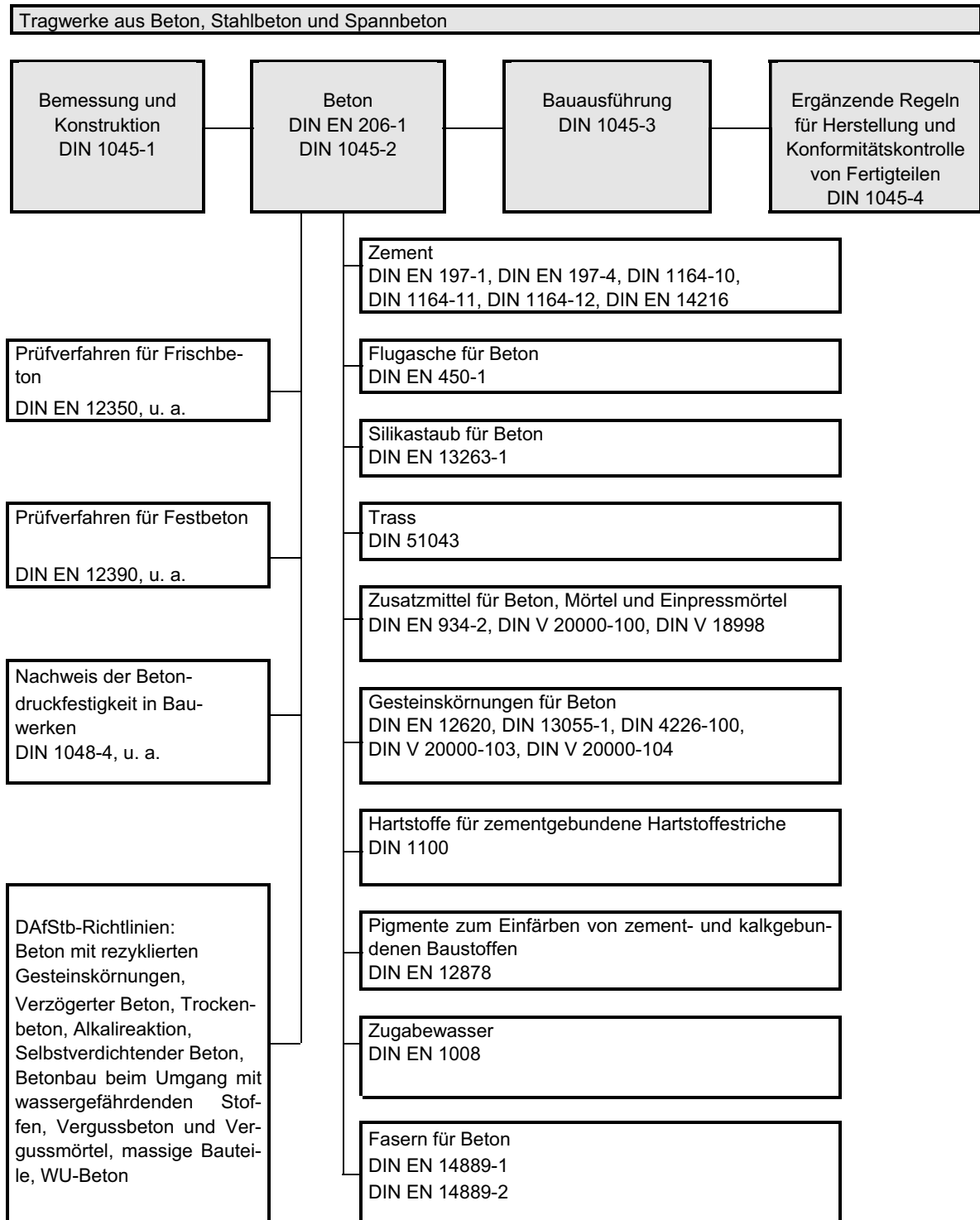
- a) DIN 1045-2/A1:2005-01 wurde unverändert eingearbeitet.

## **Frühere Ausgaben**

DIN 1045-2/A1: 2005-01

**DIN 1045-2/A2:2007-06****Änderungen gegenüber DIN 1045-2:2001-07**

*DIN 1045-2, Bild 1, wird durch Bild 1 der vorliegenden Änderung ersetzt.*



**Bild 1 — Beziehung zwischen den Normen DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 sowie Richtlinien für Betontechnik, Normen für Bemessung, Konstruktion und Ausführung, Normen und Zulassungen für Ausgangsstoffe sowie Normen für Prüfverfahren**

**2 Normative Verweisungen**

*Der Abschnitt wird ergänzt durch*

DIN 1164-10, *Zement mit besonderen Eigenschaften — Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit besonderen Eigenschaften*

DIN 1164-11, *Zement mit besonderen Eigenschaften — Teil 11: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit verkürztem Erstarren*

DIN 1164-12, *Zement mit besonderen Eigenschaften — Teil 12: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit einem erhöhten Anteil an organischen Bestandteilen*

DIN 4030-2, *Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase — Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben*

DIN 4226-100, *Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel — Teil 100: Rezyklierte Gesteinskörnungen*

DIN V 18004, *Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken — Prüfverfahren für Gesteinskörnungen nach DIN V 20000-103 und DIN V 20000-104*

DIN V 18998, *Beurteilung des Korrosionsverhaltens von Zusatzmitteln nach Normen der Reihe DIN EN 934*

DIN V 18998/A1, *Beurteilung des Korrosionsverhaltens von Zusatzmitteln nach Normen der Reihe DIN EN 934; Änderung A1*

DIN V 20000-100, *Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken — Teil 100: Betonzusatzmittel nach DIN EN 934-2:2002-02*

DIN V 20000-103, *Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken — Teil 103: Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620:2003-04*

DIN V 20000-104, *Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken — Teil 104: Leichte Gesteinskörnungen nach DIN EN 13055-1:2002-08*

DIN EN 197-1, *Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*

DIN EN 197-4, *Zement — Teil 4: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Hochofenzement mit niedriger Anfangsfestigkeit*

DIN EN 12390-3, *Prüfung von Festbeton — Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern*

DIN EN 13263-1, *Silikastaub für Beton — Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien*

DIN EN 14216, *Zement — Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Sonderzementen mit sehr niedriger Hydratationswärme*

DIN EN 14889-1:2006-11, *Fasern für Beton — Teil 1: Stahlfasern — Begriffe, Festlegungen und Konformität; Deutsche Fassung EN 14889-1:2006*

DIN EN 14889-2:2006-11, *Fasern für Beton — Teil 2: Polymerfasern — Begriffe, Festlegungen und Konformität; Deutsche Fassung EN 14889-2:2006*

## DIN 1045-2/A2:2007-06

*DAfStb-Richtlinie Selbstverdichtender Beton<sup>1)</sup>*

*DAfStb-Richtlinie Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkalirichtlinie)*

*DAfStb-Richtlinie Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN 4226-100<sup>1)</sup>*

*DAfStb-Richtlinie Massige Bauteile aus Beton<sup>1)</sup>*

*DAfStb-Richtlinie Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel<sup>1)</sup>*

*DAfStb-Richtlinie Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel<sup>1)</sup>*

*DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton<sup>1)</sup>*

*In diesem Abschnitt werden folgende Normen und Richtlinien herausgenommen:*

*DIN 1164, Zement mit besonderen Eigenschaften — Zusammensetzung, Anforderungen, Übereinstimmungsnachweis*

*DIN 4226-1, Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel — Teil 1: Normale und schwere Gesteinskörnungen*

*DIN 4226-2, Zuschlag für Beton — Teil 2: Zuschlag mit porigem Gefüge (Leichtzuschlag); Begriffe, Bezeichnung und Anforderungen*

*DIN 19569-1, Kläranlagen — Baugrundsätze für Bauwerke und technische Ausrüstungen — Teil 1: Allgemeine Baugrundsätze*

*DIN EN 197-1, Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*

*DAfStb-Richtlinie für die Herstellung von Beton unter Verwendung von Restwasser, Restbeton und Restmörtel*

*DAfStb-Richtlinie Beton mit rezykliertem Zuschlag*

### 3 Begriffe

*Die folgenden Begriffe werden hinzugefügt:*

#### 3.1.53

##### **Stahlfasern**

gerade oder verformte Fasern aus kalt gezogenem Stahldraht, gerade oder verformte zugeschnittene Einzel Fasern, aus Schmelzgut hergestellte Fasern, von kalt gezogenem Draht gespannte Fasern oder aus Stahlblöcken gehobelte Fasern, die für eine homogene Einbringung in Beton oder Mörtel geeignet sind

#### 3.1.54

##### **Polymerfasern**

gerade oder verformte Fasern aus extrudiertem, orientiertem oder geschnittenem Material, die für die gleichmäßige Verteilung in einer Beton- oder Mörtelmischung geeignet sind und die im Laufe der Zeit nicht von dem hohen pH-Wert des Betons beeinflusst werden

### 4 Klasseneinteilung

#### 4.1 Expositionsklassen bezogen auf die Umgebungsbedingungen

*Die Überschrift in Tabelle 1, Spalte 3, wird geändert:*

Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen (informativ)

<sup>1)</sup> Zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin.



In der Expositionsklasse XD3 der Tabelle 1 wird folgendes Beispiel ergänzt:

Als Fußnote zur Tabelle 1 wird ergänzt: <sup>a</sup> Ausführung nur mit zusätzlichen Maßnahmen (z. B. rissüberbrückende Beschichtung, s. a. DAfStb Heft 526)

In der Expositionsklasse XA3 der Tabelle 1 wird folgendes Beispiel gestrichen:

Tabelle 1 wird um die folgende Kategorie „Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion“ ergänzt:

**Tabelle 1 (fortgesetzt)**

| Klasse                                                                                                                                                                                   | Beschreibung der Umgebung                                                                                                                 | Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen (informativ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>8 Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion</b><br>Anhand der zu erwartenden Umgebungsbedingungen ist der Beton einer der vier nachfolgenden Feuchtigkeitsklassen zuzuordnen. |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| WO                                                                                                                                                                                       | Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Innenbauteile des Hochbaus;</li> <li>- Bauteile, die auf die Außenluft, nicht jedoch z. B. auf Niederschläge, Oberflächenwasser, Bodenfeuchte einwirken können und/oder die nicht ständig einer relativen Luftfeuchte von mehr als 80 % ausgesetzt werden.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| WF                                                                                                                                                                                       | Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist.                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ungeschützte Außenbauteile, die z. B. Niederschlägen, Oberflächenwasser oder Bodenfeuchte ausgesetzt sind;</li> <li>- Innenbauteile des Hochbaus für Feuchträume, wie z. B. Hallenbäder, Wäschereien und andere gewerbliche Feuchträume, in denen die relative Luftfeuchte überwiegend höher als 80 % ist;</li> <li>- Bauteile mit häufiger Taupunktunterschreitung, wie z. B. Schornsteine, Wärmeübertragerstationen, Filterkammern und Viehställe;</li> <li>- Massige Bauteile gemäß DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“, deren kleinste Abmessung 0,80 m überschreitet (unabhängig vom Feuchtezutritt).</li> </ul> |
| WA                                                                                                                                                                                       | Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung nach Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist.               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauteile mit Meerwassereinwirkung;</li> <li>- Bauteile unter Tausalzeinwirkung ohne zusätzliche hohe dynamische Beanspruchung (z. B. Spritzwasserbereiche, Fahr- und Stellflächen in Parkhäusern);</li> <li>- Bauteile von Industriebauten und landwirtschaftlichen Bauwerken (z. B. Güllebehälter) mit Alkalisalzeinwirkung.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| WS                                                                                                                                                                                       | Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist.                                                     | Bauteile unter Tausalzeinwirkung mit zusätzlicher hoher dynamischer Beanspruchung (z. B. Betonfahrbahnen)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 4.2 Frischbeton

### 4.2.2 Klassen bezogen auf das Größtkorn der Gesteinskörnung

Anstelle von DIN 4226-1 und DIN 4226-2 gelten:

DIN EN 12620 und DIN EN 13055-1.

**DIN 1045-2/A2:2007-06****Tabelle 2 — Grenzwerte für Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser**

Zeile „Grundwasser,  $\text{SO}_4^{2-}$  mg/l“ ist mit einer Fußnote <sup>e</sup> zu indizieren

Am Tabellenende ist die folgende Fußnote <sup>e</sup> Falls der Sulfatgehalt des Grundwassers > 600 mg/l beträgt, ist dies im Rahmen der Festlegung des Betons anzugeben.  
note zu ergänzen:

**5 Anforderungen an Beton und Nachweisverfahren****5.1 Grundanforderungen an die Ausgangsstoffe****5.1.2 Zement**

Abschnitt wird ersetzt durch:

Als geeignet gilt Zement nach DIN EN 197-1, DIN EN 197-4, DIN 1164-10, DIN 1164-11, DIN 1164-12 und nach DIN EN 14216.

**5.1.3 Gesteinskörnungen**

Abschnitt wird ersetzt durch:

Als geeignet gelten

- Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620,
- leichte Gesteinskörnungen nach DIN EN 13055-1,
- rezyklierte Gesteinskörnungen nach DIN 4226-100.

**5.1.4 Zugabewasser**

Abschnitt wird ersetzt durch:

Als geeignet gilt Zugabewasser nach DIN EN 1008.

**5.1.5 Zusatzmittel**

Abschnitt wird ersetzt durch:

Als geeignet gelten Zusatzmittel nach DIN EN 934-2.

**5.1.6 Zusatzstoffe (einschließlich Gesteismehl und Pigmente)**

Abschnitt wird ersetzt durch:

Die Eignung als Zusatzstoffe des Typs I ist nachgewiesen für Gesteismehl nach DIN EN 12620 und für Pigmente nach DIN EN 12878.

Die Eignung als Zusatzstoff Typ II ist nachgewiesen für Flugasche nach DIN EN 450-1, Silikastaub nach DIN EN 13263-1 und für Trass nach DIN 51034.

**5.1.7 Fasern**

Abschnitt 5.1.7 wird hinzugefügt:

Als geeignet gelten lose Stahlfasern nach DIN EN 14889-1. Ebenso als geeignet gelten geklebte oder in einer Dosierverpackung zugegebene Stahlfasern nach DIN EN 14889-1, wenn ihre Verwendbarkeit hinsichtlich der Lieferform durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen ist.

Polymerfasern nach DIN EN 14889-2 sind nur geeignet, wenn ihre Verwendbarkeit durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen ist.

## 5.2 Grundanforderungen an die Zusammensetzung des Betons

### 5.2.3 Verwendung von Gesteinskörnungen

#### 5.2.3.1 Allgemeines

*Dieser Abschnitt wird durch folgenden Absatz ergänzt (Der Absatz wird als erster Absatz von DIN EN 206-1 eingefügt):*

Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 dürfen nur verwendet werden, wenn die Alkaliempfindlichkeitsklasse angegeben ist. Die Festlegungen von DIN V 20000-103 sind zu beachten.

#### 5.2.3.2 Natürlich zusammengesetzte Gesteinskörnung

*Der Abschnitt wird hinzugefügt (Dieser Absatz ersetzt den Abschnitt von DIN EN 206-1):*

Natürlich zusammengesetzte (nicht aufbereitete) Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 unter Beachtung der Festlegungen von DIN V 20000-103 darf nur für Beton der Druckfestigkeitsklasse  $\leq$  C12/15 verwendet werden.

#### 5.2.3.3 Wiedergewonnene Gesteinskörnungen

*Anstelle von prEN 12620 gilt:*

DIN EN 12620 unter Beachtung der Festlegungen von DIN V 20000-103.

*Der Absatz wird ersetzt durch:*

Die wiedergewonnene Gesteinskörnung muss so ausgewaschen sein, dass keine Kornbindung und somit gleichmäßiges Untermischen möglich ist.

#### 5.2.3.4 Widerstand gegen Alkali-Kieselsäure-Reaktion

*Zwischen zweitem und drittem Absatz nach DIN 1045-2:2001-07 ergänzten Absätzen wird der nebenstehende Absatz eingefügt.*

Ist für die Gesteinskörnung keine Alkaliempfindlichkeitsklasse angegeben, ist E III anzunehmen.

#### 5.2.3.5 Rezyklierte Gesteinskörnungen

*Abschnitt wird ersetzt durch:*

Für die Verwendung von rezyklierten Gesteinskörnungen ist die DAfStb-Richtlinie „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN 4226-100“ zu beachten. Es dürfen nur die Gesteinskörnungstypen 1 und 2 nach DIN 4226-100 verwendet werden.

#### 5.2.3.6 Leichte Gesteinskörnung

*Abschnitt wird ersetzt durch:*

Für die Herstellung von Normalbeton mit leichten Gesteinskörnungen und von Leichtbeton können leichte Gesteinskörnungen nach DIN EN 13055-1 und Hüttenbims nach DIN 4201 unter Beachtung der Festlegungen von DIN V 20000-104 verwendet werden.

## DIN 1045-2/A2:2007-06

### 5.2.4 Verwendung von Restwasser

*Abschnitt wird ersetzt durch:*

Bei der Verwendung von Restwasser ist für Betone bis einschließlich der Festigkeitsklasse C50/60 oder LC50/55 DIN EN 1008 zu beachten.

Für die Herstellung von hochfestem Beton und LP-Beton darf Restwasser nicht verwendet werden.

### 5.2.5 Verwendung von Zusatzstoffen

#### 5.2.5.1 Allgemeines

*Der 5. Absatz wird ersetzt durch:*

Für die Herstellung von Spannbeton, bei dem die Spannstähle im direkten Kontakt zum Beton stehen, dürfen als Betonzusatzstoffe nur Flugasche und Silikastaub oder inerte Gesteinsmehle nach DIN EN 12620 unter Beachtung der Festlegungen von DIN V 20000-103 und Pigmente mit nachgewiesener Unschädlichkeit auf Spannstahl verwendet werden.

*Der 6. Absatz wird ersetzt durch:*

Es dürfen nur Flugaschen der Glühverlustkategorie A verwendet werden.

*Der 7. Absatz wird hinzugefügt.*

Es dürfen nur Flugaschen verwendet werden, die keine umweltschädlichen Auswirkungen, insbesondere auf Boden und Grundwasser haben, wobei der Nachweis durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erbracht sein muss.

*Der 8. Absatz wird hinzugefügt.*

Es dürfen nur Silikastäube verwendet werden, die ausschließlich bei der Herstellung von Siliciummetall oder Ferrosiliciumlegierungen entstehen.

*Der 9. Absatz wird hinzugefügt.*

Kompaktierte Silikastäube dürfen nur dann verwendet werden, wenn der Kompaktierungsgrad, ausgedrückt als Schüttdichte, bekannt ist und deren gleichmäßige Verteilung in Beton sichergestellt ist.

*Der 10. Absatz wird hinzugefügt.*

Silikasuspensionen, die augenscheinlich zur Entmischung neigen, dürfen nur verwendet werden, wenn sie am Verwendungsort vor der Zugabe durch geeignete Maßnahmen homogenisiert werden.

*Der 11. Absatz wird hinzugefügt.*

Für Beton mit eingebettetem Stahl und Spannstahl dürfen nur Silikastäube verwendet werden, die keine die Korrosion des Stahls und des Spannstahls fördernden Bestandteile in schädlichen Mengen enthalten.

*Der 12. Absatz wird hinzugefügt.*

Bei Verwendung von Silikastäuben mit einem Gehalt an elementarem Silicium von mehr als 0,4 % (Massenanteil) ist mit Knallgasbildung zu rechnen.

*Der 13. Absatz wird hinzugefügt.*

Bei Verwendung von Silikastaub mit einem höheren Chloridgehalt als 0,2 % (Massenanteil) in Beton mit eingebettetem Spannstahl müssen die Bedingungen von Tabelle 10, eingehalten werden.

Der 14. Absatz wird hinzugefügt.

In Beton sollte die spezifische Oberfläche des verwendeten Silikastaubs aus Gleichmäßigkeitsgründen in einem engen Bereich sein.

### 5.2.5.2 **k-Wert-Ansatz**

Abschnitt wird ersetzt durch:

#### 5.2.5.2.1 **Allgemeines**

Der *k*-Wert-Ansatz erlaubt es, Zusatzstoffe des Typs II zu berücksichtigen

- durch Austausch des Begriffes „Wassermenge“ (nach 3.1.31) durch „äquivalenter Wassermenge“ (nach 3.1.52), entweder errechnet als  $(w/z)_{eq} = w/(z + k_f f)$ ,  $(w/z)_{eq} = w/(z + k_s s)$  oder  $(w/z)_{eq} = w/(z + k_f f + k_s s)$ , mit:  $f/z \leq 0,33$  und  $s/z \leq 0,11$
- bei der Anrechnung auf den Mindestzementgehalt (siehe 5.3).

Der tatsächliche *k*-Wert hängt vom jeweiligen Zusatzstoff ab. Die Anwendung des *k*-Wert-Ansatzes auf Flugasche oder auf Silikastaub ist in den folgenden Abschnitten dargestellt.

Der Mindestzementgehalt, der nach 5.3.2 sowie Tabellen F.2.1 und F.2.2, Zeile 3, für die maßgebende Expositionsklasse gefordert wird, darf bei Anrechnung von Flugasche oder Silikastaub unter den in 5.2.5.2.2 bis 5.2.5.2.4 genannten Bedingungen auf die in den Tabellen F.2.1 und F.2.2, Zeile 4, angegebenen Mindestzementgehalte bei Anrechnung von Zusatzstoffen reduziert werden.

Der Gehalt an synthetischer Kieselsäure oder Silikastaub in Zusatzmitteln ist bei der Bestimmung der zulässigen Höchstmenge Flugasche zur Sicherstellung der Alkalitätsreserve nach 5.2.5.2.4 zu berücksichtigen.

#### 5.2.5.2.2 **k-Wert-Ansatz für Flugasche nach DIN EN 450 als Betonzusatzstoff**

Der Mindestzementgehalt darf bei Anrechnung von Flugasche auf die in den Tabellen F.2.1 und F.2.2, Zeile 4, angegebenen Mindestzementgehalte bei Anrechnung von Zusatzstoffen reduziert werden, wenn eine der folgenden Zementarten verwendet wird:

- Portlandzement (CEM I)
- Portlandsilikastaubzement (CEM II/A-D)
- Portlandhüttenzement (CEM II/A-S oder CEM II/B-S)

**DIN 1045-2/A2:2007-06**

- Portlandschieferzement (CEM II/A-T oder CEM II/B-T)
- Portlandkalksteinzement (CEM II/A-LL)
- Portlandpuzzolanzement (CEM II/A-P)
- Portlandflugaschezement (CEM II/A-V)<sup>2)</sup>
- Portlandkompositzemente nach Tabelle F.3.2 (CEM II/A-M mit den Hauptbestandteilen S, D, P, V, T, LL)
- Portlandkompositzemente nach Tabelle F.3.2 (CEM II/B-M (S-D, S-T, D-T))
- Hochofenzement (CEM III/A)<sup>2)</sup>
- Hochofenzement (CEM III/B) mit bis 70 % (Massenanteil) Hüttensand, wenn die Zusammensetzung entsprechend DIN EN 197-1 nachgewiesen ist<sup>2)</sup>.

Dabei darf der Gehalt an Zement und Flugasche ( $z + f$ ) die in Tabellen F.2.1 und F.2.2 nach Zeile 3 angegebenen Mindestzementgehalte nicht unterschreiten.

Bei den oben genannten Zementen darf anstelle des höchstzulässigen Wasserzementwertes in den Tabellen F.2.1 und F.2.2 der höchstzulässige äquivalente Wasserzementwert ( $k_f = 0,4$ ) verwendet werden.

Dabei muss die Höchstmenge Flugasche, die auf den Wasserzementwert angerechnet werden darf, bei Zementen ohne die Hauptbestandteile P, V und D der Bedingung

$f/z \leq 0,33$  in Massenanteilen,

bei Zementen mit den Hauptbestandteilen P oder V ohne den Hauptbestandteil D der Bedingung

$f/z \leq 0,25$  in Massenanteilen und

bei Zement mit dem Hauptbestandteil D

$f/z \leq 0,15$  in Massenteilen

genügen.

Falls eine größere Menge Flugasche als Betonzusatzstoff verwendet wird, darf die Mehrmenge bei der Berechnung des äquivalenten Wasserzementwertes nicht berücksichtigt werden.

Bei Zementen mit dem Hauptbestandteil D darf keine über  $f/z = 0,15$  hinausgehende Menge Flugasche verwendet werden.

**ANMERKUNG** Die Anwendungsregeln für Flugasche mit anderen Zementen, die oben nicht aufgeführt sind, sind in bauaufsichtlichen Zulassungen festzulegen.

---

2) Bezüglich Expositionsklasse XF4 siehe Tabelle F.3.1.

Zur Herstellung von Beton mit hohem Sulfatwiderstand darf anstelle von HS-Zement nach DIN 1164-10 eine Mischung aus Zement und Flugasche verwendet werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Sulfatgehalt des angreifenden Wassers:  
 $\text{SO}_4^{2-} \leq 1\,500 \text{ mg/l}$
- Zementart CEM I, CEM II/A-S, CEM II/B-S, CEM II/A-V, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/A-LL oder CEM III/A sowie Portlandkompositzemente nach Tabelle F.3.2 CEM II/A-M mit den Hauptbestandteilen S, V, T, LL und Portlandkompositzement CEM II/B-M (S-T)
- Der Flugascheanteil, bezogen auf den Gehalt an Zement und Flugasche ( $z + f$ ), muss bei den Zementarten CEM I, CEM II/A-S, CEM II/B-S, CEM II/A-V und CEM II/A-LL sowie bei Portlandkompositzementen nach Tabelle F.3.2 CEM II/A-M mit den Hauptbestandteilen S, V, T, LL und Portlandkompositzement CEM II/B-M (S-T) mindestens 20 % (Massenanteil), bei den Zementarten CEM II/A-T, CEM II/B-T und CEM III/A mindestens 10 % (Massenanteil) sein.

Für die Verwendung von Flugasche in Unterwasserbeton gilt 5.3.4.

#### **5.2.5.2.3 k-Wert-Ansatz für Silikastaub als Betonzusatzstoff**

Der Gehalt an Silikastaub darf 11 % (Massenanteil), bezogen auf den Zementgehalt, nicht überschreiten.

Der Mindestzementgehalt darf bei Anrechnung von Silikastaub für alle Expositionsklassen außer XF2 und XF4 auf die in den Tabellen F.2.1 und F.2.2, Zeile 4, angegebenen Mindestzementgehalte bei Anrechnung von Zusatzstoffen reduziert werden, wenn eine der folgenden Zementarten verwendet wird:

- Portlandzement (CEM I)
- Portlandhüttenzement (CEM II/A-S oder CEM II/B-S)
- Portlandpuzzolanzement (CEM II/A-P, CEM II/B-P)
- Portlandflugaschezement (CEM II/A-V)
- Portlandschieferzement (CEM II/A-T oder CEM II/B-T)
- Portlandkalksteinzement (CEM II/A-LL)
- Portlandkompositzemente nach Tabelle F.3.2 (CEM II/A-M mit den Hauptbestandteilen S, P, V, T, LL)
- Portlandkompositzemente nach Tabelle F.3.2 (CEM II/B-M (S-T, S-V))
- Hochofenzement (CEM III/A, CEM III/B)

Dabei darf der Gehalt an Zement und Silikastaub ( $z+s$ ) die in den Tabellen F.2.1 und F.2.2, Zeile 3, angegebenen Mindestzementgehalte nicht unterschreiten.

Für alle Expositionsklassen mit Ausnahme XF2 und XF4 darf anstelle des Wasserzementwertes der äquivalente Wasserzementwert ( $k_s = 1,0$ ) verwendet werden.

#### 5.2.5.2.4 **k-Wert-Ansatz bei gleichzeitiger Verwendung von Flugasche und Silikastaub als Betonzusatzstoffe**

Bei gleichzeitiger Verwendung von Flugasche und Silikastaub darf der Gehalt an Silikastaub 11 % (Massenanteil), bezogen auf den Zementgehalt, nicht überschreiten.

Der Mindestzementgehalt darf bei gleichzeitiger Anrechnung von Silikastaub und Flugasche für alle Expositionsklassen außer XF2 und XF4 auf die in den Tabellen F.2.1 und F.2.2, Zeile 4, angegebenen Mindestzementgehalte bei Anrechnung von Zusatzstoffen reduziert werden. Dabei darf der Gehalt an Zement, Flugasche und Silikastaub ( $z+f+s$ ) die in den Tabellen F.2.1 und F.2.2, Zeile 3, angegebenen Mindestzementgehalte nicht unterschreiten.

Für alle Expositionsklassen mit Ausnahme XF2 und XF4 darf anstelle des Wasserzementwertes der äquivalente Wasserzementwert  $(w/z)_{eq} = w/(z + 0,4f + 1,0s)$  verwendet werden. Dabei müssen die Höchstmengen der beiden Zusatzstoffe, die auf den Wasserzementwert angerechnet werden dürfen, den Bedingungen

$$f/z \leq 0,33 \text{ in Massenanteilen}$$

und

$$s/z \leq 0,11 \text{ in Massenanteilen}$$

genügen. Falls eine größere Menge an Flugasche als Betonzusatzstoff verwendet wird, darf die Mehrmenge bei der Berechnung des äquivalenten Wasserzementwertes ( $k_f = 0,4$ ,  $k_s = 1,0$ ) nicht berücksichtigt werden.

Um eine ausreichende Alkalität der Porenlösung sicherzustellen, muss bei gleichzeitiger Verwendung von CEM I, Flugasche und Silikastaub die Höchstmenge Flugasche der Bedingung

$$f/z \leq 3(0,22 - s/z)$$

in Massenanteilen genügen, für die Zemente CEM II-S, CEM II-T, CEM II/A-LL, CEM II/A-M (S-T, S-LL, T-LL), CEM II/B-M (S-T) und für CEM III/A gilt:

$$f/z \leq 3(0,15 - s/z)$$

in Massenanteilen.

Mit allen anderen Zementen ist eine gemeinsame Verwendung von Flugasche und Silikastaub als Betonzusatzstoffe nicht zulässig.



### 5.2.6 Verwendung von Zusatzmitteln

*Die ersten beiden Absätze von DIN 1045-2 werden durch folgende vier Absätze ersetzt (Diese vier Absätze ersetzen den ersten Absatz von DIN EN 206-1):*

Betonzusatzmittel nach DIN EN 934-2 dürfen unter Beachtung der Festlegungen von DIN V 20000-100 verwendet werden.

Die Gesamtmenge an Zusatzmitteln darf weder die vom Zusatzmittelhersteller empfohlene Höchstdosierung noch 50 g/kg Zement im Beton überschreiten, sofern nicht der Einfluss einer höheren Dosierung auf die Leistungsfähigkeit und die Dauerhaftigkeit des Betons nachgewiesen wurde. Bei Verwendung mehrerer Betonzusatzmittel unterschiedlicher Wirkungsgruppen bis zu einer insgesamt zugegebenen Menge von 60 g/kg Zement ist ein besonderer Nachweis nicht erforderlich. Bei Verwendung von Zementen nach DIN 1164-11 oder DIN 1164-12 in Kombination mit mehreren Betonzusatzmitteln unterschiedlicher Wirkungsgruppen ist die Zugabe der Betonzusatzmittel auf 50 g/kg Zement begrenzt.

Für hochfeste Betone ist die Zugabemenge eines verflüssigenden Betonzusatzmittels auf 70 g/kg bzw. 70 ml/kg Zementmenge begrenzt, sofern dessen Verwendbarkeit mit einer Zugabemenge von > 5 % (Massenanteil), bezogen auf Zement, mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachgewiesen ist. Bei Verwendung mehrerer Betonzusatzmittel unterschiedlicher Wirkungsgruppen darf die insgesamt zugegebene Menge 80 g/kg bzw. 80 ml/kg Zementmenge nicht überschreiten. Bei Verwendung von Zementen nach DIN 1164-11 oder DIN 1164-12 in Kombination mit mehreren Betonzusatzmitteln unterschiedlicher Wirkungsgruppen ist die Zugabe der Betonzusatzmittel auf 70 g/kg Zement begrenzt.

### 5.2.9 Verwendung von Fasern

*Abschnitt 5.2.9 wird hinzugefügt:*

Lose Stahlfasern nach DIN EN 14889-1 dürfen dem Beton zugegeben werden.

Zu Bündeln geklebte Stahlfasern dürfen dem Beton nur zugegeben werden, wenn die Unschädlichkeit des Klebers durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen ist.

Stahlfasern, die dem Beton nicht lose sondern in einer Dosierverpackung zugegeben werden, bedürfen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die Verwendung.

Stahlfasern nach DIN EN 14889-1 mit Zinküberzug dürfen für Spannbeton nicht verwendet werden.

Polymerfasern nach DIN EN 14889-2 dürfen nur mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung verwendet werden.

**ANMERKUNG** Sofern die Tragwirkung von Stahlfasern in Ansatz gebracht werden soll, sind für tragende oder aussteifende Bauteile über diese Norm hinausgehende Regelungen zu beachten.

## DIN 1045-2/A2:2007-06

### 5.3 Anforderungen in Abhängigkeit von Expositionsklassen

#### 5.3.2 Grenzwerte für die Betonzusammensetzung

*Der 3. Absatz wird ersetzt durch:*

Die Werte in den Tabellen F.2.1 und F.2.2 beziehen sich auf die Verwendung von Zementen nach DIN EN 197-1, DIN EN 197-4, DIN 1164-10, DIN 1164-12, DIN EN 14216 und auf FE-Zemente sowie CEM I-SE und CEM II-SE nach DIN 1164-11.

*Der 4. Absatz wird ersetzt durch:*

Die Anwendungsbereiche der Zemente sind in den Tabellen F.3.1, F.3.2, F.3.3 und F.3.4 angegeben.

Die Zemente dürfen in Beton für eine bestimmte Anwendung (Expositionsklasse) nur dann gemeinsam eingesetzt werden, wenn jeder der verwendeten Zemente nach Anhang F für den jeweiligen Anwendungsbereich des Betons zugelassen ist.

*Nach dem 8. Absatz wird ergänzt:*

Die Werte für den höchstzulässigen Mehlkorngelalt nach Tabelle F.4.2 dürfen erhöht werden, wenn ein puzzolanischer Zusatzstoff des Typs II verwendet wird, um den Gehalt des Betonzusatzstoffes, jedoch insgesamt um höchstens 50 kg/m<sup>3</sup>

#### 5.3.8 Zementmörtel für Fugen

*Der Abschnitt wird ersetzt:*

Zementmörtel für Fugen bei Fertigteilen und Zwischenbauteilen aus Betonen bis einschließlich C50/60 muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Zement nach DIN EN 197-1/A1, DIN 1164-10, DIN 1164-12 und FE-Zemente nach DIN 1164-11 der Festigkeitsklasse 32,5 R oder höher soweit für die jeweilige Expositionsklasse nach Tabellen F.3.1, F.3.2 und F.3.3 zulässig;
- Zementgehalt mindestens 400 kg/m<sup>3</sup>;
- Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 unter Beachtung der Festlegungen in DIN V 20000-103 und DIN EN 13055-1 unter Beachtung der Festlegungen in DIN V 20000-104, gemischtkörnig, sauber, bis 4 mm.

Im Übrigen sind die folgenden DAfStB-Richtlinien zu beachten:

- „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“
- „Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel.“

### 5.4 Anforderungen an Frischbeton

#### 5.4.1 Konsistenz

*Der zweite Absatz wird ersetzt durch:*

Bei Ausbreitmaßen über 700 mm ist die DAfStb-Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ zu beachten.

### 5.4.2 Zementgehalt und Wasserzementwert

*Die Wasseraufnahme der groben leichten Gesteinskörnung darf alternativ nach folgender Norm bestimmt werden:*

DIN V 18004

*Anstelle von DIN 4226-2 gilt:*

DIN V 18004

## 5.5 Anforderungen an Festbeton

### 5.5.1 Festigkeit

#### 5.5.1.2 Druckfestigkeit

*Nach dem dritten Absatz von DIN EN 206-1 wird nebenstehende Anmerkung hinzugefügt:*

ANMERKUNG Bei massigen Bauteilen darf die DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ angewendet werden.

*Der letzte Satz im letzten Absatz von DIN 1045-2 entfällt.*

#### 5.5.5 Verschleißwiderstand

*Nach dem ersten Absatz wird Anmerkung hinzugefügt:*

ANMERKUNG Die Körner aller Gesteinskörnungen, die für die Herstellung von Beton in den Expositionsklassen XM verwendet werden, sollten eine mäßig raue Oberfläche und eine gedrungene Gestalt haben. Das Gesteinskörnungsgemisch sollte möglichst grobkörnig sein.

## 6 Festlegung des Betons

### 6.1 Allgemeines

*Zweiter Absatz, Spiegelstrich wird ergänzt:*

— gegebenenfalls Zweckmäßigkeit der Verwendung von Fasern.

### 6.2 Festlegung für Beton nach Eigenschaften

#### 6.2.2 Grundlegende Anforderungen

*Aufzählung b) wird ersetzt durch:*

(gegebenenfalls von 28 Tagen abweichender Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit);

*Aufzählung c) wird ersetzt:*

c) Expositionsklasse und Feuchtigkeitsklasse nach DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie)“ (siehe Abschnitt 11 hinsichtlich der Abkürzungen)

## DIN 1045-2/A2:2007-06

### 6.3 Festlegungen für Beton nach Zusammensetzung

#### 6.3.2 Grundlegende Anforderungen

- Aufzählungen g) und h) werden ersetzt:*
- g) Art und Menge der Zusatzmittel, Zusatzstoffe oder Fasern, falls verwendet;
  - h) falls Zusatzmittel, Zusatzstoffe oder Fasern verwendet werden, die Herkunft dieser Ausgangsstoffe und des Zements, stellvertretend für Eigenschaften, die nicht anders definiert werden können.

#### 6.4 Festlegung von Standardbeton

- Der erste Absatz wird um einen weiteren Spiegelstrich ergänzt:*
- Feuchtigkeitsklasse nach der DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie)“.

## 7 Lieferung von Frischbeton

### 7.2 Information vom Betonhersteller für den Verwender

- Erster Absatz, Aufzählung b) wird ergänzt:*
- b) Art der Zusatzmittel, Art und Gehalt der Zusatzstoffe oder Fasern, falls welche verwendet werden.

- Vorletzter Absatz wird hinzugefügt:*
- Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt als 28 Tage bestimmt, ist für die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer
    - der Schätzwert des Festigkeitsverhältnisses entsprechend Tabelle 12 aus dem Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen ( $f_{cm,2}$ ) zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit zu ermitteln oder
    - eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen zwei Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

**ANMERKUNG** In der Regel ergeben sich durch dieses Vorgehen deutlich längere Nachbehandlungszeiten (siehe dazu DIN 1045-3).

### 7.3 Lieferschein für Transportbeton

- Aufzählung a), erster Spiegelstrich wird ergänzt:* — Druckfestigkeitsklasse (gegebenenfalls von 28 Tagen abweichender Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit);
- Aufzählung a), Spiegelstriche werden ergänzt:* — Feuchtigkeitsklasse nach DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie)“  
— gegebenenfalls Art und Menge der Fasern
- Aufzählung c), Spiegelstrich wird ergänzt:* — Feuchtigkeitsklasse nach DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie)“

## 8 Konformitätskontrolle und Konformitätskriterien

### 8.2 Konformitätskontrolle für Beton nach Eigenschaften

#### 8.2.2 Konformitätskontrolle für die Spaltzugfestigkeit

##### 8.2.2.3 Konformitätskriterien für die Spaltzugfestigkeit

- Der zweite Absatz, erster Spiegelstrich, von DIN EN 206-1 wird ergänzt durch:* Beim Nachweis an überlappenden Prüfergebnissen ist dies vor Produktionsbeginn zu entscheiden und unter Angabe der Überlappungsintervalle der Überwachungsstelle mitzuteilen.

## 9 Produktionskontrolle

### 9.1 Allgemeines

- Letzter Absatz von DIN EN 206-1, wird ergänzt:* Betone mit Fasern dürfen wie Betone mit Zusatzstoffen hergestellt und geliefert werden bis EN 206-1 entsprechende Regelungen enthält.

### 9.9 Verfahren der Produktionskontrolle

- Tabelle 22, Zeile 14, Spalte „Überprüfung/Prüfung“ von DIN EN 206-1 wird ersetzt durch:* Prüfung nach DIN EN 1008

**DIN 1045-2/A2:2007-06**

Tabelle 22, Zeile 15, wird hinzugefügt:

**Tabelle 22 — Kontrolle der Betonausgangsstoffe (fortgesetzt)**

| Zeile | Betonausgangsstoff                                         | Überprüfung/Prüfung                                                         | Zweck                                                                           | Mindesthäufigkeit                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15    | Restwasser aus Wiederaufbereitungsanlagen nach DIN EN 1008 | Überprüfung der Eignung des Restwassers nach DIN EN 1008:2002-10, Tabelle 1 | Sicherstellen, dass das Restwasser frei von beton-schädlichen Bestandteilen ist | Im ersten Monat nach Betriebsbeginn oder nach Beginn der Überwachung mindestens wöchentlich, vom 2. bis zum 6. Monat monatlich; danach ist mindestens halbjährlich zu prüfen<br><br>Im Verdachtsfall Chloridgehalt und Sulfatgehalt mindestens produktionstäglich |

Tabelle 24, Zeile 16, Spalte 2, von  
DIN EN 206-1 wird ersetzt durch:

Prüfung nach DIN EN 12390-3

## 10 Beurteilung der Konformität

### 10.2 Bewertung, Überwachung und Zertifizierung der Produktionskontrolle

Die Überschrift wird ersetzt durch:

„Bewertung und Überwachung der Produktionskontrolle sowie  
Zertifizierung des Betons“

## 11 Bezeichnung für Beton nach Eigenschaften

Der vierte Spiegelstrich von DIN EN 206-1 — Art der Verwendung (unbewehrt, Beton mit Betonstahlbewehrung, Spannbeton) oder die in Tabelle 10 definierte Klasse des Höchstchloridgehaltes;  
wird ersetzt durch:

## **Anhang C** (normativ)

### **Regelungen für die Bewertung, die Überwachung und Zertifizierung der Produktionskontrolle**

*Die Überschrift von Anhang C wird ersetzt:* „Regelungen für die Bewertung und die Überwachung der Produktionskontrolle sowie die Zertifizierung des Betons“

#### **C.2 Aufgaben der Überwachungsstelle**

##### **C.2.1 Erstbewertung der Produktionskontrolle**

*Die Anmerkung von DIN EN 206-1 wird ersetzt durch:* ANMERKUNG Auf der Grundlage dieses Berichts wird die anerkannte Zertifizierungsstelle über die Zertifizierung des Betons entscheiden (siehe C.3.1).

#### **C.3 Aufgaben der Zertifizierungsstelle**

##### **C.3.1 Zertifizierung der Produktionskontrolle**

*Die Überschrift des Abschnitts wird ersetzt durch:* „Zertifizierung des Betons“

*Der Abschnitt wird ersetzt durch:* Die Zertifizierungsstelle zertifiziert den Beton auf der Grundlage eines Berichtes der Überwachungsstelle, in dem angegeben ist, dass die Produktionseinheit die Erstbewertung der Produktionskontrolle zur Zufriedenheit der Überwachungsstelle bestanden hat und der Beton den Anforderungen dieser Norm entspricht.

Die Zertifizierungsstelle muss über die weitere Gültigkeit des Zertifikates auf der Grundlage der Berichte über die laufende Überwachung des Betons entscheiden.

## **Anhang D** (informativ)

### **Literaturhinweise**

*Die Literaturhinweise von DIN EN 206-2 werden ergänzt:*

Heft 337 des DAfStb, Verhalten von Beton bei hohen Temperaturen

Heft 526 des DAfStb, Erläuterungen zu DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-4 und DIN 4226



## Anhang F (normativ)

### Grenzwerte für Betonzusammensetzungen

Tabellen F.2.1 und F.2.2 werden ersetzt durch:

**Tabelle F.2.1 — Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton — Teil 1**

| Zeile |                                                                                        | Expositionsklassen | Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko | Bewehrungskorrosion                          |     |        |     |                                      |     |                     |                         |                     |           |           |           |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|-----|--------|-----|--------------------------------------|-----|---------------------|-------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
|       |                                                                                        |                    |                                      | durch Karbonatisierung verursachte Korrosion |     |        |     | durch Chloride verursachte Korrosion |     |                     |                         |                     |           |           |           |
|       |                                                                                        |                    |                                      |                                              |     |        |     | Chloride außer aus Meerwasser        |     |                     | Chloride aus Meerwasser |                     |           |           |           |
|       |                                                                                        |                    | XC1                                  | XC2                                          | XC3 | XC4    | XD1 | XD2                                  | XD3 | XS1                 | XS2                     | XS3                 |           |           |           |
| 1     | Höchstzulässiger w/z                                                                   |                    | -                                    | 0,75                                         |     | 0,65   |     | 0,60                                 |     | 0,55                | 0,50                    | 0,45                | Siehe XD1 | Siehe XD2 | Siehe XD3 |
| 2     | Mindestdruckfestigkeitsklasse <sup>b</sup>                                             |                    | C8/10                                | C16/20                                       |     | C20/25 |     | C25/30                               |     | C30/37 <sup>d</sup> | C35/45 <sup>de</sup>    | C35/45 <sup>d</sup> |           |           |           |
| 3     | Mindestzementgehalt <sup>c</sup> in kg/m <sup>3</sup>                                  |                    | -                                    | 240                                          |     | 260    |     | 280                                  |     | 300                 | 320                     | 320                 |           |           |           |
| 4     | Mindestzementgehalt <sup>c</sup> bei Anrechnung von Zusatzstoffen in kg/m <sup>3</sup> |                    | -                                    | 240                                          |     | 240    |     | 270                                  |     | 270                 | 270                     | 270                 |           |           |           |
| 5     | Mindestluftgehalt in %                                                                 |                    | -                                    | -                                            |     | -      |     | -                                    |     | -                   | -                       | -                   |           |           |           |
| 6     | Andere Anforderungen                                                                   |                    | -                                    | -                                            |     |        |     |                                      |     |                     |                         |                     |           |           |           |

<sup>a</sup> Nur für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall.

<sup>b</sup> Gilt nicht für Leichtbeton.

<sup>c</sup> Bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 63 mm darf der Zementgehalt um 30 kg/m<sup>3</sup> reduziert werden.

<sup>d</sup> Bei Verwendung von Luftporenbeton, z. B. aufgrund gleichzeitiger Anforderungen aus der Expositionsklasse XF, eine Festigkeitsklasse niedriger.

<sup>e</sup> Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen ( $r < 0,30$ ) eine Festigkeitsklasse niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die geforderte Druckfestigkeitsklasse nach 4.3.1 ist auch in diesem Fall an Probekörpern im Alter von 28 Tagen zu bestimmen.

**DIN 1045-2/A2:2007-06****Tabelle F.2.2 – Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton – Teil 2**

|       |                                                                                           | Betonkorrosion                                                                                       |                   |                     |                |                     |                   |                               |                       |                     |                                      |                                                  |                     |                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
|       |                                                                                           | Frostangriff                                                                                         |                   |                     |                |                     |                   | Aggressive chemische Umgebung |                       |                     | Verschleißbeanspruchung <sup>h</sup> |                                                  |                     |                           |
| Zeile | Expositions-klassen                                                                       | XF1                                                                                                  | XF2               |                     | XF3            |                     | XF4               | XA1                           | XA2                   | XA3                 | XM1                                  | XM2                                              |                     | XM3                       |
| 1     | Höchstzu-lässiger w/z                                                                     | 0,60                                                                                                 | 0,55 <sup>g</sup> | 0,50 <sup>g</sup>   | 0,55           | 0,50                | 0,50 <sup>g</sup> | 0,60                          | 0,50                  | 0,45                | 0,55                                 | 0,55                                             | 0,45                | 0,45                      |
| 2     | Mindest-druck-festig-keits-klasse <sup>b</sup>                                            | C25/30                                                                                               | C25/30            | C35/45 <sup>e</sup> | C25/30         | C35/45 <sup>e</sup> | C30/37            | C25/30                        | C35/45 <sup>d,e</sup> | C35/45 <sup>d</sup> | C30/37 <sup>d</sup>                  | C30/37 <sup>d</sup>                              | C35/45 <sup>d</sup> | C35/45 <sup>d</sup>       |
| 3     | Mindest-zement-gehalt <sup>c</sup> in kg/m <sup>3</sup>                                   | 280                                                                                                  | 300               | 320                 | 300            | 320                 | 320               | 280                           | 320                   | 320                 | 300 <sup>i</sup>                     | 300 <sup>i</sup>                                 | 320 <sup>i</sup>    | 320 <sup>i</sup>          |
| 4     | Mindest-zement-gehalt <sup>c</sup> bei Anrechnung von Zusatz-stoffen in kg/m <sup>3</sup> | 270                                                                                                  | 270 <sup>g</sup>  | 270 <sup>g</sup>    | 270            | 270                 | 270 <sup>g</sup>  | 270                           | 270                   | 270                 | 270                                  | 270                                              | 270                 | 270                       |
| 5     | Mindest-Luftgehalt in %                                                                   | -                                                                                                    | f                 | -                   | f              | -                   | f, j              | -                             | -                     | -                   | -                                    | -                                                | -                   | -                         |
| 6     | Andere Anfor-de-rungen                                                                    | Gesteinskörnungen für die Expositionsklassen XF1 bis XF4 (siehe DIN V 20000-103 und DIN V 20000-104) |                   |                     |                |                     |                   | -                             | -                     | l                   | -                                    | Oberflä-chen-behand-lung des Betons <sup>k</sup> | -                   | Hart-stoffe nach DIN 1100 |
|       |                                                                                           | F <sub>4</sub>                                                                                       | MS <sub>25</sub>  |                     | F <sub>2</sub> |                     | MS <sub>18</sub>  |                               |                       |                     |                                      |                                                  |                     |                           |

<sup>b, c, d</sup> und <sup>e</sup> siehe Fußnoten in Tabelle F.2.1.

<sup>f</sup> Der mittlere Luftgehalt im Frischbeton unmittelbar vor dem Einbau muss bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 8 mm ≥ 5,5 % (Volumenanteil), 16 mm ≥ 4,5 % (Volumenanteil), 32 mm ≥ 4,0 % (Volumenanteil) und 63 mm ≥ 3,5 % (Volumenanteil) betragen.  
Einzelwerte dürfen diese Anforderungen um höchstens 0,5 % (Volumenanteil) unterschreiten.

<sup>g</sup> Die Anrechnung auf den Mindestzementgehalt und den Wasserzementwert ist nur bei Verwendung von Flugasche zulässig. Weitere Zusatzstoffe des Typs II dürfen zugesetzt, aber nicht auf den Zementgehalt oder den w/z angerechnet werden. Bei gleichzeitiger Zugabe von Flugasche und Silikastaub ist eine Anrechnung auch für die Flugasche ausgeschlossen.

<sup>h</sup> Es dürfen nur Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 unter Beachtung der Festlegungen von DIN V 20000-103 verwendet werden.

<sup>i</sup> Höchstzementgehalt 360 kg/m<sup>3</sup>, jedoch nicht bei hochfesten Betonen.

<sup>j</sup> Erdfeuchter Beton mit w/z ≤ 0,40 darf ohne Luftporen hergestellt werden.

<sup>k</sup> Z. B. Vakuumieren und Flügelglätten des Betons.

<sup>l</sup> Schutzmaßnahmen siehe 5.3.2.

Tabellen F.3.1 und F.3.2 werden ersetzt.

Überschrift der Tabelle F.3.3 wird ersetzt durch:

Tabelle F.3.3 – Anwendungsbereiche für Zemente CEM IV und CEM V mit zwei bzw. drei Hauptbestandteilen nach DIN EN 197-1, DIN 1164-10, DIN 1164-12 und FE-Zemente nach DIN 1164-11 zur Herstellung von Beton nach DIN 1045-2<sup>a</sup>

Die Fußnote <sup>a</sup> der Tabellen F.3.1, F.3.2, F.3.3 wird ersetzt durch:

<sup>a</sup> Sollen Zemente, die nach dieser Tabelle nicht anwendbar sind, verwendet werden, bedürfen sie einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Die Fußnote <sup>f</sup> der Tabelle F.3.3 wird ersetzt durch:

Fußnote wird gestrichen.

Tabelle F.3.4 wird ergänzt:

Tabelle F.3.1 – Anwendungsbereiche für Zemente nach DIN EN 197-1, DIN EN 197-4, DIN 1164-10, DIN 1164-12 und FE-Zemente sowie CEM I-SE und CEM II-SE nach DIN 1164-11 zur Herstellung von Beton nach DIN 1045-2<sup>a</sup>

| Expositionsklassen<br><br>X = gültiger Anwendungsbereich<br>O = für die Herstellung nach dieser Norm nicht anwendbar |        | Kein Korrosions-/Angriffsrisiko | Bewehrungskorrosion                          |     |     |     |                                      |     |                         |     |     |     | Betonangriff |     |                |     |                               |                  |     |     | Spannstahlverträglichkeit |            |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------------------------|-----|-------------------------|-----|-----|-----|--------------|-----|----------------|-----|-------------------------------|------------------|-----|-----|---------------------------|------------|--|--|
|                                                                                                                      |        |                                 | durch Karbonatisierung verursachte Korrosion |     |     |     | durch Chloride verursachte Korrosion |     |                         |     |     |     | Frostangriff |     |                |     | Aggressive chemische Umgebung |                  |     |     |                           | Verschleiß |  |  |
|                                                                                                                      |        |                                 |                                              |     |     |     | andere Chloride als Meerwasser       |     | Chloride aus Meerwasser |     |     |     |              |     |                |     |                               |                  |     |     |                           |            |  |  |
| CEM I                                                                                                                | X0     | XC1                             | XC2                                          | XC3 | XC4 | XD1 | XD2                                  | XD3 | XS1                     | XS2 | XS3 | XF1 | XF2          | XF3 | XF4            | XA1 | XA2 <sup>d</sup>              | XA3 <sup>d</sup> | XM1 | XM2 | XM3                       |            |  |  |
|                                                                                                                      | X      | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | X      | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | X      | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X <sup>f</sup>            |            |  |  |
|                                                                                                                      | X      | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | O                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | X      | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | X      | X                               | X                                            | O   | O   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O              | O   | O                             | O                | O   | O   | O                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | X      | O                               | X                                            | O   | O   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O              | O   | O                             | O                | O   | O   | O                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | X      | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | CEM II | A                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         | X          |  |  |
| B                                                                                                                    |        | X                               | X                                            | O   | O   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O              | O   | O                             | O                | O   | O   | X                         |            |  |  |
| A/B                                                                                                                  |        | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
| A                                                                                                                    |        | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
| B                                                                                                                    |        | X                               | X                                            | X   | O   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O              | O   | O                             | O                | O   | O   | X                         |            |  |  |
| A                                                                                                                    |        | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
| B                                                                                                                    |        | X                               | X                                            | X   | O   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O              | O   | O                             | O                | O   | O   | X                         |            |  |  |
| A                                                                                                                    |        | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X              | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
| CEM III                                                                                                              | A      | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X <sup>b</sup> | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | B      | X                               | X                                            | X   | X   | X   | X                                    | X   | X                       | X   | X   | X   | X            | X   | X <sup>c</sup> | X   | X                             | X                | X   | X   | X                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | C      | O                               | X                                            | X   | O   | O   | X                                    | O   | O                       | X   | O   | O   | O            | O   | O              | X   | X                             | X                | O   | O   | O                         |            |  |  |
| CEM IV <sup>e</sup>                                                                                                  | A      | O                               | X                                            | O   | O   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O              | O   | O                             | O                | O   | O   | O                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | B      | O                               | X                                            | O   | O   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O              | O   | O                             | O                | O   | O   | O                         |            |  |  |
| CEM V <sup>e</sup>                                                                                                   | A      | X                               | X                                            | O   | O   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O              | O   | O                             | O                | O   | O   | O                         |            |  |  |
|                                                                                                                      | B      | X                               | X                                            | X   | O   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O              | O   | O                             | O                | O   | O   | O                         |            |  |  |

a bis f siehe Fußnoten in Tabelle F.3.3.

<sup>a</sup> bis <sup>f</sup> siehe Fußnoten in Tabelle F.3.3.

## DIN 1045-2/A2:2007-06

Tabelle F.3.2 – Anwendungsbereiche für CEM-II-M-Zemente mit drei Hauptbestandteilen nach DIN EN 197-1, DIN 1164-10, DIN 1164-12 und FE-Zemente sowie CEM II-SE nach DIN 1164-11 zur Herstellung von Beton nach DIN 1045-2<sup>a</sup>

| Expositionsklassen<br><br>X = gültiger Anwendungsbereich<br>O = für die Herstellung nach dieser Norm nicht anwendbar |                                                                          | Kein Korrosions-/Angriffsrisiko    | Bewehrungskorrosion                                         |   |  |                                      |  |  |                         |     |     |     | Betonangriff |  |  |  |                               |  |  |                  | Spannstahlverträglichkeit |                  |                |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---|--|--------------------------------------|--|--|-------------------------|-----|-----|-----|--------------|--|--|--|-------------------------------|--|--|------------------|---------------------------|------------------|----------------|---|
|                                                                                                                      |                                                                          |                                    | durch Karbonatisierung verursachte Korrosion                |   |  | durch Chloride verursachte Korrosion |  |  |                         |     |     |     | Frostangriff |  |  |  | Aggressive chemische Umgebung |  |  |                  |                           | Verschleiß       |                |   |
|                                                                                                                      |                                                                          |                                    |                                                             |   |  | andere Chloride als Meerwasser       |  |  | Chloride aus Meerwasser |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  |                  |                           |                  |                |   |
|                                                                                                                      |                                                                          |                                    |                                                             |   |  |                                      |  |  | XC1                     | XC2 | XC3 | XC4 |              |  |  |  |                               |  |  |                  |                           |                  |                |   |
| CEM II                                                                                                               |                                                                          | X                                  | S-D; S-T;<br>S-LL; D-T;<br>D-LL; T-LL;<br>S-V; V-T;<br>V-LL | A |  |                                      |  |  |                         |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  |                  |                           |                  | X <sup>f</sup> |   |
|                                                                                                                      |                                                                          |                                    |                                                             | M |  |                                      |  |  |                         |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  |                  |                           |                  |                |   |
|                                                                                                                      |                                                                          |                                    |                                                             |   |  |                                      |  |  |                         |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  |                  |                           |                  |                |   |
|                                                                                                                      |                                                                          |                                    |                                                             |   |  |                                      |  |  |                         |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  |                  |                           |                  |                |   |
|                                                                                                                      |                                                                          |                                    |                                                             |   |  |                                      |  |  |                         |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  |                  |                           |                  |                | B |
| X                                                                                                                    | S-P;<br>D-P; D-V;<br>P-V; P-T;<br>P-LL;<br>S-D; S-T;<br>D-T; S-V;<br>V-T |                                    |                                                             |   |  |                                      |  |  |                         |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  | X <sup>f,g</sup> |                           |                  |                |   |
|                                                                                                                      | X                                                                        | S-P; D-P;<br>D-V; P-T;<br>P-V      |                                                             |   |  |                                      |  |  |                         |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  |                  | X <sup>f,g</sup>          |                  |                |   |
| X                                                                                                                    |                                                                          | S-LL; D-LL;<br>P-LL; V-LL;<br>T-LL |                                                             |   |  |                                      |  |  |                         |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  |                  |                           | X <sup>f,g</sup> |                |   |
|                                                                                                                      | a, d, f und <sup>g</sup> siehe Fußnoten in Tabelle F.3.3.                |                                    |                                                             |   |  |                                      |  |  |                         |     |     |     |              |  |  |  |                               |  |  |                  |                           |                  |                |   |

Tabelle F.3.4 – Anwendungsbereiche für Zemente nach DIN EN 14216 zur Herstellung von Beton nach DIN 1045-2<sup>a</sup>

| Expositionsklassen<br><br>X = gültiger Anwendungsbereich<br>O = für die Herstellung nach dieser Norm nicht anwendbar                                                                                     |       | Kein Korrosions- / Angriffsrisiko | Bewehrungskorrosion                          |     |     |     |                                      |     |                         |     |     |     | Betonangriff |     |     |     |                               |                  |                  | Spannstahlverträglichkeit |            |     |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------------------------|-----|-------------------------|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------|-----|--|--|
|                                                                                                                                                                                                          |       |                                   | durch Karbonatisierung verursachte Korrosion |     |     |     | durch Chloride verursachte Korrosion |     |                         |     |     |     | Frostangriff |     |     |     | Aggressive chemische Umgebung |                  |                  |                           | Verschleiß |     |  |  |
|                                                                                                                                                                                                          |       |                                   |                                              |     |     |     | andere Chloride als Meerwasser       |     | Chloride aus Meerwasser |     |     |     |              |     |     |     |                               |                  |                  |                           |            |     |  |  |
| VLH                                                                                                                                                                                                      | III/B | X0                                | XC1                                          | XC2 | XC3 | XC4 | XD1                                  | XD2 | XD3                     | XS1 | XS2 | XS3 | XF1          | XF2 | XF3 | XF4 | XA1                           | XA2 <sup>d</sup> | XA3 <sup>d</sup> | XM1                       | XM2        | XM3 |  |  |
|                                                                                                                                                                                                          | III/C | X                                 | O                                            | X   | O   | O   | O                                    | X   | O                       | O   | X   | O   | O            | O   | O   | O   | X                             | X                | X                | O                         | O          | O   |  |  |
|                                                                                                                                                                                                          | IV/A  |                                   |                                              |     |     |     |                                      |     |                         |     |     |     |              |     |     |     |                               |                  |                  |                           |            |     |  |  |
|                                                                                                                                                                                                          | IV/B  |                                   |                                              |     |     |     |                                      |     |                         |     |     |     |              |     |     |     |                               |                  |                  |                           |            |     |  |  |
|                                                                                                                                                                                                          | V/A   |                                   | X                                            | O   | X   | O   | O                                    | O   | O                       | O   | O   | O   | O            | O   | O   | O   | O                             | O                | O                | O                         | O          | O   |  |  |
|                                                                                                                                                                                                          | V/B   |                                   |                                              |     |     |     |                                      |     |                         |     |     |     |              |     |     |     |                               |                  |                  |                           |            |     |  |  |
| <sup>a</sup> Sollen Zemente, die nach dieser Tabelle nicht anwendbar sind, verwendet werden, bedürfen sie einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.<br><sup>d</sup> siehe Fußnote in Tabelle F.3.3. |       |                                   |                                              |     |     |     |                                      |     |                         |     |     |     |              |     |     |     |                               |                  |                  |                           |            |     |  |  |

## **Anhang H** (normativ)

### **Zusätzliche Vorschriften für hochfesten Beton**

*Tabelle H.3., Zeile 16, wird gestrichen.*

## **Anhang L** (informativ)

### **Kornzusammensetzung**

*In den Bildern L.1 bis L.4 werden die Verweise auf DIN 4188-1 und DIN 4187-2 gestrichen.*

**DIN 1045-3/A1**

ICS 91.080.40

Ersatz für  
DIN 1045-3 Berichtigung  
1:2002-06;  
Änderung von  
DIN 1045-3:2001-07

**Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton –  
Teil 3: Bauausführung; Änderung A1**

Concrete, reinforced and prestressed concrete structures –  
Part 3: Execution of structures; Amendment A1

Structures en béton, béton armé et béton précontraint –  
Partie 3: Exécution des constructions; Amendement A1

Gesamtumfang 4 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

**DIN 1045-3/A1:2005-01****Vorwort**

Diese Änderung zu DIN 1045-3 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 3: Bauausführung“ ergänzt oder ersetzt die dort enthaltenen Regeln.

Die Änderungen ergaben sich aus den bei der praktischen Anwendung von DIN 1045-3 gemachten Erfahrungen.

Gegenüber DIN 1045-3:2001-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Grenzabmaße für die Tragsicherheit;
- b) Ergänzende Regeln zu Annahmekriterien für Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung.

**Änderungen**

Gegenüber DIN 1045-3 Ber 1:2002-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Text unverändert eingearbeitet.

**Frühere Ausgaben**

DIN 1045-3 Ber 1: 2002-06

**Änderungen gegenüber DIN 1045-3:2001-07:****Zu 2 Normative Verweisungen**

Der Verweis auf die *DAfStb-Richtlinie für Fließbeton* wird gestrichen.

**zu 10.4 Grenzabmaße für die Tragsicherheit**

10.4 (1) Absatz wird ersetzt:

(1) In Abhängigkeit vom Nennmaß der Abmessung  $l$  des Betonquerschnitts gilt für die Querschnittsabmessungen (Gesamtdicke eines Balkens oder einer Platte, Breite eines Balkens oder Steges, seitliche Abmessung einer Stütze) als Grenzabmaß  $\Delta l$ :

$$\text{für } l \leq 150 \text{ mm: } \Delta l = \pm 10 \text{ mm} \quad (1)$$

$$\text{für } l = 400 \text{ mm: } \Delta l = \pm 15 \text{ mm} \quad (2)$$

$$\text{für } l \geq 2\,500 \text{ mm: } \Delta l = \pm 30 \text{ mm} \quad (3)$$

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden. Die Grenzabmaße  $\Delta l$  werden in der Regel eingehalten, wenn die Grenzabmaße und Toleranzen nach 10.2 zugrunde gelegt werden.

**zu 11.5 Überwachung des Betonierens**

— Überwachungsklassen für Leichtbeton in Zeile 3, Spalten 2 und 3 sind zu ändern

— Anordnung der Fußnoten ist zu berichtigen

Spalte 3, Zeile 5, fünfter Spiegelstrich: Fußnote ist zu streichen



Tabelle 3 wird ersetzt:

| Spalte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1                                                                                                          | 2                          | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Zeile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Gegenstand                                                                                                 | Überwachungs-<br>klasse 1  | Überwachungsklasse 2 <sup>a</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Überwachungs-<br>klasse 3 <sup>a</sup> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Festigkeitsklasse für Normal- und<br>Schwerbeton nach DIN EN 206-1<br>und DIN 1045-2                       | $\leq C25/30$ <sup>b</sup> | $\geq C30/37$ und<br>$\leq C50/60$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\geq C55/67$                          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Festigkeitsklasse für Leichtbeton<br>nach DIN 1045-2 und EN 206-1 der<br>Rohdichteklassen<br>D1,0 bis D1,4 | – nicht anwendbar          | $\leq LC25/28$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $\geq LC30/33$                         |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | D1,6 bis D2,0                                                                                              | $\leq LC25/28$             | LC30/33 und LC35/38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\geq LC40/44$                         |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Expositionsklasse nach DIN 1045-2                                                                          | X0, XC, XF1                | XS, XD, XA, XM <sup>c</sup> , XF2, XF3,<br>XF4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | –                                      |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Besondere Betoneigenschaften                                                                               |                            | Beton für wasserundurch-<br>lässige Baukörper (z. B. Weiße<br>Wannen) <sup>d</sup><br><br>Unterwasserbeton<br><br>Beton für hohe Gebrauchs-<br>temperaturen $T \leq 250$ °C<br><br>Strahlenschutzbeton (außer-<br>halb des Kernkraftwerkbaus)<br><br>Für besondere Anwendungs-<br>fälle (z. B. Verzögerter Beton,<br>Betonbau beim Umgang mit<br>wassergefährdenden Stoffen)<br>sind die jeweiligen DAfStb-<br>Richtlinien anzuwenden. | –                                      |
| <sup>a</sup> Wird Beton der Überwachungsklassen 2 und 3 eingebaut, muss die Überwachung durch das Bauunternehmen zusätzlich die Anforderungen von Anhang B erfüllen und eine Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle nach Anhang C durchgeführt werden.<br><sup>b</sup> Spannbeton der Festigkeitsklasse C25/30 ist stets als Überwachungsklasse 2 einzuordnen.<br><sup>c</sup> Gilt nicht für übliche Industrieböden.<br><sup>d</sup> Beton mit hohem Wassereindringwiderstand darf in die Überwachungsklasse 1 eingeordnet werden, wenn der Baukörper nur zeitweilig aufstauendem Sickerwasser ausgesetzt ist und wenn in der Projektbeschreibung nichts anderes festgelegt ist. |                                                                                                            |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |

#### zu Anhang A, Tabelle A.1 und A.2

In Spalte 2, Zeile 3 der Tabellen ist für die Konsistenzprüfung des Frischbetons zusätzlich die von DIN EN 12350-5 anzugeben.

#### zu A.2 Prüfung der Druckfestigkeit für Beton nach Eigenschaften bei Verwendung von Transportbeton

Absatz (1), zweiter Spiegelstrich wird ersetzt durch:

„bei Überwachungsklasse 3 jeweils für höchstens 50 m<sup>3</sup> oder je ein Betoniertag;“

**DIN 1045-3/A1:2005-01****zu Anhang A.2, Absätze (4) und (5)**

Absätze (4) und (5) werden ersetzt.

(4) Die Beurteilung der Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung erfolgt nach den Kriterien der Tabelle A.3 für jeden Einzelwert (Kriterium 2) und für den Mittelwert von „n“ nicht überlappenden Einzelwerten (Kriterium 1). Grundsätzlich können vorhandene Prüfergebnisse in kleinere Gruppen aufeinander folgender Werte (mind. 3) aufgeteilt werden. Werden 3 bis 4 bzw. 5 bis 6 Einzelwerte in einer Reihe ausgewertet, gelten die Kriterien der Zeile 1 bzw. 2. Der Mittelwert von mehr als sechs Einzelwerten einer Reihe ist nach Tabelle A.3, Zeile 3 oder 4 zu bewerten.

**Tabelle A.3 — Annahmekriterien für Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung**

| Spalte                                                                                                                                      | 1                                  | 2                                                                                                            | 3                                   | 4                                              | 5                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Zeile                                                                                                                                       | Anzahl „n“<br>der Einzel-<br>werte | Kriterium 1                                                                                                  |                                     | Kriterium 2                                    |                                     |
|                                                                                                                                             |                                    | Beton der Über-<br>wachungsklassen 1<br>und 2                                                                | Beton der Über-<br>wachungsklasse 3 | Beton der Über-<br>wachungsklassen 1<br>und 2  | Beton der Über-<br>wachungsklasse 3 |
|                                                                                                                                             |                                    | Mittelwert von „n“ Einzelwerten $f_{cm}$<br>N/mm <sup>2</sup>                                                |                                     | Jeder Einzelwert $f_{ci}$<br>N/mm <sup>2</sup> |                                     |
| 1                                                                                                                                           | 3 bis 4                            | $\geq f_{ck} + 1$                                                                                            |                                     | $\geq f_{ck} - 4$                              | $\geq 0,9 f_{ck}$                   |
| 2                                                                                                                                           | 5 bis 6                            | $\geq f_{ck} + 2$                                                                                            |                                     | $\geq f_{ck} - 4$                              | $\geq 0,9 f_{ck}$                   |
| 3                                                                                                                                           | 7 bis 34                           | $f_{cm} \geq f_{ck} + \left(1,65 - \frac{2,58}{\sqrt{n}}\right) \sigma$<br>$\sigma = 4$                      |                                     | $\geq f_{ck} - 4$                              | $\geq 0,9 f_{ck}$                   |
| 4                                                                                                                                           | $\geq 35$                          | $f_{cm} \geq f_{ck} + \left(1,65 - \frac{2,58}{\sqrt{n}}\right) \sigma$<br>$\sigma \geq 3$   $\sigma \geq 5$ |                                     | $\geq f_{ck} - 4$                              | $\geq 0,9 f_{ck}$                   |
| $f_{ck}$ die charakteristische Druckfestigkeit des verwendeten Betons<br>$\sigma$ der Schätzwert der Standardabweichung der Grundgesamtheit |                                    |                                                                                                              |                                     |                                                |                                     |

(5) Der Beton ist, vorbehaltlich der Erfüllung der übrigen festgelegten Frisch- und Festbetoneigenschaften nach Tabelle A.1, anzunehmen, wenn die Identität des Betons mit der Grundgesamtheit, für die nach DIN 1045-2 eine Übereinstimmungsbescheinigung erteilt wurde, nachgewiesen wird. Der Nachweis gilt als erbracht, wenn beide Kriterien nach Tabelle A.3 für eine Reihe von „n“ Einzelwerten erfüllt werden.

**DIN 1045-100**

ICS 91.080.40

Mit DIN 1053-4:2004-02  
Ersatz für  
DIN 1053-4:1978-09

**Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton –  
Teil 100: Ziegeldecken**

Concrete, reinforced and prestressed concrete structures –  
Part 100: Brick floors

Structures en béton, béton armé et béton précontraint –  
Partie 100: Plancher en briques

Gesamtumfang 12 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

# Inhalt

|                                                                     | Seite    |
|---------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                | <b>3</b> |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                    | <b>3</b> |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                               | <b>3</b> |
| <b>3 Begriffe</b> .....                                             | <b>4</b> |
| <b>4 Bautechnische Unterlagen</b> .....                             | <b>4</b> |
| <b>5 Baustoffe</b> .....                                            | <b>4</b> |
| <b>6 Berechnungsgrundlagen</b> .....                                | <b>4</b> |
| 6.1 Allgemeines .....                                               | 4        |
| 6.2 Lastannahmen .....                                              | 5        |
| 6.3 Scheibenwirkung .....                                           | 5        |
| <b>7 Bemessung</b> .....                                            | <b>5</b> |
| 7.1 Allgemeines .....                                               | 5        |
| 7.2 Bemessung auf Biegung .....                                     | 5        |
| 7.3 Bemessung für Querkraft.....                                    | 6        |
| 7.4 Vereinfachter Nachweis zur Begrenzung der Biegeschlankheit..... | 7        |
| <b>8 Bauliche Durchbildung</b> .....                                | <b>7</b> |
| 8.1 Querverbindung .....                                            | 7        |
| 8.2 Deckenaufleger .....                                            | 7        |
| 8.3 Deckendicke .....                                               | 8        |
| 8.4 Ausführung .....                                                | 8        |
| <b>9 Bewehrungsrichtlinien</b> .....                                | <b>9</b> |
| <b>10 Transport und Montage</b> .....                               | <b>9</b> |
| <b>11 Übereinstimmungsnachweis</b> .....                            | <b>9</b> |
| 11.1 Allgemeines .....                                              | 9        |
| 11.2 Werkseigene Produktionskontrolle.....                          | 9        |
| 11.2.1 Allgemeines .....                                            | 9        |
| 11.2.2 Durchführung .....                                           | 9        |
| 11.2.3 Ausgangsstoffe und Zwischenprodukte .....                    | 9        |
| 11.2.4 Endprodukte .....                                            | 10       |
| 11.2.5 Aufzeichnungen .....                                         | 10       |
| 11.3 Fremdüberwachung.....                                          | 10       |
| 11.3.1 Durchführung .....                                           | 10       |
| 11.3.2 Überwachungsbericht .....                                    | 11       |
| 11.4 Kennzeichnung .....                                            | 11       |
| 11.5 Lieferscheine .....                                            | 11       |
| <br>Bild 1 — Auflagerausbildung.....                                | <br>8    |
| <br>Tabelle 1 — Bemessungswert der aufnehmbaren Schubspannung ..... | <br>6    |

## Vorwort

Diese Norm wurde von den Arbeitsausschüssen 07.01.00 „Bemessung und Konstruktion“ und 06.33.00 „Mauerwerk; Bauten aus Fertigbauteilen“ der Fachbereiche 07 „Beton- und Stahlbeton“ bzw. 06 „Mauerwerksbau“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) erarbeitet.

In die Norm sind die wesentlichen Ergebnisse von Tragversuchen, die von der Ziegelindustrie durchgeführt worden sind, eingeflossen.

## Änderungen

Gegenüber DIN 1053-4:1978-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung des Inhalts an neuere Erkenntnisse.
- b) Änderung der bisherigen Bezeichnung „Stahlsteindecken“ in „Ziegeldecken“.
- c) Erhöhung der zulässigen Verkehrslasten von Decken ohne Querbewehrung.
- d) Aufnahme der Abschnitte Bemessung und Ausführung unter Bezugnahme auf DIN 1045-1, DIN 1045-2 und DIN 1045-4.

## Frühere Ausgabe

DIN 1053-4:1978-09

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Berechnung und Ausführung von Ziegeldecken.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 488-1, *Betonstahl — Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen*

DIN 1045-1:2001-07, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 1: Bemessung und Konstruktion*

DIN 1045-2, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 2: Beton-Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*

DIN 1045-3:2001-07, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 3: Bauausführung*

DIN 1045-4, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen*

DIN 1055-3, *Lastannahmen für Bauten — Verkehrslasten*

## **DIN 1045-100:2005-02**

DIN 1055-100, *Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung – Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln*

DIN 4159:1999-10, *Ziegel für Decken und Vergusstafeln, statisch mitwirkend*

DIN 4159 Berichtigung 1, *Berichtigungen zu DIN 4159:1999-10*

DIN 18200, *Übereinstimmungsnachweise für Bauprodukte — Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten*

DIN EN 206-1, *Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000*

### **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe.

#### **3.1**

##### **Ziegeldecke**

Decke aus Deckenziegeln, Beton und Betonstahl, bei der das Zusammenwirken der genannten Baustoffe zur Aufnahme der Schnittgrößen erforderlich ist

### **4 Bautechnische Unterlagen**

Als bautechnische Unterlagen gelten insbesondere die Bauzeichnungen, der Nachweis der Standsicherheit und eine Baubeschreibung und bei vorgefertigten Ziegeldecken die Verlegezeichnungen.

### **5 Baustoffe**

- (1) Es sind Ziegel nach DIN 4159 mit einer charakteristischen Druckfestigkeit von  $f_{bk} \geq 18 \text{ N/mm}^2$  zu verwenden.
- (2) Zum Vergießen ist Normalbeton der Festigkeitsklassen C20/25 bis C30/37 nach DIN EN 206-1 zu verwenden.
- (3) Es ist Betonstahl nach DIN 488 zu verwenden.

### **6 Berechnungsgrundlagen**

#### **6.1 Allgemeines**

- (1) Ziegeldecken dürfen nur als einachsig gespannt angesetzt werden.
- (2) Für Ziegeldecken gelten die Bestimmungen von DIN 1045-1, insbesondere 13.1, 13.3 und 13.4, soweit in den folgenden Abschnitten nichts anderes ausgesagt ist. Decken, die den Vorschriften dieser Abschnitte entsprechen, gelten als Decken mit ausreichender Querverteilung im Sinne von DIN 1055-3.
- (3) Für vorgefertigte Ziegeldecken sind außerdem DIN 1045-1, Abschnitt 4 sowie DIN 1045-4 zu beachten.
- (4) Für die Anwendung dieser Norm gilt das in DIN 1055-100 festgelegte Sicherheitskonzept. Angaben zu den Einwirkungen enthalten die Normen der Reihe DIN 1055.

## 6.2 Lastannahmen

- (1) Ziegeldecken dürfen verwendet werden bei den unter a) und b) angegebenen gleichmäßig verteilten und vorwiegend ruhenden Verkehrslasten nach DIN 1055-3 und bei Decken, die nur mit Personenkraftwagen befahren werden. Decken mit Querbewehrung nach b) dürfen auch bei Fabriken und Werkstätten mit leichtem Betrieb verwendet werden.

a)  $q \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$

einschließlich dazugehöriger Flure bei voll- und teilvermörtelten Decken ohne Querbewehrung;

b)  $q$  unbeschränkt

bei vollvermörtelten Decken mit untenliegender Mindestquerbewehrung nach DIN 1045-1, 13.3.2 (2), in den Stoßfugenaussparungen der Deckenziegel.

- (2) Sind Einzellasten größer als die auf  $1 \text{ m}^2$  entfallende gleichmäßig verteilte Verkehrslast  $p$  oder größer als  $7,5 \text{ kN}$ , so sind sie durch geeignete Maßnahmen auf größere Aufstandsflächen zu verteilen. Ihre Aufnahme ist nachzuweisen.
- (3) Der Nachweis bei Ziegeldecken mit voll vermörtelbaren und nach DIN 1045-1, 13.3.2 (2), bewehrten Querfugen darf nach DIN 1045-1, 7.3.1, geführt werden.
- (4) Für alle übrigen Ziegeldecken darf als mitwirkende Lastverteilungsbreite nur die Lasteintragungsbreite  $t$ , die sich bei einer vertikal unter  $45^\circ$  geneigten Lastausstrahlung in halber Plattenhöhe ergibt, angenommen werden.

## 6.3 Scheibenwirkung

- (1) Ziegeldecken dürfen als tragende Scheiben, z. B. für die Aufnahme von Windlasten, verwendet werden, wenn sie den Bedingungen nach DIN 1045-1, 13.4.4, insbesondere im Hinblick auf die Ausbildung von Ringankern, entsprechen.
- (2) Das Zusammenwirken als Scheibe kann auch durch eine mindestens 40 mm dicke Ortbetonschicht sichergestellt werden, die in einem Arbeitsgang mit dem Einbringen des Ortbetons der Rippen herzustellen und nach DIN 1045-1, 13.3.2 (2), zu bewehren ist. Diese Schicht darf bei der Biegebemessung der Platte nicht angesetzt werden.

## 7 Bemessung

### 7.1 Allgemeines

- (1) Für die Bemessung gelten die Bestimmungen von DIN 1045-1, soweit im folgenden nichts anderes angegeben ist.
- (2) Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit ist DIN 1045-1, Abschnitt 6, zu beachten.

### 7.2 Bemessung auf Biegung

- (1) Die Nachweise sind nach DIN 1045-1, 10.2 in Verbindung mit 9.1 und 9.2 durchzuführen. Für beide Baustoffe (Beton und Deckenziegel) ist die gleiche Dehnungsverteilung über die Bauteilhöhe parallel anzusetzen. Für Deckenziegel ist dabei eine lineare Spannungs-Dehnungs-Linie mit einem maximalen Bemessungswert der Randspannung von  $f_{bd} = 0,88 \cdot \alpha \cdot f_{bk} / \gamma_b$  bei einer zugehörigen maximalen Randstauchung von  $\varepsilon_{2u} = -3,5\text{‰}$  mit  $\gamma_b = 1,7$  und  $\alpha = 0,85$  anzunehmen. Die charakteristische

**DIN 1045-100:2005-02**

Druckfestigkeit  $f_{bk}$  der Deckenziegel ist nach DIN 4159 zu bestimmen. Eine oberhalb der Deckenziegel aufgetragene Betonschicht darf bei der Ermittlung der Druckzone nicht in Rechnung gestellt werden.

- (2) Bei Ziegeldecken aus Ziegeln mit vollvermörtelbaren Stoßfugen (siehe DIN 4159:1999-10, Bild 1) gilt als mitwirkender Druckquerschnitt der im Druckbereich liegende Querschnitt der Betonstege und der Deckenziegel ohne Abzug der Hohlräume. Liegt die Druckzone unten, so ist die statische Nutzhöhe  $d$  rechnerisch um 10 mm zu vermindern.
- (3) Bei Ziegeldecken aus Ziegeln mit teilvermörtelbaren Stoßfugen (siehe DIN 4159:1999-10, Bild 2) gilt als Druckquerschnitt der im Druckbereich liegende Querschnitt der Betonstege sowie der Querschnittsteil der Deckenziegel von der Höhe  $s_t$  ohne Abzug der Hohlräume. Vorhandene Schalungsziegel, z. B. zur Verbreiterung der Betondruckzone, dürfen auf die statische Nutzhöhe nicht angerechnet werden, wenn die Druckzone unten liegt.

**7.3 Bemessung für Querkraft**

- (1) Der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft ist dem Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit gegenüberzustellen. Bei der Ermittlung der kleinsten Querschnittsbreite  $b_w$  innerhalb der Zugzone des Querschnitts ist die Breite der Betonrippen und der Rechenwert der Stegdicke und Wandungen der Deckenziegel in halber Deckenhöhe nach DIN 4159 anzusetzen. Die Gesamtbreite aller senkrechten Stege eines Ziegels muss mindestens 50 mm betragen.
- (2) Der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit bestimmt sich zu

$$V_{Rd} = \tau_{Rd} \cdot b_w \cdot d \quad (1)$$

Dabei ist

$b_w$  die kleinste Querschnittsbreite innerhalb der Zugzone des Querschnitts;

$d$  die statische Nutzhöhe im betrachteten Querschnitt;

$\tau_{Rd}$  der Bemessungswert der aufnehmbaren Schubspannung nach Tabelle 1.

**Tabelle 1 — Bemessungswert der aufnehmbaren Schubspannung**

| Druckfestigkeitsklasse der Deckenziegel nach DIN 4159<br>$f_{bk}$ in N/mm <sup>2</sup> | Festigkeitsklasse des Betons | Bemessungswert der aufnehmbaren Schubspannung<br>$\tau_{Rd}$ in N/mm <sup>2</sup> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 18                                                                                     | C 20/25 bis C 30/37          | 0,53                                                                              |
| ≥ 24                                                                                   | C 20/25 bis C 30/37          | 0,63                                                                              |

- (3) Zugbewehrungen dürfen nicht aufgebogen werden.



## 7.4 Vereinfachter Nachweis zur Begrenzung der Biegeschlankheit

Die Schlankheit  $l_i/h$  von Ziegeldecken darf nicht größer als 35 sein; dies gilt abweichend von DIN 1045-1, 11.3 auch für Ziegeldecken mit aufstehenden Trennwänden, sofern die Länge der Deckenziegel  $\geq 333$  mm ist.

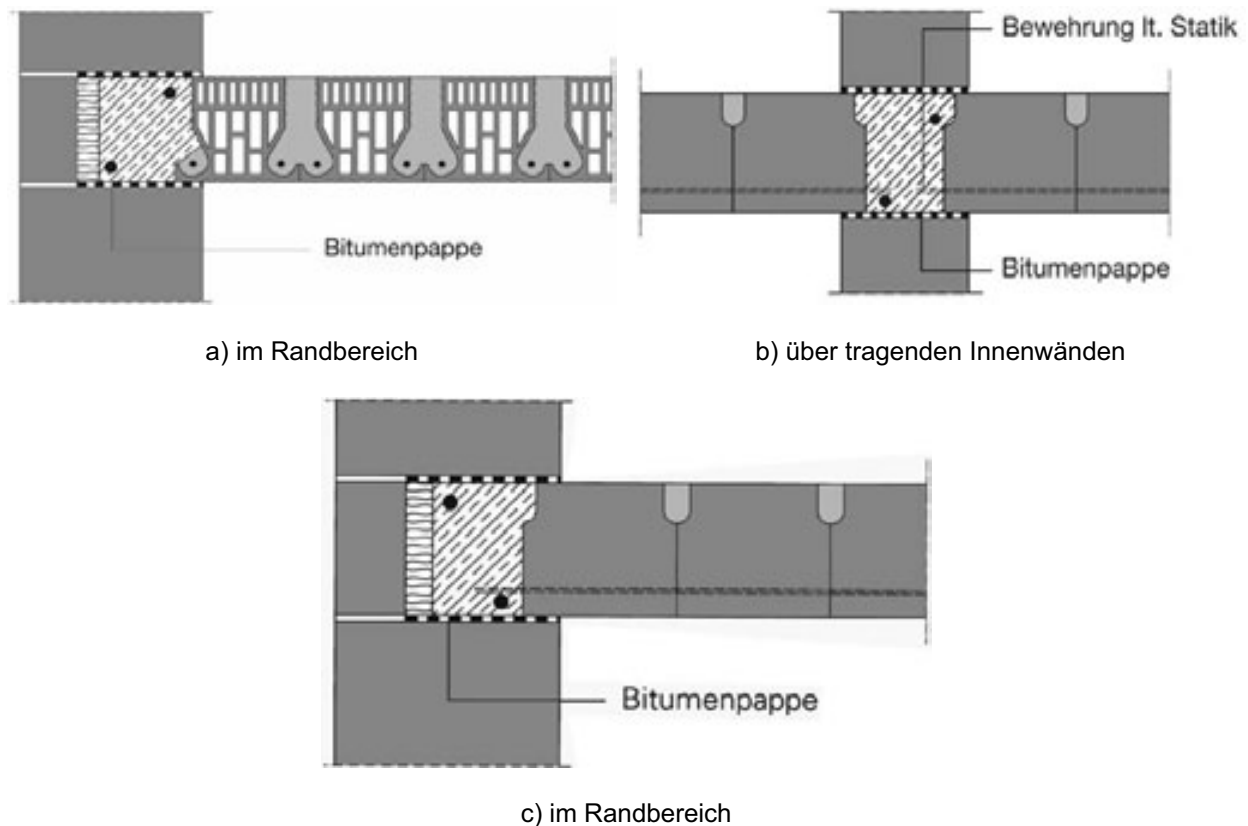
## 8 Bauliche Durchbildung

### 8.1 Querverbindung

- (1) Bilden mehrere vorgefertigte Elemente die Decke eines Raumes, so sind die Längsfugen zwischen den Deckenstreifen wie die angrenzenden Längsrippen zu bewehren und mit Beton der gleichen Festigkeitsklasse wie in den Deckenstreifen zu verfüllen.
- (2) Bei Verkehrslasten über  $5,0 \text{ kN/m}^2$  ist die Übertragung der Querkräfte in den Fugen nachzuweisen.

### 8.2 Deckenauflager

- (1) Die Auflagertiefe ist so zu wählen, dass die zulässigen Pressungen in der Auflagerfläche nicht überschritten werden und die erforderlichen Verankerungslängen der Bewehrung eingehalten werden können. Die Auflagertiefe muss mindestens betragen:
  - a) auf Mauerwerk: 70 mm
  - b) auf Beton: 50 mm.
- (2) Das Auflager ist aus Beton mindestens der Festigkeitsklasse C20/25 auszuführen. Beispiele für Auflagerkonstruktionen sind in Bild 1 dargestellt.
- (3) Bei Stahlträgern muss der Auflagerstreifen über den Unterflanschen der Stahlträger zwischen Deckenkopf und Trägersteg voll aus Beton hergestellt werden.
- (4) Reicht bei der Montage der vorgefertigten Decken die Tiefe des Montageauflagers zur Aufnahme der Eigenlasten und Montagebeanspruchung nicht aus, oder ist der verbleibende Wandstreifen zur Aufnahme des Ortbetons schmaler als 100 mm, so sind die Deckenplatten während der Montage längs der tragenden Wände zu unterstützen.

**DIN 1045-100:2005-02****Bild 1 — Auflagerausbildung****8.3 Deckendicke**

Die Dicke der Ziegeldecken muss mindestens 90 mm betragen.

**8.4 Ausführung**

- (1) Die Deckenziegel sind mit durchgehenden Stoßfugen knirsch zu verlegen. Sie müssen vor dem Einbringen des Betons so vorgehängt sein, dass sie keine bedeutenden Wassermengen aus dem Beton entziehen. Auf die volle Ausfüllung der Stoßfugen und Längsrippen ist sorgfältig zu achten, besonders, wenn die Druckzone unten liegt.
- (2) In Bereichen, in denen die Druckzone unten liegt, müssen Deckenziegel mit voll vermörtelbarer Stoßfuge nach DIN 4159 verwendet werden, soweit hier nicht anstelle der Deckenziegel Beton verwendet wird. Das Eindringen des Betons in die Hohlräume der Deckenziegel ist durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden, damit eine ausreichende Verdichtung des Betons möglich ist und das Berechnungsgewicht der Decke nicht überschritten wird.
- (3) Ziegeldecken zwischen Stahlträgern dürfen nur dann als durchlaufende Decken ausgeführt werden, wenn ihre Oberkante mindestens 40 mm über der Trägeroberkante liegt, so dass die obere Bewehrung aus den Längsfugen der Ziegeldecke mit ausreichender Betondeckung verlegt werden kann.

## 9 Bewehrungsrichtlinien

- (1) Die Längsbewehrung soll gleichmäßig auf alle Längsrippen verteilt werden. Der Achsabstand der Bewehrungsstäbe darf höchstens 250 mm betragen, ansonsten gelten die Regelungen von DIN 1045-1, 13.3.2.
- (2) Die Querbewehrung richtet sich nach 6.2.

## 10 Transport und Montage

Die Regelungen von DIN 1045-1, 13.8, und DIN 1045-4 sind zu beachten.

## 11 Übereinstimmungsnachweis

### 11.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Ziegeldecken mit den bekanntgemachten technischen Regeln<sup>1)</sup> muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Bauprodukts nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen. Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Durchführung der Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauprodukts eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

### 11.2 Werkseigene Produktionskontrolle

#### 11.2.1 Allgemeines

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser Norm entsprechen.

#### 11.2.2 Durchführung

Für die Durchführung der werkseigenen Produktionskontrolle ist der Hersteller verantwortlich. Er muss über geeignetes Fachpersonal, Einrichtungen und Geräte verfügen. Er hat für jedes Herstellwerk einen Verantwortlichen zu benennen. Wesentliche Änderungen der Produktion sind der Überwachungsstelle mitzuteilen. Es gelten die Bestimmungen von DIN 1045-2.

#### 11.2.3 Ausgangsstoffe und Zwischenprodukte

Die zur Herstellung der Ziegeldecken verwendeten Bauprodukte sind zu dokumentieren. Es dürfen nur Bauprodukte verwendet werden, die mit dem Übereinstimmungszeichen gekennzeichnet sind. Sofern es sich um nicht geregelte Bauprodukte handelt, müssen entsprechende Nachweise vorliegen.

Für Art und Umfang der Prüfungen gilt:

- für Deckenziegel: Prüfung der Kennzeichnung (Art, Festigkeitsklasse) bei jeder Lieferung

---

1) Bauregelliste A Teil 1; veröffentlicht in den Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik.

**DIN 1045-100:2005-02**

- für Beton: Prüfungen nach DIN 1045-2.
- für Betonstahl: Prüfungen nach DIN 1045-4.

**11.2.4 Endprodukte**

Die Endprodukte sind auf Übereinstimmung mit den Angaben der bautechnischen Unterlagen, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Prüfung der Bauvorlagen, zu prüfen.

Bei ungenügenden Prüfungsergebnissen sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Ziegeldecken, die den Anforderungen dieser Norm nicht entsprechen, sind von der Verwendung auszuschließen und besonders zu kennzeichnen.

Nach Abstellung des Mangels ist – soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mangelbeseitigung erforderlich – die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

**11.2.5 Aufzeichnungen**

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind hinsichtlich der Ausgangsstoffe, Zwischenprodukte und Endprodukte aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) Wesentliche Eigenschaften der verwendeten Baustoffe, den Namen der Lieferwerke und die Nummern der Lieferscheine;
- b) Herstelltag der Ziegeldecken;
- c) Ergebnisse von Frischbetonuntersuchungen (Konsistenz, Rohdichte, Zusammensetzung);
- d) Betonprobekörper mit ihrer Bezeichnung, dem Tag der Herstellung und der Angabe der einzelnen Ziegeldecken, für die der Beton verwendet wurde, das Datum und die Ergebnisse der Prüfung und die geforderte Festigkeitsklasse;
- e) Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind ebenso wie die Lieferscheine 5 Jahre aufzubewahren und der Überwachungsstelle auf Verlangen vorzuzeigen.

**11.3 Fremdüberwachung****11.3.1 Durchführung****11.3.1.1 Erstüberwachung**

Bei Aufnahme der Fremdüberwachung hat die Überwachungsstelle eine vollständige Überwachung vom gleichen Umfang wie bei der Regelüberwachung nach 11.3.1.2 durchzuführen und festzustellen, ob die verwendeten Baustoffe dem Abschnitt 5 entsprechen. Sie hat sich auch davon zu überzeugen, dass die personellen und gerätemäßigen Voraussetzungen für eine ständige ordnungsgemäße Herstellung und für eine entsprechende werkseigene Produktionskontrolle geeignet erscheinen.

**11.3.1.2 Regelüberwachung**

Im Rahmen der Fremdüberwachung sind die werkseigene Produktionskontrolle sowie die personellen und gerätemäßigen Voraussetzungen für die ordnungsgemäße Herstellung und die ordnungsgemäße Kennzeichnung der Bauprodukte zu überprüfen. Die Regelüberwachung ist zweimal im Jahr in angemessenem Abstand durchzuführen.

Dabei ist gegebenenfalls auch festzustellen, ob die ständige Betonprüfstelle die Anforderungen nach DIN 1045-3:2001-07, B. 1 erfüllt. Der weitere Überwachungsumfang ergibt sich im Allgemeinen aus DIN 18200 und für die Herstellung des Betons im Besonderen aus DIN EN 206-1 und DIN 1045-2.

#### **11.3.1.3 Sonderüberwachung**

Über die Durchführung, Art und Umfang von Sonderüberwachungen entscheidet die Überwachungsstelle gegebenenfalls nach Absprache mit der Zertifizierungsstelle. Sonderüberwachungen finden statt:

- a) nach Nichtbestehen einer Regelüberwachung;
- b) nach Ruhen der Produktion über einen Zeitraum von mehr als 6 Monaten;
- c) auf Antrag des Herstellers;
- d) auf zu begründende Anordnung der Überwachungsstelle oder der Zertifizierungsstelle.

#### **11.3.2 Überwachungsbericht**

Der Überwachungsbericht muss unter Hinweis auf diese Norm folgende Angaben enthalten:

- a) Hersteller und Werk;
- b) Feststellungen zur personellen und gerätemäßigen Ausstattung des Werkes;
- c) Angaben über die Durchführung der werkseigenen Produktionskontrolle;
- d) Angaben über die Kennzeichnung der Fertigbauteile;
- e) Ort, Datum;
- f) Unterschrift des Leiters der Überwachungsstelle;
- g) Stempel der Überwachungsstelle.

Der Überwachungsbericht wird der Zertifizierungsstelle zur Beurteilung vorgelegt und dem Hersteller zur Verfügung gestellt. Der Überwachungsbericht ist vom Hersteller mindestens 5 Jahre aufzubewahren.

#### **11.4 Kennzeichnung**

Jede Ziegeldecke ist deutlich lesbar mit der Angabe des Herstellers, des Herstellungstages, der Typ- oder Positionsnummer und der Eigenlast zu kennzeichnen. Abkürzungen sind zulässig. Die Einbaulage ist zu kennzeichnen, wenn Verwechslungsgefahr besteht.

Zusätzlich ist das Übereinstimmungszeichen anzubringen.

#### **11.5 Lieferscheine**

Die Ziegeldecken sind mit Lieferscheinen auszuliefern, die folgende Angaben enthalten:

- a) Hersteller und Werk, Tag der Herstellung;
- b) Anzahl der gelieferten Ziegeldecken;
- c) Eigenlast und – falls erforderlich – Einbaulage;

**DIN 1045-100:2005-02**

d) Tag der Lieferung;

e) Empfänger.

Darüber hinaus ist auf dem Lieferschein das Übereinstimmungszeichen<sup>2)</sup> anzugeben. Die Angabe der für den Verwendungszweck wesentlichen Merkmale erfolgt durch die Angabe der Typ- und Positionsnummer.

---

2) Übereinstimmungszeichen-Verordnungen des jeweiligen Landes

**DIN 1074**

**DIN**

ICS 93.040

Ersatz für  
DIN 1074:1991-05

## **Holzbrücken**

Wooden bridges

Ponts en bois

Gesamtumfang 23 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

**DIN 1074:2006-09****Inhalt**

|                                                                                                    | Seite     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>                                                                               | <b>4</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>                                                                   | <b>5</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen .....</b>                                                              | <b>5</b>  |
| <b>3 Begriffe .....</b>                                                                            | <b>5</b>  |
| <b>4 Bautechnische Unterlagen .....</b>                                                            | <b>5</b>  |
| <b>5 Grundlagen für Entwurf und Bemessung .....</b>                                                | <b>6</b>  |
| <b>6 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit .....</b>                                                | <b>6</b>  |
| 6.1 Allgemeines .....                                                                              | 6         |
| 6.2 Holz und Holzwerkstoffe .....                                                                  | 6         |
| 6.3 Metallische Bauteile und Verbindungsmittel .....                                               | 6         |
| 6.4 Fahrbahnen und Verschleißschicht .....                                                         | 6         |
| <b>7 Baustoffe .....</b>                                                                           | <b>7</b>  |
| 7.1 Allgemeines .....                                                                              | 7         |
| 7.2 Holz und Holzwerkstoffe .....                                                                  | 8         |
| 7.3 Mindestmaße .....                                                                              | 8         |
| <b>8 Ermittlung der Schnittgrößen .....</b>                                                        | <b>9</b>  |
| 8.1 Verteilung von Einzellasten .....                                                              | 9         |
| 8.2 Verbände .....                                                                                 | 10        |
| <b>9 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit .....</b>                           | <b>10</b> |
| 9.1 Allgemeines .....                                                                              | 10        |
| 9.2 Grenzwerte für Durchbiegungen .....                                                            | 10        |
| 9.3 Schwingungen .....                                                                             | 10        |
| 9.3.1 Von Fußgängern verursachte Schwingungen .....                                                | 10        |
| 9.3.2 Durch Wind verursachte Schwingungen .....                                                    | 11        |
| <b>10 Allgemeine Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit .....</b>                       | <b>11</b> |
| <b>11 Verbindungen, Ausklinkungen, Durchbrüche und Verstärkungen .....</b>                         | <b>11</b> |
| <b>12 Verbindungen mit stiftförmigen metallischen Verbindungsmitteln .....</b>                     | <b>12</b> |
| <b>13 Verbindungen mit sonstigen mechanischen Verbindungsmitteln .....</b>                         | <b>12</b> |
| <b>14 Klebungen .....</b>                                                                          | <b>12</b> |
| <b>15 Zimmermannsmäßige Verbindungen .....</b>                                                     | <b>12</b> |
| <b>16 Kennzeichnung .....</b>                                                                      | <b>12</b> |
| <b>Anhang A (informativ) Empfehlungen zur Dauerhaftigkeit von Holz und Holzwerkstoffen .....</b>   | <b>13</b> |
| A.1 Allgemeines .....                                                                              | 13        |
| A.2 Holz und Holzwerkstoffe .....                                                                  | 13        |
| A.3 Metallische Bauteile und Verbindungsmittel .....                                               | 16        |
| <b>Anhang B (informativ) Durch Fußgänger verursachte Schwingungen .....</b>                        | <b>17</b> |
| B.1 Allgemeines .....                                                                              | 17        |
| B.2 Vertikale Schwingungen .....                                                                   | 17        |
| B.3 Horizontale Schwingungen .....                                                                 | 18        |
| <b>Anhang C (informativ) Ermüdungsnachweis für Holz, Holzwerkstoffe und Holzverbindungen .....</b> | <b>20</b> |
| C.1 Allgemeines .....                                                                              | 20        |
| C.2 Ermüdungswirksame Einwirkungen .....                                                           | 21        |
| C.3 Ermüdungsnachweis .....                                                                        | 21        |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                     | <b>23</b> |



**Bilder**

|                                                                                                                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Bild 1 — Verteilung der Einzellasten mit der Aufstandsfläche <math>b_w</math> für Deckplatten.....</b>                                                                     | <b>9</b>  |
| <b>Bild A.1 — Geschützte Brückenbauteile .....</b>                                                                                                                            | <b>15</b> |
| <b>Bild A.2 — Ungeschützte Brückenbauteile .....</b>                                                                                                                          | <b>15</b> |
| <b>Bild B.1 — Beziehung zwischen der Eigenfrequenz (für vertikale Schwingungen) <math>f_{\text{vert}}</math><br/>und dem Koeffizienten <math>k_{\text{vert}}</math> .....</b> | <b>19</b> |
| <b>Bild B.2 — Beziehung zwischen der Eigenfrequenz (für horizontale Schwingungen) <math>f_{\text{hor}}</math><br/>und dem Koeffizienten <math>k_{\text{hor}}</math> .....</b> | <b>19</b> |

**Tabellen**

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabelle 1 — Verschleißschicht <math>d_v</math> .....</b>                                                      | <b>7</b>  |
| <b>Tabelle 2 — Einteilung der Einwirkungen in Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED) .....</b>                  | <b>7</b>  |
| <b>Tabelle 3 — Mindestmaße.....</b>                                                                              | <b>8</b>  |
| <b>Tabelle 4 — Lastausbreitungswinkel <math>\beta</math> von Einzellasten für verschiedene Materialien .....</b> | <b>9</b>  |
| <b>Tabelle 5 — Grenzwerte der Durchbiegungen <math>w_{Q,\text{inst}}</math> .....</b>                            | <b>10</b> |
| <b>Tabelle 6 — Grenzwerte der Beschleunigungen .....</b>                                                         | <b>11</b> |
| <b>Tabelle B.1 — Gleichungen zur Berechnung der Beschleunigung .....</b>                                         | <b>17</b> |
| <b>Tabelle C.1 — Verhältnis <math>\kappa</math> .....</b>                                                        | <b>20</b> |
| <b>Tabelle C.2 — Ermüdungsbeiwerte <math>a</math> und <math>b</math> .....</b>                                   | <b>22</b> |

## **DIN 1074:2006-09**

### **Vorwort**

Diese Norm wurde vom NABau-Arbeitsausschuss NA 005-04-06 „Holzbrücken“ erarbeitet.

Die Gliederung der DIN 1052 ist übernommen worden; es sind hier nur davon abweichende oder zusätzlich zu beachtende Regeln aufgeführt.

### **Änderungen**

Gegenüber DIN 1074:1991-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Norm wurde vollständig überarbeitet und dem Stand der Technik angepasst;
- b) die Norm gilt in Verbindung mit DIN 1052:2004-08.

### **Frühere Ausgaben**

DIN 1074:1930-08, 1941x-08, 1991-05

## 1 Anwendungsbereich

(1) Dieses Dokument gilt für die Berechnung und Konstruktion hölzerner Brücken. Es gilt auch für Brücken zu vorübergehenden Zwecken sowie für hölzerne Bauteile bei Brücken in Mischbauweise; es gilt ebenfalls für Dachtragwerke, die Teile des Haupttragwerkes der Brücke sind.

(2) Dieses Dokument gilt nur in Verbindung mit DIN 1052.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 1052:2004-08, *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken — Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau*

DIN 1076, *Ingenieurwerke im Zuge von Straßen und Wegen — Überwachung und Prüfung*

DIN 1055-4, *Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 4: Windlasten*

DIN 1055-5, *Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 5: Schnee- und Eislasten*

DIN-Fachbericht 101:2003-03, *Einwirkungen auf Brücken*

DIN-Fachbericht 103, *Stahlbrücken*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 1052 und die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### **geschütztes Bauteil**

Bauteil, bei dem eine direkte Bewitterung durch Niederschläge oder durch Eintrag von Feuchte ausgeschlossen ist

### 3.2

#### **ungeschütztes Bauteil**

Bauteil, das nicht oder nur teilweise vor direkter Bewitterung durch Niederschläge oder durch Eintrag von Feuchte geschützt ist

## 4 Bautechnische Unterlagen

(1) Es gelten die Angaben in DIN 1052.

(2) Zu den bautechnischen Unterlagen gehören auch Unterlagen zur Dauerhaftigkeit.

**DIN 1074:2006-09****5 Grundlagen für Entwurf und Bemessung**

- (1) Angaben zu den Einwirkungen enthält der DIN-Fachbericht 101.
- (2) Für Geh- und Radwegbrücken dürfen bei den Nachweisen im Grenzzustand der Tragfähigkeit die vereinfachten Kombinationsregeln nach DIN 1052:2004-08, 5.2 angesetzt werden.
- (3) Für Schnee- und Windlasten auf Dachkonstruktionen gedeckter Brücken gelten DIN 1055-4 und DIN 1055-5.

**6 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit****6.1 Allgemeines**

Brücken sind so zu planen, zu konstruieren, auszuführen und zu unterhalten, dass sie während der vorgesehenen Nutzungsdauer ihre Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit ohne wesentlichen Verlust der Nutzungseigenschaften und mit einem vertretbaren Instandhaltungsaufwand behalten.

**6.2 Holz und Holzwerkstoffe**

- (1) Es gilt DIN 1052:2004-08, 6.2.
- (2) Empfehlungen zur Dauerhaftigkeit siehe Anhang A.

**6.3 Metallische Bauteile und Verbindungsmittel**

- (1) Für tragende Konstruktionsteile aus Stahl gilt bei Straßen- und Wegebrücken grundsätzlich DIN-Fachbericht 103.
- (2) Tragende Bauteile aus Stahl sind grundsätzlich so auszubilden, dass sie mit den in DIN 1076 festgelegten Regeln geprüft werden können. Andernfalls ist die ausreichende Korrosionsbeständigkeit unter Berücksichtigung der auftretenden mechanischen und dynamischen Beanspruchungen nachzuweisen. Es darf von einer ausreichenden Korrosionsbeständigkeit ausgegangen werden:
  - wenn geeignete nichtrostende Stähle nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung verwendet werden;
  - wenn Stahlteile 4 mm dicker als statisch erforderlich ausgeführt werden und als Korrosionsschutz eine Zinkschichtdicke von mindestens 85 µm mit geeigneter Chromatierung (z. B. Farbchromatierung) vorgesehen wird.
- (3) Der Nachweis der Korrosionsbeständigkeit gilt für tragende Bauteile aus Stahl im geschützten Bereich als erbracht, wenn die Stahloberflächen eine mittlere Zinkschichtdicke von mindestens 55 µm aufweisen.
- (4) Werden verschiedene Metalle verwendet, z. B. in einer Verbindung, darf keine oder nur eine geringfügige Kontaktkorrosion auftreten.

**ANMERKUNG** Korrosionsgefahr kann auch auftreten bei Kontakt mit gerbstoffreichen Hölzern (z. B. Eiche) und mit Hölzern mit vorbeugendem chemischen Holzschutz. Bei gerbstoffreichen Hölzern wird die Verwendung geeigneter nichtrostender Stähle empfohlen.

**6.4 Fahrbahnen und Verschleißschicht**

- (1) Tragbeläge ohne Deckschicht, die unmittelbar begangen oder befahren werden, sind mit Rücksicht auf die Abnutzung dicker auszuführen als die Berechnung es erfordert. Die Dicke  $d_v$  dieser Verschleißschicht ist in Tabelle 1 festgelegt.

**Tabelle 1 — Verschleißschicht  $d_v$** 

|   | 1                | 2                            | 3                           |
|---|------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Typ              | $d_v$<br>mm                  |                             |
|   |                  | für Tragbeläge aus Nadelholz | für Tragbeläge aus Laubholz |
| 2 | Fahrbahnen       | 20                           | 10                          |
| 3 | Geh- und Radwege | 10                           | 5                           |

(2) Tragbeläge aus Holzwerkstoffplatten sind in der Regel durch eine Deckschicht und Abdichtung zu schützen.

## 7 Baustoffe

### 7.1 Allgemeines

(1) Geschützte Bauteile dürfen der Nutzungsklasse 2 zugewiesen werden.

(2) Ungeschützte Bauteile müssen der Nutzungsklasse 3 zugewiesen werden.

(3) Tabelle 2 enthält für Einwirkungen die Zuordnung zu einer der Klassen der Lasteinwirkungsdauer. Ansonsten gilt DIN 1052:2004-08, Tabelle 4.

**Tabelle 2 — Einteilung der Einwirkungen in Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED)**

|   | 1                                                                                                                                             | 2            |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 | Einwirkung                                                                                                                                    | KLED         |
| 2 | Eigenlasten                                                                                                                                   | ständig      |
| 3 | Verkehrslasten, lotrecht und horizontal                                                                                                       | kurz         |
| 4 | Windlasten                                                                                                                                    | kurz         |
| 5 | Schneelast und Eislast<br>Geländehöhe des Bauwerkstandortes über NN $\leq 1\,000$ m<br>Geländehöhe des Bauwerkstandortes über NN $> 1\,000$ m | kurz<br>lang |
| 6 | Anpralllasten                                                                                                                                 | sehr kurz    |

**DIN 1074:2006-09****7.2 Holz und Holzwerkstoffe**

Für Holzbrücken dürfen folgende in DIN 1052:2004-08, 7.2 bis 7.7 angegebenen Werkstoffe verwendet werden:

— Vollholz, Brettschichtholz, Balkenschichtholz, Furnierschichtholz, Brettspertholz und Sperrholz.

**7.3 Mindestmaße**

(1) Tragende Teile aus Holz oder Holzwerkstoffen müssen mindestens die in Tabelle 3 angegebenen Maße enthalten.

(2) Die Werkstoffdicke von Metallteilen muss  $\geq 3$  mm betragen.

(3) Die Werkstoffdicke für nichtrostende Bleche und Blechformteile bei Geh- und Radwegbrücken muss  $\geq 2$  mm betragen.

**Tabelle 3 — Mindestmaße**

|                                                                                                                                                                                             | Bauteil                                                                                                                                               | Kleinste Querschnittseite<br>mm | Mindestquerschnittfläche<br>mm <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                           | Hauptträger aus Vollholz,<br>Brettschichtholz,<br>Balkenschichtholz,<br>Furnierschichtholz<br>(ausgenommen<br>Fachwerkträger,<br>verbretterte Träger) | 120                             | 24 000                                      |
| 2                                                                                                                                                                                           | Einteilige Stäbe von<br>Fachwerken                                                                                                                    | 40                              | 4 800                                       |
| 3                                                                                                                                                                                           | Einzelne Querschnittsteile<br>von zusammengesetzten<br>Stäben und von<br>verbretterten Trägern                                                        | 30                              | 3 600                                       |
| 4                                                                                                                                                                                           | Knotenplatten und<br>Laschen sowie Stege aus<br>Sperrholz (mindestens<br>5-lagig)                                                                     | 12                              | <sup>a</sup>                                |
| 5                                                                                                                                                                                           | Tragbelag aus Vollholz,<br>einlagig                                                                                                                   | 50 <sup>b</sup>                 | —                                           |
| 6                                                                                                                                                                                           | Tragbelag aus Vollholz,<br>zweilagig                                                                                                                  | 40 <sup>b</sup>                 | —                                           |
| 7                                                                                                                                                                                           | Tragbelag aus<br>Holzwerkstoffplatten                                                                                                                 | 20                              | —                                           |
| <sup>a</sup> Mindestbreite von Knotenplatten und Laschen 120 mm<br><sup>b</sup> Für Geh- und Radwegbrücken 30 mm. Eine etwaige Verschleißschicht ist jeweils hinzuzurechnen, siehe 6.4. (1) |                                                                                                                                                       |                                 |                                             |

## 8 Ermittlung der Schnittgrößen

### 8.1 Verteilung von Einzellasten

(1) Bei Fahrbahnen dürfen die Lasten auf die Mittelfläche der Deckplatte bezogen werden.

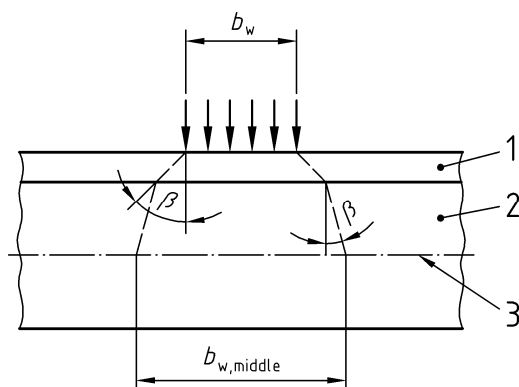
Für Lasten ist die wirksame Lastfläche bezogen auf die Mittelfläche der Deckplatte nach Bild 1 zu bestimmen.

Dabei ist

$b_w$  die Aufstandsbreite der Last auf der Kontaktfläche;

$b_{w,middle}$  die Breite der Lastfläche, bezogen auf die Mittelfläche der Deckplatte;

$\beta$  der Lastausbreitungswinkel nach Tabelle 4.



#### Legende

- 1 Deckschicht
- 2 Deckplatte, tragend
- 3 Mittelfläche der Deckplatte

**Bild 1 — Verteilung der Einzellasten mit der Aufstandsfläche  $b_w$  für Deckplatten**

**Tabelle 4 — Lastausbreitungswinkel  $\beta$  von Einzellasten für verschiedene Materialien**

|   | Materialien                                                                                                                                               | Lastausbreitungswinkel $\beta$ |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Deckschichten aus Holzwerkstoffen                                                                                                                         | 45°                            |
| 2 | Deckschichten aus Brettern und Bohlen                                                                                                                     | 45°                            |
| 3 | Deckplatten aus Flächen nach DIN 1052:2004-08, 8.9 Flächentragwerke<br>– in Richtung der Fasern der Lamellen<br>– rechtwinklig zu den Fasern der Lamellen | 45°<br>15°                     |
| 4 | Deckplatten aus Sperrholz und Deckplatten aus über Kreuz angeordneten Lamellen                                                                            | 45°                            |

**DIN 1074:2006-09**

(2) Bei Fahrbahnen aus Längs- und Querträgern darf die Last von der Aufstandsweite  $b_w$  unter einem Winkel von  $45^\circ$  bis zur Schwerachse der tragenden Teile verteilt werden.

(3) Durchlaufende Bohlen dürfen im Allgemeinen als frei drehbar gelagerte Träger auf zwei Stützen berechnet werden. Die Bohlen sind erforderlichenfalls gegen Abheben durch konstruktive Maßnahmen zu sichern. Sie dürfen als Durchlaufträger berechnet werden, wenn die Nachgiebigkeit der Unterstützung berücksichtigt wird.

(4) Als Stützweite  $\ell$  der Tragbohlen gilt in der Regel der lichte Abstand ihrer Unterstützungen zuzüglich 10 cm, höchstens jedoch deren Achsabstand (Maße jeweils in Längsrichtung der Bohlen). Erforderlichenfalls ist das Zusammenwirken mit den Unterstützungen (Trägerrostwirkung) zu beachten.

**8.2 Verbände**

(1) Die Schnittgrößen von Wind- und Aussteifungsverbänden sind im Allgemeinen unter Berücksichtigung der Verformungen der Stäbe und der Verschiebungen der Verbindungsmittel zu ermitteln.

(2) Bei Geh- und Radwegbrücken mit Spannweiten  $\ell \leq 12$  m brauchen Beanspruchungen aus der Tragwirkung des räumlichen Gesamtsystems bei der Bemessung der Verbände nicht berücksichtigt zu werden.

**9 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit****9.1 Allgemeines**

Für die Berechnung der Verformungen und Schwingungen sind die Mittelwerte der Rohdichten und Steifigkeiten zu verwenden. Die Grenzwerte sollten im Einzelfall mit dem Bauherrn vereinbart werden.

**9.2 Grenzwerte für Durchbiegungen**

(1) Empfohlene Grenzwerte der Durchbiegungen sind in Tabelle 5 angegeben.

**Tabelle 5 — Grenzwerte der Durchbiegungen  $w_{Q,inst}$** 

|   | System                     | Einwirkung                 | Durchbiegung |
|---|----------------------------|----------------------------|--------------|
| 1 | Hauptträger                | Verkehrslast               | $\ell / 400$ |
| 2 | Hauptträger                | Verkehrslast für Fußgänger | $\ell / 200$ |
| 3 | Tragbelag unter Abdichtung | Verkehrslast               | $\ell / 400$ |

(2) Für die Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit nach Tabelle 5 sind die charakteristischen Werte der Einwirkungen zu verwenden.

**9.3 Schwingungen****9.3.1 Von Fußgängern verursachte Schwingungen**

(1) Empfohlene Grenzwerte der Beschleunigungen sind in Tabelle 6 angegeben.



**Tabelle 6 — Grenzwerte der Beschleunigungen**

|   | Richtung der Bewegung | Beschleunigung<br>m/s <sup>2</sup> |
|---|-----------------------|------------------------------------|
| 1 | lotrecht              | 0,7                                |
| 2 | horizontal            | 0,2                                |

(2) Sofern keine anderen Werte nachgewiesen wurden, sollte das Dämpfungsmaß (logarithmisches Dekrement geteilt durch  $2\pi$ ) angenommen werden zu:

—  $\zeta = 0,010$  für Haupttragwerke ohne mechanische Verbindungen

—  $\zeta = 0,015$  für Haupttragwerke mit mechanischen Verbindungen

ANMERKUNG Ein vereinfachtes Verfahren für gelenkig gelagerte Einfeldträger ist in Anhang B gegeben.

(3) Für Geh- und Radwegbrücken mit Spannweiten  $\ell \leq 12$  m darf ein Schwingungsnachweis in der Regel entfallen.

### 9.3.2 Durch Wind verursachte Schwingungen

Es gilt DIN-Fachbericht 101.

## 10 Allgemeine Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit

(1) Für Tragwerke oder Tragwerksteile und Verbindungen, die häufigen Spannungsänderungen ausgesetzt sind, ist nachzuweisen, dass kein Versagen oder größerer Schaden infolge von Ermüdung auftritt. Die Spannungsänderungen werden durch veränderliche Einwirkungen verursacht.

(2) Für Straßenbrücken ist ein Ermüdungsnachweis mit den Festlegungen nach DIN-Fachbericht 101:2003-03, 4.6 zu führen.

(3) Ein vereinfachtes Nachweisverfahren ist in Anhang C angegeben.

(4) Für Geh- und Radwegbrücken ist üblicherweise kein Ermüdungsnachweis erforderlich.

## 11 Verbindungen, Ausklinkungen, Durchbrüche und Verstärkungen

(1) Planmäßig auf Querkzug beanspruchte Konstruktionsteile sind stets mit Verstärkungen nach DIN 1052:2004-08, 11.4, auszuführen.

(2) Bei Trägern oder Stützen aus nachgiebig miteinander verbundenen Querschnittsteilen ist die Verbindung auch für eine Zugkraft rechtwinklig zur Fuge auszulegen.

$$F_{Ed} = 0,1 F_{v,Ed}$$

Dabei ist

$F_{Ed}$  der Bemessungswert der Zugkraft zwischen den Querschnittsteilen;

$F_{v,Ed}$  der Bemessungswert der Schubkraft zwischen den Querschnittsteilen.

## **DIN 1074:2006-09**

### **12 Verbindungen mit stiftförmigen metallischen Verbindungsmitteln**

- (1) Klammern und axial beanspruchte glattschaftige Nägel sowie Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse 1 dürfen nicht verwendet werden.
- (2) Der Durchmesser stiftförmiger Verbindungsmittel muss  $\geq 4$  mm sein.

### **13 Verbindungen mit sonstigen mechanischen Verbindungsmitteln**

Als Mindestdicken für mechanische Verbindungsmittel gelten die in 7.3 (2) und 7.3 (3) genannten Werte.

### **14 Klebungen**

Es gelten die Angaben in DIN 1052.

### **15 Zimmermannsmäßige Verbindungen**

Für Zapfenverbindungen (ausgenommen „unten liegende“ Zapfen,  $h_u = 0$ ) sind stets Querkzugverstärkungen vorzusehen (siehe Abschnitt 11 (1)).

### **16 Kennzeichnung**

Es gelten die Angaben in DIN 1052.

## **Anhang A** (informativ)

### **Empfehlungen zur Dauerhaftigkeit von Holz und Holzwerkstoffen**

#### **A.1 Allgemeines**

- (1) Nachstehende Empfehlungen dienen beispielhaft zur Konstruktion von dauerhaften Brücken.
- (2) Die Dauerhaftigkeit hängt von den klimatischen, mechanischen und nutzungsbedingten Beanspruchungen ab.
- (3) Klimatische Einflüsse sind vor allem Niederschläge aber auch Sonneneinstrahlung, Wind, aufsteigende Feuchte über Nassbereichen usw.
- (4) Mechanische Beanspruchungen sind z. B. Verschleiß, Abrieb oder Anprall.
- (5) Nutzungsbedingte Beanspruchungen sind der Eintrag von Feuchte und Korrosionsstoffen in die innere Konstruktion einer gedeckten Brücke durch Fahrzeugverkehr, die Benutzung als Loipenbrücke mit lang einwirkender Schneebedeckung oder die Verwendung von korrosiven Enteisungsmitteln.
- (6) Die Beanspruchungen wirken sich unterschiedlich stark auf die Dauerhaftigkeit aus. Dem entsprechend ist in der Regel eine Kombination unterschiedlicher baulicher und gegebenenfalls vorbeugender chemischer Schutzmaßnahmen vorzusehen.

ANMERKUNG Von chemischen Holzschutzmitteln können Umweltgefahren ausgehen.

- (7) Entsprechend der Schutzwirkung der Maßnahmen werden die Bauteile in die Schutzklassen „geschützt“ und „ungeschützt“ eingeteilt (siehe 3.1 und 3.2, sowie Bilder A.1 und A.2).
- (8) Der Schutz sollte kontrollierbar sein und eine Belüftung der geschützten Bauteile ermöglichen.
- (9) Bei Brücken mit kürzerer Nutzungsdauer wird die Kombination der Maßnahmen entsprechend angepasst.
- (10) Die Konstruktion der Brücke sollte mittels Überhöhungen oder planmäßigem Gefälle so ausgelegt werden, dass Wasser abfließen kann, auch unter Berücksichtigung der Durchbiegungen.

#### **A.2 Holz und Holzwerkstoffe**

- (1) Geschützte Bauteile (siehe 3.1) aus Brettschichtholz und aus technisch getrocknetem Vollholz und Holzwerkstoffen können ohne chemische Schutzmaßnahmen eingebaut werden.
- (2) Ungeschützte Bauteile (siehe 3.2) sollten aus resistenten Holzarten bestehen oder mit vorbeugenden chemischen Schutzmaßnahmen nach DIN 68800-3 behandelt werden.
- (3) Aufgrund möglicher Umweltgefahren, die von chemischen Holzschutzmitteln ausgehen können, sind zunächst alle Möglichkeiten für baulich-konstruktive Holzschutzmaßnahmen auszuschöpfen.
- (4) Sofern chemische Holzschutzmittel verwendet werden, sollten diese die Anforderungen des RAL-Gütezeichens „Holzschutzmittel“ (RAL-GZ 830) erfüllen.

**DIN 1074:2006-09**

(5) Bauteile, die nicht oder nur mit erheblichem Aufwand ausgetauscht werden können, wie z. B. Hauptträger, sollten als geschützte Bauteile ausgebildet werden. Beispiele dazu zeigt Bild A.1. Eine Durchfeuchtung der Bauteile durch Kondenswasser kann z. B. durch eine Hinterlüftung der Schutzschichten vermieden werden.

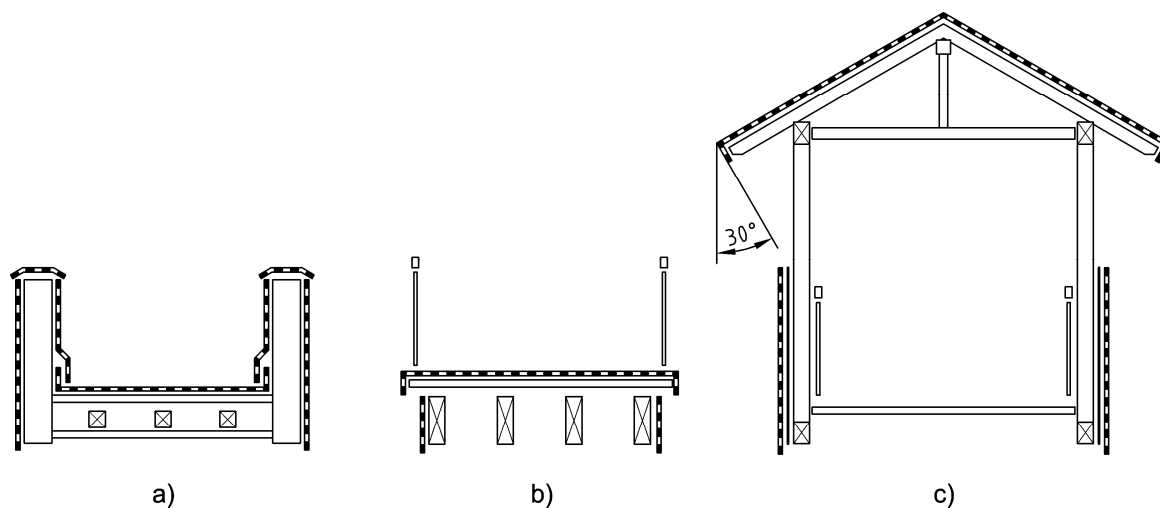
(6) Bei besonderer Nutzung der Brücke, z. B. bei Eintrag von Feuchte und korrosiven Stoffen in die innere Konstruktion einer gedeckten Brücke durch Fahrzeugverkehr, oder bei besonderer Exposition, z. B. unmittelbar über besonderen Nassbereichen (Wasserfall u. Ä.), sollten die gefährdeten Bauteile geschützt werden.

(7) Auch bei ungeschützten tragenden Bauteilen sollten die oberen Bauteilflächen Abdeckungen nach Bild A.2 erhalten.

(8) Untergeordnete oder austauschbare Bauteile wie z. B. Geländer und Bohlenbeläge können ungeschützt angeordnet werden.

(9) Einzelmaßnahmen, die in unterschiedlichen, auf die jeweilige Brücke bezogenen Kombinationen verwendet, die geplante Dauerhaftigkeit sicherstellen können:

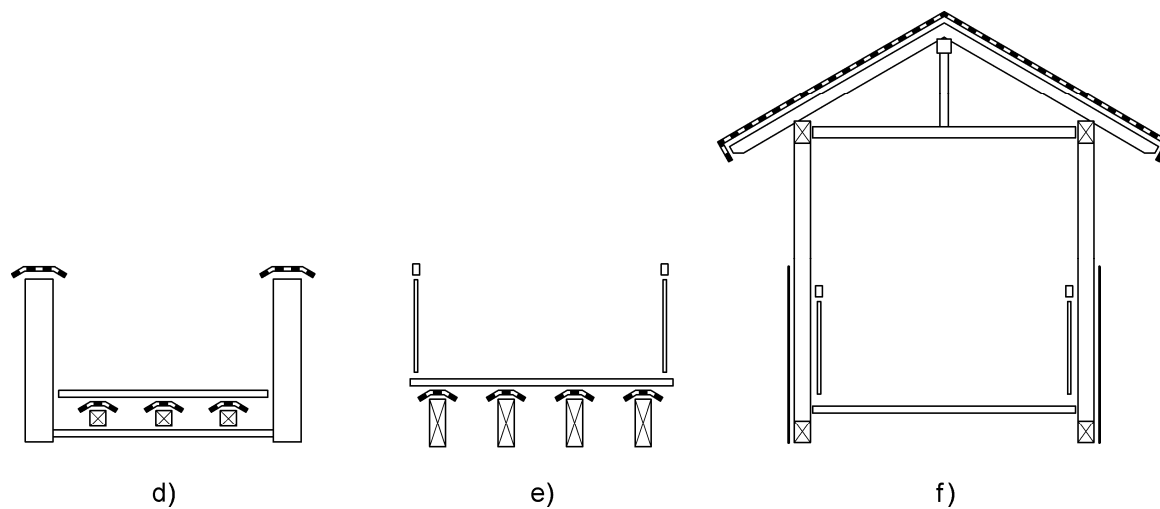
- Längs- oder Quergefälle sind geeignet, Oberflächen schnell und ungehindert zu entwässern. „Stehendes“ Wasser oder Schnee, z. B. in horizontalen Kehlen von gegeneinander geneigten Holzflächen, sollten vermieden werden.
- Öffnungen, Schlitze oder Kontaktflächen, in die Wasser eindringen und sich ansammeln kann, sollten vermieden werden.
- Horizontale oder leicht geneigte Oberflächen sind dauerhaft wasserdicht abzudecken, z. B. mit Blechbändern, geneigten Holzbrettern bzw. Holzwerkstoffstreifen oder mit geeigneten Kunststoff- bzw. Bitumenbahnen. Die Abdeckung sollte ausreichend weit überstehen. Eine Durchfeuchtung der Bauteile durch Kondenswasser sollte z. B. durch eine Hinterlüftung der Abdeckung vermieden werden.
- Geländerpfosten sollten so konstruiert werden, dass Durchdringungen von Abdichtungen und Belägen vermieden werden können.
- Bauteilunterkanten sollten mit ausreichendem Abstand von Nassbereichen, z. B. wasserführenden Schichten, Erdreich, Bewuchs o. Ä. eingebaut werden.
- Die besondere Gefährdung von Hirnholzflächen sollte berücksichtigt werden.
- Die Rissbildung infolge Schwindverformungen sollte durch Wahl einer geeigneten Einbaufeuchte und durch geeigneten Oberflächenschutz beschränkt werden.
- Durch die Wahl der Tragwerksgeometrie und der räumlichen Anordnung der Bauteile sollte eine ausreichende natürliche Belüftung aller Holzteile sichergestellt werden.
- Bewitterte Kontaktflächen (z. B. Hirnholzanschlüsse, mehrteilige Stäbe) sollten ausreichend hinterlüftet werden. Ist eine Hinterlüftung dieser Kontaktflächen nicht möglich oder sinnvoll, sollten die gefährdeten Fugen dauerhaft vor eindringender Feuchte geschützt werden.

**Legende**

- a) Brücke mit unten liegender Verkehrsbahn
- b) Brücke mit oben liegender Verkehrsbahn
- c) gedeckte Brücke

**Bild A.1 — Geschützte Brückenbauteile**

Die Bauteile sollten gegen Niederschläge durch eine allseitige wasserundurchlässige Schicht geschützt werden. Bei gedeckten Brücken (c) liegt die Unterkante von geschützten Bauteilen innerhalb eines Bereiches, der durch eine Gerade, die von der Dachkante um 30 ° gegen die Lotrechte zum überdachten Bereich hin geneigt ist, begrenzt wird.

**Legende**

- d) Brücke mit unten liegender Verkehrsbahn
- e) Brücke mit oben liegender Verkehrsbahn
- f) gedeckte Brücke

**Bild A.2 — Ungeschützte Brückenbauteile**

**DIN 1074:2006-09**

Da die unteren Bauteile und Verbindungen der gedeckten Brücke (f) unmittelbar der Bewitterung ausgesetzt sind, ist diese Bauausführung bestenfalls für Brücken mit planmäßig kurzer Standzeit geeignet, aber wegen des hohen Aufwandes in der Regel nicht zu empfehlen.

**A.3 Metallische Bauteile und Verbindungsmittel**

(1) Die baulichen Schutzmaßnahmen sollten der Korrosionsgefährdung der Bauteile und Verbindungsmittel angepasst werden.

(2) Bei nutzungsbedingtem Eintrag von Feuchte oder korrosiven Stoffen oder bei besonderer Exposition, z. B. unmittelbar über besonderen Nassbereichen (Wasserfall u. Ä.), sollten die gefährdeten Bauteile und Verbindungsmittel durch zusätzliche bauliche Maßnahmen (Verhinderung der Befeuchtung) oder durch zusätzlichen Korrosionsschutz geschützt werden.

(3) Der Einfluss einer chemischen Behandlung von Holz oder von Holz mit hohem Säuregehalt auf den Korrosionsschutz der Bauteile und Verbindungsmittel sollte berücksichtigt werden.

(4) Folgende Einzelmaßnahmen können beispielsweise die Korrosionsgefahr von bewitterten Bauteilen und Verbindungsmitteln verringern:

- Entwässerungslöcher in waagrecht liegenden oder leicht geneigt eingebauten Stahlblechen (z. B. Anschlussbleche von liegenden Verbänden und Fachwerken) vorsehen.
- Tropfscheiben in der Nähe des tief liegenden Anschlusses von längs geneigten Stahldiagonalen an Holzbauteilen (z. B. Verbandsstreben bei Längsneigung und im Jochbereich) einbauen.

Bewitterte Kontaktflächen (z. B. Kopfplattenanschluss Querträger-Hauptträger) sollten ausreichend hinterlüftet werden. Ist eine Hinterlüftung dieser Kontaktflächen nicht möglich oder sinnvoll, sollten die gefährdeten Kanten dauerhaft vor eindringender Feuchte geschützt werden.

## Anhang B (informativ)

### Durch Fußgänger verursachte Schwingungen

#### B.1 Allgemeines

- (1) Die Regeln in diesem Anhang gelten für Holzbrücken mit frei aufgelagerten Einfeldträgern oder Fachwerken, welche durch Fußgänger angeregt werden.
- (2) Es wird empfohlen, je nach Lage und Nutzung der Brücke die in der Tabelle B.1 zusammengestellten Gleichungen zur Berechnung der Beschleunigung der Brücke zu verwenden.

**Tabelle B.1 — Gleichungen zur Berechnung der Beschleunigung**

| Lage der Brücke                              | Nutzungs-<br>häufigkeit | Berechnung der Brückenbeschleunigung |                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|                                              |                         | vertikal                             | horizontal                          |
| außerhalb von Ortschaften                    | gelegentlich            | (B.1)                                | (B.6)                               |
|                                              | oft                     | (B.2) mit (B.3)                      | (B.7) mit (B.8)                     |
| innerhalb von Ortschaften                    | oft                     | (B.2) mit (B.3)                      | (B.7) mit (B.8)                     |
| im Bereich von möglichen Großveranstaltungen | oft                     | (B.2) mit (B.4)                      | (B.7) mit (B.9)                     |
| im Bereich von Bahnhöfen                     | gelegentlich            | (B.2) mit (B.3)                      | (B.7) mit (B.8)                     |
| im Bereich von Bahnhöfen (S- oder U- Bahn)   | oft                     | (B.2) mit (B.4)                      | (B.7) mit (B.9)                     |
| im Bereich von Sportstätten und Parkanlagen  | oft                     | (B.5)                                | Besondere Untersuchung erforderlich |
| auf Strecken mit Volksläufen                 | oft                     | Besondere Untersuchung erforderlich  |                                     |

#### B.2 Vertikale Schwingungen

- (1) Für eine die Brücke überquerende Person sollte die vertikale Beschleunigung der Brücke  $a_{\text{vert},1}$  angenommen werden zu:

$$a_{\text{vert},1} = \frac{200}{M\xi} \cdot k_{\text{vert}} \quad \text{in m/s}^2 \quad \text{für } 0 < f_{\text{vert}} \leq 5 \text{ Hz} \quad (\text{B.1})$$

**DIN 1074:2006-09**

Dabei ist

$M$  Gesamtmasse der Brücke in kg, gegeben durch  $M = m l$ ;

$l$  Spannweite der Brücke;

$m$  Masse je Längeneinheit (Eigenmasse) der Brücke in kg/m;

$\xi$  Dämpfungskoeffizient;

$f_{\text{vert}}$  Eigenfrequenz der Schwingung der Brücke in vertikaler Richtung;

$k_{\text{vert}}$  Beiwert, zu entnehmen Bild B.1;

(2) Für mehrere die Brücke überquerende Personen sollte die vertikale Beschleunigung der Brücke  $a_{\text{vert},n}$  berechnet werden zu:

$$a_{\text{vert},n} = 0,23 \cdot n \cdot a_{\text{vert},1} \quad (\text{B.2})$$

Dabei ist

$n$  Anzahl der Fußgänger;

$a_{\text{vert},1}$  Vertikale Beschleunigung infolge einer die Brücke überquerenden Person, zu bestimmen nach Gleichung (B.1).

Die Anzahl  $n$  der Fußgänger sollte angenommen werden zu:

$$n = 13 \quad \text{für eine Gruppe von Fußgängern;} \quad (\text{B.3})$$

$$n = 0,6 A \quad \text{für einen ununterbrochenen Fußgängerstrom,} \quad (\text{B.4})$$

wobei  $A$  die Fläche der Gehbahn in  $\text{m}^2$  ist.

(3) Wenn laufende Personen berücksichtigt werden, sollte die vertikale Beschleunigung der Brücke  $a_{\text{vert}}$  ausgelöst durch eine über die Brücke laufende Person, angenommen werden zu:

$$a_{\text{vert}} = \frac{600}{M\xi} \quad \text{in } \text{m/s}^2 \quad \text{für } 2,5 \text{ Hz} < f_{\text{vert}} \leq 3,5 \text{ Hz} \quad (\text{B.5})$$

### B.3 Horizontale Schwingungen

(1) Für eine die Brücke überquerende Person sollte die horizontale Beschleunigung  $a_{\text{hor},1}$  berechnet werden zu:

$$a_{\text{hor},1} = \frac{50}{M\xi} \cdot k_{\text{hor}} \quad \text{in } \text{m/s}^2 \quad \text{für } 0,5 \text{ Hz} \leq f_{\text{hor}} \leq 2,5 \text{ Hz} \quad (\text{B.6})$$

Dabei ist

$f_{\text{hor}}$  Eigenfrequenz der Schwingung der Brücke in horizontaler Richtung;

$k_{\text{hor}}$  Beiwert, zu entnehmen Bild B.2;



(2) Für mehrere die Brücke überquerende Personen sollte die horizontale Beschleunigung der Brücke  $a_{\text{hor},n}$  berechnet werden zu:

$$a_{\text{hor},n} = 0,18 \cdot n \cdot a_{\text{hor},1} \quad (\text{B.7})$$

Dabei ist

$n$  Anzahl der Fußgänger;

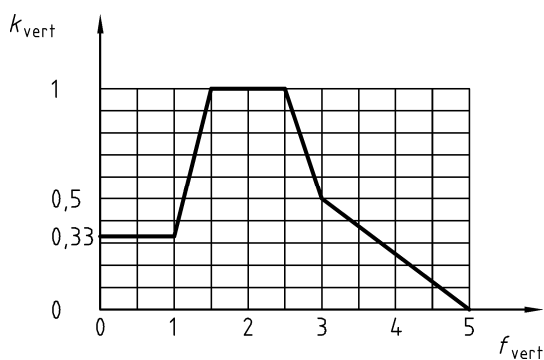
$a_{\text{hor},1}$  horizontale Beschleunigung infolge einer die Brücke überquerenden Person, zu bestimmen nach Gleichung (B.6).

Die Anzahl  $n$  der Fußgänger sollte angenommen werden zu:

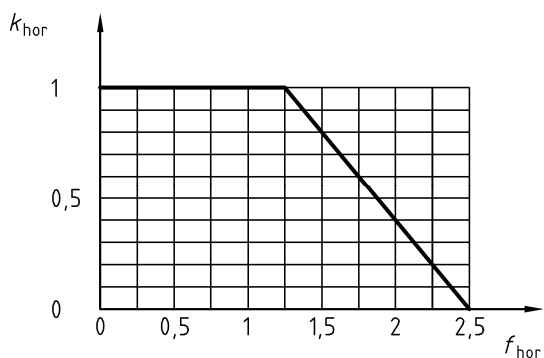
$n = 13$  für eine Gruppe von Fußgängern; (B.8)

$n = 0,6 \cdot A$  für einen ununterbrochenen Fußgängerstrom, (B.9)

wobei  $A$  die Fläche der Gehbahn in  $\text{m}^2$  ist.



**Bild B.1 — Beziehung zwischen der Eigenfrequenz (für vertikale Schwingungen)  $f_{\text{vert}}$  und dem Koeffizienten  $k_{\text{vert}}$**



**Bild B.2 — Beziehung zwischen der Eigenfrequenz (für horizontale Schwingungen)  $f_{\text{hor}}$  und dem Koeffizienten  $k_{\text{hor}}$**

## Anhang C (informativ)

### Ermüdungsnachweis für Holz, Holzwerkstoffe und Holzverbindungen

#### C.1 Allgemeines

(1) Der vereinfachte Nachweis basiert auf einer ermüdungswirksamen Einwirkung mit gleich bleibender Amplitude, welche gleichwertig die ermüdungswirksamen Einwirkungen des vollen Spektrums von Belastungsfällen ersetzt.

ANMERKUNG Ein zutreffenderer Ermüdungsnachweis für veränderliche Spannungsamplituden bzw. Kraftamplituden kann auf der Grundlage einer kumulativen linearen Schadenstheorie (Palmgren-Miner-Regel) erfolgen.

(2) Die Spannungen und Kräfte infolge ermüdungswirksamer Einwirkungen dürfen am linear elastischen System berechnet werden, die Nachgiebigkeit von Verbindungen sollte dabei berücksichtigt werden.

(3) Ein Ermüdungsnachweis ist erforderlich, wenn das Verhältnis  $\kappa$ , gegeben in Gleichung (C.1), größer ist als in Tabelle C.1 angegeben.

**Tabelle C.1 — Verhältnis  $\kappa$**

|   | Bauteile und Beanspruchung     |                                             | Verhältnis $\kappa$ |
|---|--------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|
| 1 | Holz- und Holzwerkstoffe       | Druck parallel und senkrecht zur Faser      | 0,6                 |
| 2 |                                | Biegung und Zug, Zug-Druck                  | 0,2                 |
| 3 |                                | Schub                                       | 0,15                |
| 4 | Verbindungsmittel <sup>a</sup> | Stiftförmige Verbindungsmittel (vorgebohrt) | 0,4                 |
| 5 |                                | Nägels (nicht vorgebohrt)                   | 0,1                 |
| 6 |                                | Andere (z. B. Dübel besonderer Bauart)      | 0,15                |

a Lochspiel im Holz oder in Holzwerkstoffen sollte vermieden werden.

mit

$$\kappa = \frac{|\sigma_{d,max} - \sigma_{d,min}|}{\frac{f_k}{\gamma_{M,fat}}} \quad (C.1)$$

Dabei ist

$\sigma_{d,max}$  die maximale Bemessungsspannung infolge ermüdungswirksamer Einwirkungen;

$\sigma_{d,min}$  die minimale Bemessungsspannung infolge ermüdungswirksamer Einwirkungen;

$f_k$  die charakteristische Festigkeit;

$\gamma_{M,fat}$  der Teilsicherheitsbeiwert für Baustoffe für den Ermüdungsnachweis  $\gamma_{M,fat} = 1,0$ .

Anstelle der Bemessungsspannung kann auch die Bemessungskraft verwendet werden.

## C.2 Ermüdungswirksame Einwirkungen

- (1) Aus den ermüdungswirksamen Einwirkungen werden ermüdungswirksame Spannungen bzw. Kräfte berechnet.
- (2) Die ermüdungswirksamen Einwirkungen aus Verkehr sollten aus den Projektvorgaben in Verbindung mit DIN-Fachbericht 101 erhalten werden.
- (3) Die Anzahl der konstanten Spannungsspiele je Jahr,  $N_{\text{obs}}$ , sollten aus DIN-Fachbericht 101:2003-03, Tabelle 4.5 entnommen werden.

## C.3 Ermüdungsnachweis

- (1) Für Einwirkungen mit konstanter Amplitude ist das Kriterium des Ermüdungsnachweises:

$$\sigma_{\text{d,max}} \leq f_{\text{fat,d}} \quad (\text{C.3})^1$$

Dabei ist

$\sigma_{\text{d,max}}$  die maximale Bemessungsspannung infolge ermüdungswirksamer Einwirkungen;

$f_{\text{fat,d}}$  der Bemessungswert der Ermüdungsfestigkeit.

- (2) Der Bemessungswert der Ermüdungsfestigkeit sollte angenommen werden zu:

$$f_{\text{fat,d}} = k_{\text{fat}} \frac{f_{\text{k}}}{\gamma_{\text{M,fat}}} \quad (\text{C.4})^1$$

Dabei ist

$k_{\text{fat}}$  der Beiwert für die Festigkeitsminderung infolge der Anzahl der Belastungszyklen.

- (3) Der Wert von  $k_{\text{fat}}$  sollte angenommen werden zu:

$$k_{\text{fat}} = 1 - \frac{1-R}{a(b-R)} \log(\beta N_{\text{obs}} t_{\text{L}}); \text{ jedoch } k_{\text{fat}} \geq 0,15 \quad (\text{C.5})$$

mit

$$R = \sigma_{\text{d,min}} / \sigma_{\text{d,max}} \quad \text{mit } -1 \leq R \leq 1; \quad (\text{C.6})$$

Dabei ist

$\beta$  der Beiwert für Schadensfolge;

$a, b$  die Ermüdungsbeiwerte nach Tabelle C.2;

$t_{\text{L}}$  der Bemessungswert der vorgesehenen Nutzungsdauer des Tragwerks in Jahren.

---

1) Anstelle der Spannungen  $\sigma$  und der Festigkeiten  $f$  können auch Kräfte gesetzt werden.

**DIN 1074:2006-09**

Der Beiwert  $\beta$  sollte angenommen werden zu:

Beträchtliche Konsequenzen:  $\beta = 3$ ;

Ohne beträchtliche Konsequenzen:  $\beta = 1$ .

**Tabelle C.2 — Ermüdungsbeiwerte  $a$  und  $b$**

|   |                                                                                      | $a$        | $b$        |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| 1 | Holzbauteile beansprucht auf:                                                        |            |            |
|   | – Druck parallel oder rechtwinklig zur Faser                                         | 2,0        | 9,0        |
|   | – Biegung und Zug, Zug-Druck, Schub                                                  | 9,5<br>6,7 | 1,1<br>1,3 |
| 2 | Verbindungen mit:                                                                    |            |            |
|   | – stiftförmigen Verbindungsmitteln (vorgebohrt) und Dübeln besonderer Bauart, Nägeln | 6,0<br>6,9 | 2,0<br>1,2 |

## **Literaturhinweise**

- [1] DIN 68800-3, *Holzschutz — Vorbeugender chemischer Holzschutz*
- [2] RAL-GZ 830, *Holzschutzmittel — Gütesicherung*



DIN V 4108-4/A1

**DIN**

ICS 91.120.10; 91.120.30

Änderung von  
DIN V 4108-4:2004-07***Vornorm*****Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden –  
Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte,  
Änderung A1**Thermal insulation and energy economy in buildings –  
Part 4: Hygrothermal design values, Amendment A1Isolation thermique et économie d'énergie en bâtiments immeuble –  
Partie 4: Valeurs de calcul hygrothermiques, Amendement A1

Gesamtumfang 7 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

## **Vorwort**

Bereits bei Abschluss der Arbeiten zu DIN V 4108-4:2004-07 wurde vom zuständigen Arbeitsausschuss NA 005-56-92 AA „Kennwerte und Anforderungsbedingungen“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) anerkannt, dass diese Vornorm unter stetiger Überarbeitung stehen muss, um die Entwicklung auf europäischer Ebene zu berücksichtigen und somit entsprechende Kennwerte für Produkte, die sich aus den entsprechenden Europäischen Normen ergeben, sukzessive zu integrieren.

In diesem Sinne fließen die Regelungen für den Wärmedämmputz nach DIN EN 998-1:2003-09 in diese Änderung mit ein.

Es ist zu erwarten, dass Ende 2006 weitere Europäische Normen vorliegen werden, die weitere notwendige Änderungen in der DIN V 4108-4 zur Folge haben.

Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser Vornorm sind erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an [nabau@din.de](mailto:nabau@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/Stellungnahme> abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).



**Änderungen gegenüber DIN V 4108-4:2004-07****1 Zu Tabelle 2:**

- a) Die Bemessungswerte bei expandiertem Kork (ICB) und Holzfaserdämmstoff (WF) in Tabelle 2 beinhalten einen Feuchtezuschlag. Zusätzlich wird die Fußnote b geändert von „ $\lambda = \lambda_D \cdot 1,2$  (außer für Zeilen 5.9 und 5.10, dort ist zusätzlich die Umrechnung der Feuchte hinzuzurechnen)“ auf  $\lambda = \lambda_D \cdot 1,2$  (in den Zeilen 5.9 und 5.10, ist die Umrechnung der Feuchte bereits realisiert; in der Zeile 5.9 ist die Umrechnung  $\lambda = \lambda_D \cdot 1,23$  und  $\lambda = \lambda_{\text{grenz}} \cdot 1,1$  sowie in der Zeile 5.10  $\lambda = \lambda_D \cdot 1,23$  und  $\lambda = \lambda_{\text{grenz}} \cdot 1,07$ ).

**Tabelle 2 — Zeile 5 von Tabelle 1 für Wärmedämmstoffe nach harmonisierten Europäischen Normen**

| Zeile | Stoff                                     | Kategorie I |                 | Kategorie II               |                 | Richtwert der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl <sup>a</sup><br>$\mu$ |
|-------|-------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|
|       |                                           | Nennwert    | Bemessungs-wert | Grenzwert                  | Bemessungs-wert |                                                                           |
|       |                                           | $\lambda_D$ | $\lambda^b$     | $\lambda_{\text{grenz}}^c$ | $\lambda^b$     |                                                                           |
| 5.9   | Expandierter Kork (ICB) nach DIN EN 13170 | 0,040       | 0,049           | 0,0368                     | 0,040           | 5/10                                                                      |
|       |                                           | 0,041       | 0,050           | 0,0377                     | 0,041           |                                                                           |
|       |                                           | 0,042       | 0,052           | 0,0386                     | 0,042           |                                                                           |
|       |                                           | 0,043       | 0,053           | 0,0395                     | 0,043           |                                                                           |
|       |                                           | 0,044       | 0,054           | 0,0404                     | 0,044           |                                                                           |
|       |                                           | 0,045       | 0,055           | 0,0413                     | 0,045           |                                                                           |
|       |                                           | .           | .               | .                          | .               |                                                                           |
|       |                                           | .           | .               | .                          | .               |                                                                           |
|       |                                           | .           | .               | .                          | .               |                                                                           |
|       |                                           | 0,055       | 0,067           | 0,0504                     | 0,055           |                                                                           |
| 5.10  | Holzfaserdämmstoff (WF) nach DIN EN 13171 | 0,032       | 0,039           | 0,0303                     | 0,032           | 5                                                                         |
|       |                                           | 0,033       | 0,040           | 0,0312                     | 0,033           |                                                                           |
|       |                                           | 0,034       | 0,042           | 0,0322                     | 0,034           |                                                                           |
|       |                                           | 0,035       | 0,043           | 0,0331                     | 0,035           |                                                                           |
|       |                                           | 0,036       | 0,044           | 0,0340                     | 0,036           |                                                                           |
|       |                                           | 0,037       | 0,045           | 0,0350                     | 0,037           |                                                                           |
|       |                                           | 0,038       | 0,046           | 0,0359                     | 0,038           |                                                                           |
|       |                                           | 0,039       | 0,048           | 0,0368                     | 0,039           |                                                                           |
|       |                                           | 0,040       | 0,049           | 0,0378                     | 0,040           |                                                                           |
|       |                                           | .           | .               | .                          | .               |                                                                           |
|       |                                           | .           | .               | .                          | .               |                                                                           |
|       |                                           | .           | .               | .                          | .               |                                                                           |
|       |                                           | 0,060       | 0,073           | 0,0565                     | 0,060           |                                                                           |

<sup>a</sup> Es ist jeweils der für die Baukonstruktion ungünstigere Wert einzusetzen. Bezüglich der Anwendung der  $\mu$ -Werte siehe DIN 4108-3.

<sup>b</sup>  $\lambda = \lambda_D \cdot 1,2$  (in den Zeilen 5.9 und 5.10, ist die Umrechnung der Feuchte bereits realisiert; in der Zeile 5.9 ist die Umrechnung  $\lambda = \lambda_D \cdot 1,23$  und  $\lambda = \lambda_{\text{grenz}} \cdot 1,1$  sowie in der Zeile 5.10  $\lambda = \lambda_D \cdot 1,23$  und  $\lambda = \lambda_{\text{grenz}} \cdot 1,07$ )

<sup>c</sup> Der Wert  $\lambda_{\text{grenz}}$  ist im Rahmen der technischen Spezifikationen des jeweiligen Dämmstoffs festzulegen.

- b) Die in 4.1 angegebene Tabelle 2 wird um den Stoff „Wärmedämmputz nach DIN EN 998-1 der Kategorie T1 bzw. T2“ ergänzt:

**Tabelle 2 — Zeile 5 von Tabelle 1 für Wärmedämmstoffe nach harmonisierten Europäischen Normen**

| Zeile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Stoff                                         | Kategorie I                   | Kategorie II                            |                               | Richtwert der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl <sup>a</sup><br>$\mu$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                               | Bemessungswert<br>$\lambda^b$ | Grenzwert<br>$\lambda_{\text{grenz}}^c$ | Bemessungswert<br>$\lambda^d$ |                                                                           |
| 5.11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Wärmedämmputz nach DIN EN 998-1 der Kategorie |                               |                                         |                               |                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | T1                                            |                               | 0,057                                   | 0,060                         |                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | T1                                            |                               | 0,066                                   | 0,070                         |                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | T1                                            |                               | 0,075                                   | 0,080                         |                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | T1                                            |                               | 0,085                                   | 0,090                         |                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                               | 0,120                         | 0,094                                   | 0,100                         | 5/20                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | T2                                            |                               | 0,113                                   | 0,120                         |                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | T2                                            |                               | 0,132                                   | 0,140                         |                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | T2                                            | 0,192                         | 0,150                                   | 0,160                         |                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                               |                               |                                         |                               |                                                                           |
| <sup>a</sup> Es ist jeweils der für die Baukonstruktion ungünstigere Wert einzusetzen. Bezüglich der Anwendung der $\mu$ -Werte siehe DIN 4108-3.<br><sup>c</sup> Der Wert $\lambda_{\text{grenz}}$ ist im Rahmen der technischen Spezifikationen des jeweiligen Dämmstoffs festzulegen.<br><sup>d</sup> $\lambda = \lambda_{\text{grenz}} \cdot 1,05$ |                                               |                               |                                         |                               |                                                                           |

## 2 Zu Tabelle 4:

Die Tabelle 4 „Ausgleichsfeuchtegehalte von Baustoffen“ ist in Zeile 5 durch den Baustoff Kork zu ergänzen.

**3 Zu Tabelle 6:**

In 4.3 Tabelle 6 wird für Holzfaserplatten ein Zuschlagswert von 0,15 aufgenommen. Weiterhin ist die Bezeichnung der pflanzlichen Faserdämmstoffe neu. Holzfaserplatten nach DIN EN 622 sind zusätzlich aufgenommen worden.

**Tabelle 6 — Zuschlagswerte**

| <b>Zeile</b> | <b>Stoffe</b>                                             | <b>Zuschlagswert<br/><i>Z</i></b> |
|--------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1            | anorganische Stoffe in loser Schüttung                    |                                   |
| 1.1          | expandiertes Gesteinsglas (z. B. Blähperlit)              | 0,05                              |
| 1.2          | sonstige anorganische Stoffe                              | 0,05                              |
| 3            | pflanzliche Faserdämmstoffe                               |                                   |
| 3.1          | Kokosfasern                                               | 0,10                              |
| 3.2          | sonstige pflanzliche Fasern                               | 0,20                              |
| 4            | synthetische Faserdämmstoffe                              | 0,20                              |
| 6            | Holzfaserplatten nach DIN EN 622                          | 0,15                              |
| 7            | Harnstoff-Formaldehydharz (UF)-Ortschaum nach DIN 18159-2 | 0,10                              |

**4 Neuer Abschnitt 7**

Zusätzlich aufgenommen wird ein Abschnitt zu Toren, zur Angabe der Bemessungswerte nach DIN EN 13241:

**7 Bemessungswerte für Tore**

Der Nennwert des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_D$  wird nach DIN EN 13241 ermittelt und mit dem CE-Zeichen angegeben.

Der Bemessungswert  $U_{D,BW}$  des Wärmedurchgangskoeffizienten ist nach Gleichung (4) zu ermitteln:

$$U_{D,BW} = U_D \quad (4)$$

Ist für den Nennwert des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_D$  kein Nachweis vorhanden, dürfen für den Anwendungsbereich der DIN V 4108-4 pauschal folgende Bemessungswerte  $U_{D,BW}$  verwendet werden:

**Tabelle 15 — Bemessungswert  $U_{D,BW}$  in Abhängigkeit der konstruktiven Merkmale**

| <b>Toraufbau <sup>a</sup></b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>Bemessungswert des<br/>Wärmedurchgangskoeffizienten</b><br><br>$U_{D,BW}$<br>$W/(m^2 \cdot K)$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tore <sup>b</sup> mit einem Torblatt aus Metall (einschalig, ohne wärmetechnische Trennung)                                                                                                                                                       | 6,5                                                                                               |
| Tore <sup>b</sup> mit einem Torblatt aus metall- oder holzbeplankten Paneelen aus Dämmstoffen ( $\lambda \leq 0,04 W/(m \cdot K)$ bzw. $R_D \geq 0,5 (m^2 \cdot K)/W$ bei 15 mm Schichtdicke)                                                     | 2,9                                                                                               |
| Tore <sup>b</sup> mit einem Torblatt aus Holz und Holzwerkstoffen, Dicke der Torfüllung $\geq 15$ mm                                                                                                                                              | 4,0                                                                                               |
| Tore <sup>b</sup> mit einem Torblatt aus Holz und Holzwerkstoffen, Dicke der Torfüllung $\geq 25$ mm                                                                                                                                              | 3,2                                                                                               |
| <sup>a</sup> Unter Tor wird hier verstanden: Eine Einrichtung, um eine Öffnung zu schließen, die in der Regel für die Durchfahrt von Fahrzeugen vorgesehen ist.<br><sup>b</sup> Der allgemeine Begriff für „Tor“ ist in DIN EN 12433-1 definiert. |                                                                                                   |

ANMERKUNG Die in Tabelle 15 angegebenen Werte können nicht für die Deklaration des  $U_D$ -Wertes im Rahmen des CE-Nachweises nach DIN EN 13241 verwendet werden.

## 5 Neuer Abschnitt 8

Zusätzlich aufgenommen wird ein Abschnitt zur Berechnung von Dämmstoffdicken bei Rohrleitungen:

## 8 Berechnung von Dämmstoffdicken bei Rohrleitungen

Tabelle 16 — Bestimmung von Dämmstoffdicken bei Einhaltung der Mindestanforderung der EnEV

| Kupferrohre Cu nach E DIN EN 1057 |                                           |                                              | Stahlrohre Fe                      |                   |                                              |                    | Mindest-<br>dicke<br>nach<br>EnEV<br>0,035<br>W/(m · K)<br>(100%)<br>mm | Wärme-<br>durch-<br>gangsko-<br>effizient <sup>a</sup><br>W/(m · K) | Mindestdicke der Dämmschicht in mm<br>bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von |                    |                    |                    |  |
|-----------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|
| Nennweite                         | Rohr-<br>außen-<br>durch-<br>messer<br>mm | Rohrinnen-<br>durch-<br>messer<br>mm<br>max. | nach DIN EN 10255 (Mittlere Reihe) | Gewinde-<br>größe | Rohrinnen-<br>durch-<br>messer<br>mm<br>max. | 0,025<br>W/(m · K) |                                                                         |                                                                     | 0,030<br>W/(m · K)                                                            | 0,035<br>W/(m · K) | 0,040<br>W/(m · K) | 0,045<br>W/(m · K) |  |
| DN                                | mm                                        | mm                                           | DN                                 | mm                | mm                                           | mm                 | W/(m · K)                                                               | W/(m · K)                                                           | W/(m · K)                                                                     | W/(m · K)          | W/(m · K)          |                    |  |
| 8                                 | 10                                        | 8                                            |                                    |                   |                                              | 20                 | 0,125                                                                   | 10                                                                  | 14                                                                            | 20                 | 28                 | 38                 |  |
|                                   |                                           |                                              | 6                                  | 10,2              | 1/8                                          | 6,2                | 0,126                                                                   | 10                                                                  | 14                                                                            | 20                 | 28                 | 38                 |  |
| 10                                | 12                                        | 10                                           |                                    |                   |                                              | 20                 | 0,137                                                                   | 10                                                                  | 15                                                                            | 20                 | 27                 | 37                 |  |
|                                   |                                           |                                              | 8                                  | 13,5              | 1/4                                          | 8,9                | 0,145                                                                   | 10                                                                  | 15                                                                            | 20                 | 27                 | 36                 |  |
| 10                                | 15                                        | 13                                           |                                    |                   |                                              | 20                 | 0,154                                                                   | 11                                                                  | 15                                                                            | 20                 | 27                 | 35                 |  |
|                                   |                                           |                                              | 10                                 | 17,2              | 3/8                                          | 12,6               | 0,165                                                                   | 11                                                                  | 15                                                                            | 20                 | 26                 | 34                 |  |
| 15                                | 18                                        | 16                                           |                                    |                   |                                              | 20                 | 0,170                                                                   | 11                                                                  | 15                                                                            | 20                 | 26                 | 34                 |  |
|                                   |                                           |                                              | 15                                 | 21,3              | 1/2                                          | 16,1               | 0,187                                                                   | 11                                                                  | 15                                                                            | 20                 | 26                 | 33                 |  |
| 20 <sup>b</sup>                   | 22                                        | 19                                           |                                    |                   |                                              | 20                 | 0,191                                                                   | 11                                                                  | 15                                                                            | 20                 | 26                 | 33                 |  |
|                                   |                                           |                                              | 20                                 | 26,9              | 3/4                                          | 21,7               | 0,216                                                                   | 12                                                                  | 16                                                                            | 20                 | 25                 | 32                 |  |
| 25                                | 28                                        | 25                                           |                                    |                   |                                              | 30                 | 0,179                                                                   | 17                                                                  | 23                                                                            | 30                 | 39                 | 49                 |  |
|                                   |                                           |                                              | 25                                 | 33,7              | 1                                            | 27,3               | 0,200                                                                   | 18                                                                  | 23                                                                            | 30                 | 38                 | 48                 |  |
| 32                                | 35                                        | 32                                           |                                    |                   |                                              | 30                 | 0,205                                                                   | 18                                                                  | 23                                                                            | 30                 | 38                 | 47                 |  |
|                                   |                                           |                                              | 32                                 | 42,2              | 1 1/4                                        | 36                 | 0,208                                                                   | 21                                                                  | 28                                                                            | 36                 | 46                 | 57                 |  |
| 40                                | 42                                        | 39                                           |                                    |                   |                                              | 39                 | 0,198                                                                   | 23                                                                  | 30                                                                            | 39                 | 50                 | 62                 |  |
|                                   |                                           |                                              | 40                                 | 48,3              | 1 1/2                                        | 41,9               | 0,207                                                                   | 25                                                                  | 33                                                                            | 42                 | 53                 | 66                 |  |
| 50                                | 54                                        | 50                                           |                                    |                   |                                              | 50                 | 0,201                                                                   | 29                                                                  | 39                                                                            | 50                 | 63                 | 79                 |  |
|                                   |                                           |                                              | 50                                 | 60,3              | 2                                            | 53,1               | 0,208                                                                   | 32                                                                  | 42                                                                            | 53                 | 67                 | 83                 |  |
|                                   | 64                                        | 60                                           |                                    |                   |                                              | 60                 | 0,201                                                                   | 35                                                                  | 47                                                                            | 60                 | 76                 | 94                 |  |
| 65                                | 76                                        | 72,1                                         |                                    |                   |                                              | 72,1               | 0,201                                                                   | 43                                                                  | 56                                                                            | 72                 | 91                 | 113                |  |
|                                   |                                           |                                              | 65                                 | 76,1              | 2 1/2                                        | 68,9               | 0,206                                                                   | 41                                                                  | 54                                                                            | 69                 | 87                 | 107                |  |
| 80                                | 89                                        | 84,9                                         |                                    |                   |                                              | 84,9               | 0,201                                                                   | 50                                                                  | 66                                                                            | 85                 | 107                | 133                |  |
|                                   |                                           |                                              | 80                                 | 88,9              | 3                                            | 80,9               | 0,206                                                                   | 48                                                                  | 63                                                                            | 81                 | 102                | 126                |  |
| 100 <sup>b</sup>                  | 108 <sup>b, c</sup>                       | 103 <sup>b, c</sup>                          |                                    |                   |                                              | 100                | 0,205                                                                   | 60                                                                  | 78                                                                            | 100                | 126                | 156                |  |
|                                   |                                           |                                              | 100                                | 114,3             | 4                                            | 105,3              | 0,213                                                                   | 60                                                                  | 79                                                                            | 100                | 125                | 154                |  |

ANMERKUNG Wenn Zwischenwerte als Nennwerte produktionsbedingt bestehen sind die in der Tabelle 16 genannten Mindestdämmschichtdicken linear zu interpretieren und auf ganze Millimeter aufzurunden.

<sup>a</sup> Wärmeübergangskoeffizient innen; nicht berücksichtigt; Wärmeübergangskoeffizient außen: 10 W/(m<sup>2</sup> · K).

<sup>b</sup> Nicht in E DIN EN 1057 enthalten.

<sup>c</sup> Errechnete Werte.



# Fliegende Bauten

## Richtlinien für Bemessung und Ausführung

**DIN**  
**4112**

Temporary structures, fair-ground amusements; directives for dimensioning and construction

Ersatz für Ausgabe 03.60  
und Beiblatt zu DIN 4112/10.62

Métiers forains, types de manège; directives pour la dimensionnement et la construction

Diese Norm wurde in der Arbeitsgruppe Einheitliche Technische Baubestimmungen des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

### Inhalt

|                                                       | Seite |                                                     | Seite |
|-------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|-------|
| <b>1 Allgemeines</b> . . . . .                        | 3     | <b>4.4.3 Anprall</b> . . . . .                      | 5     |
| 1.1 Anwendungsbereich . . . . .                       | 3     | <b>4.5 Windlasten</b> . . . . .                     | 5     |
| <b>2 Bauvorlagen</b> . . . . .                        | 3     | <b>4.6 Schneelasten</b> . . . . .                   | 5     |
| 2.1 Allgemeines . . . . .                             | 3     | <b>4.7 Massenkkräfte,</b>                           |       |
| 2.2 Bau- und Betriebsbeschreibung . . . . .           | 3     | z. B. Flieh-, Kreisel- und Corioliskräfte . . . . . | 5     |
| 2.3 Konstruktionszeichnungen . . . . .                | 3     | <b>5 Grundsätze</b>                                 |       |
| 2.4 Nachweis der Standsicherheit . . . . .            | 3     | für die statischen Berechnungen . . . . .           | 5     |
| <b>3 Werkstoffe</b> . . . . .                         | 4     | 5.1 Allgemeines . . . . .                           | 5     |
| 3.1 Allgemeines . . . . .                             | 4     | 5.2 Schaukeln . . . . .                             | 6     |
| 3.2 Gebräuchliche Stähle . . . . .                    | 4     | 5.2.5.1 Strebenkräfte . . . . .                     | 6     |
| 3.2.1 Stähle für Bauteile . . . . .                   | 4     | 5.2.5.2 Kippsicherheit der Schaukel . . . . .       | 7     |
| 3.2.2 Stähle für Maschinenteile und Bauteile,         |       | 5.3 Riesenräder . . . . .                           | 7     |
| die gleichzeitig Maschinenbauteile sind . . . . .     | 4     | 5.3.1 Lasten . . . . .                              | 7     |
| 3.2.3 Verbindungselemente . . . . .                   | 4     | 5.3.2 Maßgebende Lastfälle . . . . .                | 8     |
| 3.3 Aluminium-Legierungen . . . . .                   | 4     | 5.3.3 Berechnung . . . . .                          | 8     |
| 3.4 Holz . . . . .                                    | 4     | 5.3.4 Montage . . . . .                             | 9     |
| <b>4 Lastarten und Lastannahmen</b> . . . . .         | 4     | 5.3.5 Allgemeine Hinweise . . . . .                 | 9     |
| 4.1 Ständige Lasten . . . . .                         | 4     | 5.4 Karussells . . . . .                            | 10    |
| 4.2 Verkehrslasten . . . . .                          | 4     | 5.4.1 Allgemeines . . . . .                         | 10    |
| 4.2.1 Lotrechte Lasten . . . . .                      | 4     | 5.4.2 Fliegerkarussells                             |       |
| 4.2.2 Waagerechte Lasten . . . . .                    | 4     | und Hängekarussells . . . . .                       | 10    |
| 4.3 Antriebs- und Bremskräfte . . . . .               | 5     | 5.4.3 Bodenkarussells                               |       |
| 4.4 Zuschläge für Stöße, für die                      |       | (Hänge- und Drehbodenkarussells) . . . . .          | 13    |
| Schwingung direkt befahrener                          |       | 5.4.4 Karussells                                    |       |
| Bauteile und für den Anprall . . . . .                | 5     | mit mehreren Bewegungen . . . . .                   | 13    |
| 4.4.1 Stöße . . . . .                                 | 5     | 5.4.4.1 Allgemeines . . . . .                       | 13    |
| 4.4.2 Schwingung direkt befahrener Bauteile . . . . . | 5     | 5.4.4.2 Karussells auf Schienenbahn . . . . .       | 15    |

Fortsetzung Seite 2 bis 31

|                                                                                                                                                              | Seite |                                                                                                                      | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 5.4.4.2.2 Ohne zentrale Führung<br>(z. B. Bayernkurve) . . . . .                                                                                             | 15    | 5.17.4.5 Sicherheitsabstände –<br>Sicherungen . . . . .                                                              | 22    |
| 5.4.4.3 Karussells mit wellenartiger<br>Laufbahn (z. B. Berg- und<br>Talbahnen) . . . . .                                                                    | 15    | 5.17.4.6 Prüfmessungen, Nachspannen . . . . .                                                                        | 22    |
| 5.4.4.4 Karussells mit mehreren Dreh-<br>werken (z. B. Calypso) . . . . .                                                                                    | 15    | <b>6 Umkippen, Gleiten und Abheben</b> . . . . .                                                                     | 22    |
| 5.5 Hochgeschäfte mit schienen-<br>gebundenen Fahrzeugen . . . . .                                                                                           | 15    | 6.1 Kipp-, Gleit- und Abhebesicherheit . . . . .                                                                     | 22    |
| 5.5.1 Schiene . . . . .                                                                                                                                      | 15    | 6.2 Bodenverankerungen . . . . .                                                                                     | 23    |
| 5.5.2 Traggerüst . . . . .                                                                                                                                   | 17    | 6.2.1 Ankertragfähigkeiten . . . . .                                                                                 | 23    |
| 5.5.3 Fahrzeuge . . . . .                                                                                                                                    | 18    | 6.2.1.1 Allgemeines . . . . .                                                                                        | 23    |
| 5.5.4 Bremsen . . . . .                                                                                                                                      | 18    | 6.2.1.2 Gewichtsanker . . . . .                                                                                      | 23    |
| 5.5.5 Rücklaufsicherungen . . . . .                                                                                                                          | 18    | 6.2.1.3 Stabanker . . . . .                                                                                          | 23    |
| 5.6 Sonstige Bahnen mit schienen-<br>gebundenen Fahrzeugen . . . . .                                                                                         | 19    | 6.2.1.4 Zu verankernde Kraft<br>und Sicherheitsbeiwerte . . . . .                                                    | 24    |
| 5.7 Autofahrgeschäfte . . . . .                                                                                                                              | 19    | 6.2.2 Hinweise . . . . .                                                                                             | 24    |
| 5.7.1 Autofahrgeschäfte mit Fahrbahnen<br>für eine Fahrtrichtung (z. B. Autopisten,<br>Stockwerksautobahnen,<br>Go-Cart-Bahnen, Motorrollerbahnen) . . . . . | 19    | 6.3 Unterpallungen . . . . .                                                                                         | 25    |
| 5.7.1.1 Fahrbahnen . . . . .                                                                                                                                 | 19    | <b>7 Festigkeitsnachweise</b> . . . . .                                                                              | 25    |
| 5.7.1.2 Fahrbahnbanden . . . . .                                                                                                                             | 19    | 7.1 Allgemeines . . . . .                                                                                            | 25    |
| 5.7.1.3 Fahrbahntraggerüste . . . . .                                                                                                                        | 19    | 7.2 Vorwiegend ruhende Beanspruchung . . . . .                                                                       | 25    |
| 5.7.1.4 Fahrzeuge . . . . .                                                                                                                                  | 19    | 7.3 Schwingende Beanspruchung . . . . .                                                                              | 25    |
| 5.7.1.5 Verkehrslasten . . . . .                                                                                                                             | 19    | 7.3.1 Schwingfestigkeit von<br>Baukonstruktionen . . . . .                                                           | 25    |
| 5.7.2 Fahrgeschäfte mit beliebigen<br>Fahrtrichtungen (Autoskooter) . . . . .                                                                                | 19    | 7.3.2 Schwingfestigkeit von<br>Maschinenteilen . . . . .                                                             | 26    |
| 5.7.2.1 Überdachungskonstruktion . . . . .                                                                                                                   | 19    | 7.3.2.1 Ermittlung der ertragbaren<br>Spannung . . . . .                                                             | 26    |
| 5.7.2.2 Fahrbahnfläche . . . . .                                                                                                                             | 19    | 7.3.2.2 Ermittlung der vorhandenen<br>Spannungen . . . . .                                                           | 26    |
| 5.7.2.3 Fahrbahnbanden . . . . .                                                                                                                             | 20    | 7.3.2.3 Sicherheitsbeiwert . . . . .                                                                                 | 26    |
| 5.7.2.4 Tragkonstruktion . . . . .                                                                                                                           | 20    | 7.4 Schrauben . . . . .                                                                                              | 26    |
| 5.7.2.5 Fahrzeuge . . . . .                                                                                                                                  | 20    | 7.5 Seile, Ketten, Sicherheitseinrich-<br>tungen, Seiltriebe, Anschluß-<br>und Verbindungsteile . . . . .            | 27    |
| 5.8 Steilwandbahnen . . . . .                                                                                                                                | 20    | 7.5.1 Normen für Seile, Ketten,<br>Sicherheitseinrichtungen, Seiltriebe,<br>Anschluß- und Verbindungsteile . . . . . | 27    |
| 5.9 Globusse . . . . .                                                                                                                                       | 20    | 7.5.2 Seile, Ketten, Riemen, Bänder . . . . .                                                                        | 27    |
| 5.10 Anlagen für artistische<br>Vorführungen in der Luft . . . . .                                                                                           | 20    | 7.5.2.1 Zulässige Tragfähigkeit von Seilen,<br>Ketten, Riemen, Bändern . . . . .                                     | 27    |
| 5.11 Rotoren . . . . .                                                                                                                                       | 20    | 7.5.2.2 Aufhängungen von mit Personen<br>belasteten Bauteilen<br>(z. B. Sitze, Gondeln) . . . . .                    | 27    |
| 5.12 Toboggans . . . . .                                                                                                                                     | 20    | 7.5.2.3 Halte-, Abspann- und Veranke-<br>rungsseile bzw. -ketten . . . . .                                           | 27    |
| 5.13 Rollende Tonnen . . . . .                                                                                                                               | 20    | 7.5.3 Seiltriebe . . . . .                                                                                           | 28    |
| 5.14 Schiebebühnen . . . . .                                                                                                                                 | 21    | 7.5.4 Sicherheitseinrichtungen . . . . .                                                                             | 28    |
| 5.15 Drehscheiben (Teufelsräder<br>und dergleichen) . . . . .                                                                                                | 21    | 7.5.5 Anschluß- und Verbindungsteile . . . . .                                                                       | 28    |
| 5.16 Tribünen . . . . .                                                                                                                                      | 21    | <b>8 Bauliche Durchbildung und Ausführung</b> . . . . .                                                              | 28    |
| 5.17 Überdachungskonstruktionen<br>(z. B. geschlossene oder offene Hallen,<br>Zelthallen, Membranbauten) . . . . .                                           | 21    | 8.1 Anordnung – Zugänglichkeit . . . . .                                                                             | 28    |
| 5.17.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                                 | 21    | 8.2 Sicherungen – Sicherheits-<br>einrichtungen . . . . .                                                            | 28    |
| 5.17.2 Werkstoffe für raum-<br>abschließende Elemente . . . . .                                                                                              | 21    | 8.3 Lösbare Verbindungen . . . . .                                                                                   | 28    |
| 5.17.3 Konstruktionen mit Primär-<br>tragwerk (z. B. Binderhallen) . . . . .                                                                                 | 21    | 8.4 Schweißverbindungen . . . . .                                                                                    | 29    |
| 5.17.3.1 Einspannung . . . . .                                                                                                                               | 21    | 8.5 Formgebung schwingend<br>beanspruchter Teile . . . . .                                                           | 29    |
| 5.17.3.2 Bodenaufasten und Verankerungen<br>zur Sicherung gegen Windsoglasten . . . . .                                                                      | 21    | 8.6 Auflagerungen . . . . .                                                                                          | 29    |
| 5.17.3.3 Windverbände . . . . .                                                                                                                              | 21    | 8.7 Zentralmaste . . . . .                                                                                           | 29    |
| 5.17.3.4 Membrankräfte aus Wind . . . . .                                                                                                                    | 21    | 8.8 Bremsen . . . . .                                                                                                | 29    |
| 5.17.4 Konstruktionen mit mechanisch<br>gespannten, primärtragenden<br>Membranen . . . . .                                                                   | 22    | 8.9 Verbände – Aussteifungen . . . . .                                                                               | 29    |
| 5.17.4.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                               | 22    | 8.9.1 Aussteifende Verbände<br>(Windverbände) . . . . .                                                              | 29    |
| 5.17.4.2 Vorspannung . . . . .                                                                                                                               | 22    | 8.10 Korrosionsschutz, Oberflächenschutz,<br>Schutz gegen Fäulnis . . . . .                                          | 29    |
| 5.17.4.3 Wind auf das Membrantragwerk . . . . .                                                                                                              | 22    | 8.11 Fahrgastsitze – Fahrgastraum . . . . .                                                                          | 29    |
| 5.17.4.4 Konstruktive Durchbildung . . . . .                                                                                                                 | 22    | 8.12 Kugeldrehverbindungen . . . . .                                                                                 | 29    |



## 1 Allgemeines

Entwurf, Berechnung und Ausführung Fliegender Bauten, aber auch deren Auf- und Abbau, Betrieb und Reparatur erfordern gründliche Kenntnisse der baulichen und betrieblichen Anforderungen an diese Anlagen, Kenntnisse über die Eigenschaften der zu verwendenden Baustoffe sowie Erfahrungen bezüglich des Zusammenbaues der Einzelteile im Hinblick auf häufigen Auf- und Abbau und Transport. Daher dürfen nur solche Fachleute und Betriebe diese Bauten entwerfen, berechnen, herstellen und instandsetzen, die über diese Kenntnisse und Erfahrungen verfügen und eine einwandfreie Ausführung sicherstellen.

### 1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für bauliche Anlagen, die geeignet und in der Regel auch dazu bestimmt sind, wiederholt aufgestellt und zerlegt zu werden, z. B. Karussells, Luftschaukeln, Riesenräder, Achterbahnen und Rutschbahnen, Tribünen, Buden und Zelte, bauliche Anlagen für artistische Vorführungen in der Luft. Ferner gehören dazu auch Wagen, die zeitweilig betriebsmäßig ortsfest benutzt werden.

Die Norm ist auch anzuwenden für die Bemessung Fliegender Bauten in Vergnügungsparks mit Ausnahme der Gründung.

Ortsfeste Tribünen, Baustelleneinrichtungen, Gerüste und versetzbare landwirtschaftliche bauliche Anlagen gehören nicht zu den Fliegenden Bauten.

## 2 Bauvorlagen

### 2.1 Allgemeines

Zu den Bauvorlagen gehören alle für die Beurteilung der Stand- und Betriebssicherheit bei der Bearbeitung des Bauantrages und bei den nachfolgenden Abnahmen erforderlichen Unterlagen. Sie müssen alle Bauzustände für den Betrieb des Fliegenden Baues umfassen. Dazu sind eine Bau- und Betriebsbeschreibung, Konstruktionszeichnungen und der Nachweis der Standsicherheit nach Abschnitt 2.4 und der Betriebssicherheit erforderlich.

### 2.2 Bau- und Betriebsbeschreibung

In dieser Beschreibung ist der Fliegende Bau, insbesondere seine Konstruktion und Nutzung und sein statisches System zu erläutern. Ausreichende Angaben über maschinen- und elektrotechnische Einrichtungen sind aufzuführen.

Zur Beschreibung gehören Angaben über Besonderheiten des Fliegenden Baues und eventuelle Aufstellungsvarianten, über die Hauptabmessungen und darüber hinausgehende Bewegungsräume, Abgrenzungen, konstruktive Merkmale und Werkstoffe, Bewegungssysteme, Antriebsarten, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, über elektrotechnische Einrichtungen, Funktions- und Betriebsablauf, eventuelle Einschränkungen des Benutzerkreises.

### 2.3 Konstruktionszeichnungen

Sie sind für alle Baugruppen und Einzelteile erforderlich, deren Bruch bzw. Versagen die Stand- oder Betriebssicherheit gefährden können. Die Konstruktionszeichnungen müssen alle für die Prüfung und die Abnahmen notwendigen Maße und Querschnittswerte, Angaben über Werkstoffe, Bauteile und Verbindungsmittel sowie über Geschwindigkeiten enthalten.

Zu den Konstruktionszeichnungen gehören:

- a) Übersichtszeichnungen in Grundriß, Aufriß und Schnitten, je nach Größe des Fliegenden Baues im Maßstab 1 : 100, 1 : 50 oder 1 : 20. Der für die beweglichen Teile erforderliche lichte Raum ist anzugeben.
- b) Detailzeichnungen über alle in den Übersichtszeichnungen nicht klar erkennbaren Bauteilgruppen, Anschlüsse und für die Sicherheit des Fliegenden Baues und des Betriebes wichtigen Einzelheiten bautechnischer, maschinentechnischer und elektrotechnischer Art in größerem Maßstab, z. B. 1 : 10, 1 : 5, 1 : 2,5, 1 : 1.

Dazu können erforderlich sein, Darstellungen

- der Drehwerke, Hub- und Schwenkeinrichtungen mit ihren Lagerungen, Antrieben und Steuerungen, Hub- und Schwenkbereichen,
  - der Fahrzeuge bzw. Gondeln und dergleichen in allen notwendigen Ansichten und Schnitten mit Angabe der Außenmaße, der für die Fahrgäste wichtigen Innenmaße (Sitze, Seiten- und Rückenlehnen, Fußraum), Festhaltmöglichkeiten, Schließ- und Sicherungseinrichtung,
  - der Fahrwerke mit Angaben über Lauf- und Sicherungsrollen, Lager, Achsen, Wellen, ihrer Befestigung und Bewegungsmöglichkeit gegenüber dem Fahrzeug, der Lenkung bzw. Steuerung sowie der Rücklaufsicherungen, Entgleisungs- bzw. Kipp-sicherungen, Puffer, Anhängervorrichtungen, Schutzvorrichtungen, Antriebe und Bremsen, der Verankerung mit dem Untergrund.
- c) Erforderlichenfalls Elektroschaltpläne, Pneumatik- und Hydraulikschaltpläne

### 2.4 Nachweis der Standsicherheit

2.4.1 Über die Standsicherheit sind folgende Nachweise zu erbringen:

- a) allgemeiner Spannungsnachweis,
- b) Betriebsfestigkeitsnachweis,
- c) Stabilitätsnachweis,
- d) Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen, Gleiten und Abheben,
- e) gegebenenfalls Formänderungsnachweis.

2.4.2 Die Nachweise müssen unter anderem enthalten:

- a) Die Lastannahmen unter Berücksichtigung der möglichen Betriebszustände bzw. der Aufstellungsvarianten. Bei bewegten Teilen sind Geschwindigkeit bzw. Drehzahl und Beschleunigung anzugeben,
- b) Hauptabmessungen und Querschnittswerte aller tragenden Bauteile sowie Angaben zur Beurteilung der Betriebsfestigkeit,
- c) Angaben über Werkstoffe,
- d) Ermittlung der ungünstigsten Spannungen und Angaben über die zulässigen Beanspruchungen der tragenden Bauteile und der Verbindungen,
- e) Angaben über elastische Formänderungen (Durchbiegung, Verdrehung), soweit diese für die Stand- oder Betriebssicherheit von Bedeutung sind,
- f) Angabe der Konstruktionsteile, die nach Abschnitt 7.3.1 besonders überprüft werden müssen.

### 3 Werkstoffe

#### 3.1 Allgemeines

Im allgemeinen dürfen für Bauteile Werkstoffe verwendet werden, für die in technischen Baubestimmungen Bemessungsangaben enthalten sind.

Andere Werkstoffe dürfen nur verwendet werden, wenn der Nachweis ihrer Brauchbarkeit durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen erbracht ist, oder wenn im Einzelfall die zuständige oberste Bauaufsichtsbehörde ihrer Verwendung zustimmt.

#### 3.2 Gebräuchliche Stähle

##### 3.2.1 Stähle für Bauteile

|         |                      |
|---------|----------------------|
| St 35   | nach DIN 1629 Teil 1 |
| St 37-2 | nach DIN 17 100      |
| St 52-3 | nach DIN 17 100      |
| GS-52   | nach DIN 1681        |
| C 35    | nach DIN 17 200      |

##### 3.2.2 Stähle für Maschinenteile und Bauteile, die gleichzeitig Maschinenbauteile sind

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| St 37-2   | nach DIN 17 100 |
| St 50-2   | nach DIN 17 100 |
| St 52-3   | nach DIN 17 100 |
| St 60-2   | nach DIN 17 100 |
| St 70-2   | nach DIN 17 100 |
| C 15      | nach DIN 17 210 |
| 16 MnCr 5 | nach DIN 17 210 |
| 20 MnCr 5 | nach DIN 17 210 |
| C 45      | nach DIN 17 200 |
| C 60      | nach DIN 17 200 |
| 40 Mn 4   | nach DIN 17 200 |
| 41 Cr 4   | nach DIN 17 200 |
| 42 CrMo 4 | nach DIN 17 200 |
| 50 CrV 4  | nach DIN 17 200 |
| GS-45.3   | nach DIN 1681   |

Für Maschinenteile dürfen auch Werkstoffe verwendet werden, für die in anderen Normen oder Werksnormen technologische Werte angegeben sind.

##### 3.2.3 Verbindungselemente

Schrauben und Bolzen der Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 6.9, 8.8 und 10.9 nach DIN ISO 898 Teil 1.

#### 3.3 Aluminium-Legierungen

Aluminium-Legierungen für vorwiegend ruhende Beanspruchung nach DIN 4113 Teil 1.

#### 3.4 Holz

Nach DIN 1052 Teil 1.

### 4 Lastarten und Lastannahmen

#### 4.1 Ständige Lasten

Hierzu gehören die Eigenlast des Tragwerks, des Zubehörs und der technischen Einrichtungen, die zum Betrieb notwendig sind sowie Bespannungen, Dekorationen und dergleichen.

Die ständigen Lasten sind nach DIN 1055 Teil 1 und Teil 2 zu ermitteln. Für Maschinenteile, elektrische Einrichtungen, Fahrzeuge, Gondeln und dergleichen sind die Eigenlasten nachzuweisen.

Die Eigenlast trockener Leinwand bei Berechnung der Bauten für Winddruck von unten, erforderlich für Unter-

suchung der Kippsicherheit und Bemessung der Verankerung, ist mit  $0,005 \text{ kN/m}^2$ , in allen anderen Fällen nach DIN 1055 Teil 1 anzunehmen.

#### 4.2 Verkehrslasten

Das sind die an einem Bauteil angreifenden äußeren Kräfte, die Größe, Richtung und Angriffsort im regelmäßigen Betrieb ändern können (siehe auch Abschnitt 5).

##### 4.2.1 Lotrechte Lasten

**4.2.1.1** Die Last je erwachsener Person ist mit  $0,75 \text{ kN}$ , je Kind mit  $0,50 \text{ kN}$  anzunehmen. Ist die bauliche Anlage zur Benutzung durch Erwachsene und Kinder oder nur für Kinder vorgesehen, so ist die zulässige Personenanzahl je Sitzgruppeneinheit (z. B. Gondel) durch Anschlag anzuzeigen.

**4.2.1.2** Für Fußböden, allgemein zugängliche Treppen, Treppenabsätze, Rampen, Zu- und Abgänge und dergleichen ist eine Verkehrslast von  $3,5 \text{ kN/m}^2$  anzunehmen. Ist mit besonders großem Menschengedränge zu rechnen, so ist die Verkehrslast auf  $5 \text{ kN/m}^2$  zu erhöhen. Das muß z. B. stets bei Zirkussen geschehen. Tribünen mit festen Sitzplätzen sind für eine Verkehrslast von  $5 \text{ kN/m}^2$ , Tribünen ohne feste Sitzplätze für eine Verkehrslast von  $7,5 \text{ kN/m}^2$  zu bemessen. Für Tribünentreppen und deren Podeste ist eine Verkehrslast von  $7,5 \text{ kN/m}^2$  anzusetzen.

**4.2.1.3** Fußböden, Podien, Rampen, Treppen, Laufstege und dergleichen, die zwar von Einzelpersonen begangen werden, aber für die allgemeine Benutzung nicht bestimmt sind, sind mit  $1 \text{ kN}$  Einzellast in ungünstigster Stellung bzw. mit  $1 \text{ kN/m}^2$  zu bemessen.

**4.2.1.4** Bei Karussells, in dem vom Publikum betriebsmäßig begangenen Dreh- bzw. Auslegerbereich, sind zur Berücksichtigung des Fahrgastwechsels als Verkehrslast auf den Böden doppelt so viele Personen anzunehmen wie Plätze auf den Fahrzeugen bzw. Figuren vorhanden sind, oder es ist eine Verkehrslast von  $2 \text{ kN/m}^2$  in Rechnung zu stellen. Der ungünstigere Wert ist für die Bemessung maßgebend.

**4.2.1.5** Die Sitzbretter von Sitzreihen sind für eine Verkehrslast von  $1,5 \text{ kN/m}$  zu bemessen. Dies gilt auch für Fußböden zwischen festen Sitzreihen, wenn sich aus Abschnitt 4.2.1.2 nicht höhere Lasten ergeben.

**4.2.1.6** Bei Treppen ohne Setzstufen oder bei Treppen mit nur einer mittleren Wange ist eine Einzellast von  $1 \text{ kN}$  je Stufe in ungünstigster Laststellung bzw. Flächenlast nach Abschnitt 4.2.1.2 oder Abschnitt 4.2.1.3 anzunehmen.

##### 4.2.2 Waagerechte Lasten

**4.2.2.1** Bei Brüstungen und Geländern sowie bei Wandtafeln ist die waagerechte Seitenkraft im allgemeinen mit  $0,5 \text{ kN/m}$  in Holmhöhe (Handlaufhöhe) anzunehmen. Bei Fliegenden Bauten, bei denen mit besonders großem Menschengedränge zu rechnen ist, muß dieser Wert auf  $1 \text{ kN/m}$  erhöht werden. Der Zwischenholm ist für eine waagerechte Seitenkraft von  $0,1 \text{ kN/m}$  zu bemessen.

**4.2.2.2** Für Geländer von Bedienungstreppen und -laufstegen nach Abschnitt 4.2.1.3 ist eine waagerechte Seitenkraft in Holmhöhe von  $0,15 \text{ kN/m}$  anzunehmen.

**4.2.2.3** Bei Tribünen und ähnlichen Sitz- und Steheinrichtungen ist zur Erzielung ausreichender Längs- und

Quersteifigkeit neben einer etwaigen Windlast nach Abschnitt 4.5 eine in Fußbodenhöhe angreifende waagerechte Seitenkraft in jeweils ungünstigster Richtung in Rechnung zu stellen, die zu 1/10 der Verkehrslast nach Abschnitt 4.2.1.2 anzunehmen ist.

#### 4.3 Antriebs- und Bremskräfte

Antriebs- und Bremskräfte sind für den gewählten Antrieb (z. B. Gleichstrommotor, Drehstrommotor, Hydraulikantrieb usw.) und die gewählte Bremse rechnerisch zu ermitteln und in dieser Größe anzusetzen. Bei Hydraulikzylindern sind die Einflüsse aus Anfahren und Abbremsen durch konstruktive Maßnahmen erfaßbar klein zu halten und rechnerisch zu berücksichtigen.

Für langsam laufende Fahrzeuge oder Drehwerke mit Geschwindigkeiten  $\leq 3$  m/s dürfen die Antriebs- und Bremskräfte mit 1/15 der bewegten ständigen Last und Verkehrslast angenommen werden, wenn kein genauere Nachweis geführt wird.

#### 4.4 Zuschläge für Stöße, für die Schwingung direkt befahrener Bauteile und für den Anprall

##### 4.4.1 Stöße

Treten während der Fahrbewegung in der Konstruktion oder in einzelnen ihrer Teile Stoßkräfte auf (z. B. aus Schienenstößen oder Abnutzung), so sind die in Betracht kommenden bewegten Lasten (ständige Last und Verkehrslast) mit der Stoßzahl von mindestens  $\varphi_1 = 1,2$  zu vervielfachen, sofern die Art des Betriebes und der Konstruktion keinen höheren Wert erfordert. Werden bei Fahrversuchen an der Ausführung entscheidend größere Stoßkräfte (z. B. durch Schienenstöße) festgestellt und können diese konstruktiv nicht behoben werden, dann ist der Wert  $\varphi_1$  entsprechend zu erhöhen.

Nicht zu den Stoßkräften zählen Kräfte aus Anfahren und Abbremsen wie z. B. beim Hydraulikzylinder, siehe hierzu Abschnitt 4.3.

##### 4.4.2 Schwingung direkt befahrener Bauteile

Wegen der Schwingwirkungen in direkt befahrenen Bauteilen, z. B. Achterbahnschienen, sind alle Schnittgrößen im Fahrzeug und den direkt befahrenen Bauteilen mit dem Schwingbeiwert  $\varphi_2 = 1,2$  zu vervielfachen.

Bei entsprechendem Nachweis darf  $1,0 \leq \varphi_2 < 1,2$  angesetzt werden. Ohne Schwingbeiwert sind zu berechnen: Unterstützungen oder Aufhängungen der direkt befahrenen Bauteile,

Bodenpressungen,  
Formänderungen,  
Stand- und Gleitsicherheit.

##### 4.4.3 Anprall

Anprall ist an der ungünstigsten Stelle des betroffenen Bauteils in der Größe des Gewichts des vollbesetzten Fahrzeugs ( $1,0 \cdot Q$ ) anzusetzen.

Kommt Anprallen nur unter Winkeln  $\alpha < 90^\circ$  in Betracht, so ist für den Anprall  $Q \cdot \sin \alpha$  zu setzen; jedoch ist mit mindestens  $0,3 \cdot Q$  zu rechnen.

Der Einfluß aus vorgenannten Anpralllasten braucht nur für die unmittelbar betroffenen Bauteile und ihre Verankerungen berücksichtigt zu werden.

#### 4.5 Windlasten

4.5.1 Für die Windlasten ist DIN 1055 Teil 4 mit folgenden Staudrücken maßgebend:

0,50 kN/m<sup>2</sup> für Fliegende Bauten bis 8,00 m Höhe,

0,80 kN/m<sup>2</sup> für Fliegende Bauten über 8,00 bis 20,00 m Höhe.

Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen mit Zelten herkömmlicher Bauart darf die Windlast derartiger Zeltkonstruktionen mit den aerodynamischen Beiwerten aus Bild 1 ermittelt werden.

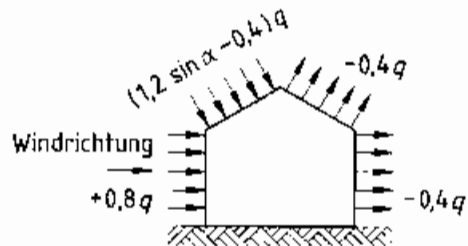


Bild 1. Aerodynamische Beiwerte für Zelte herkömmlicher Bauart

4.5.2 Abweichend von Abschnitt 4.5.1 darf bei Fliegenden Bauten – außer bei Festzelten mit einer Höhe  $> 5,00$  m oder mit einer Breite  $> 10,00$  m bzw. bei Rundzelten mit größerem Durchmesser als 15,00 m – der Staudruck bis zu einer Höhe von 5,00 m über Erdboden mit  $q = 0,3$  kN/m<sup>2</sup> angenommen werden.

4.5.3 Bei Fliegenden Bauten im Betriebszustand darf die Windlast mit einem Staudruck von 0,15 kN/m<sup>2</sup> bis 5,00 m über Erdboden und darüber mit 0,25 kN/m<sup>2</sup> angesetzt werden, wenn ab Windstärke 8 bzw. ab einer Windgeschwindigkeit von 20 m/s der Betrieb eingestellt wird. Die Windangriffsfläche aus Verkehrslast ist zu berücksichtigen.

#### 4.6 Schneelasten

Für die Schneelasten ist DIN 1055 Teil 5 maßgebend.

#### 4.7 Massenkkräfte, z. B. Flieh-, Kreisel- und Corioliskräfte

Sie sind entsprechend den Gegebenheiten besonders zu ermitteln, siehe z. B. Abschnitt 5.5.1 und Abschnitt 5.4.4.1.

4.8 Die Lasten nach Abschnitt 4.5 sind Zusatzlasten im Sinne von DIN 1050.

### 5 Grundsätze für die statischen Berechnungen

#### 5.1 Allgemeines

5.1.1 Die Grenzwerte der Normalkräfte, Momente, Querkkräfte und Auflagerkräfte sind getrennt für die einzelnen Lasten nach Abschnitt 4 zu bestimmen. Aus den Grenzwerten sind die Spannungen zu ermitteln und den zulässigen Spannungen gegenüberzustellen.

5.1.2 Alle Nachweise sind für die ungünstigste Belastung aufzustellen. Dabei sind die beweglichen Lasten einschließlich der daraus resultierenden Betriebslasten und die Lage der beweglichen Teile stets in der Stellung und Größe und mit derjenigen Geschwindigkeit anzunehmen,

## Seite 6 DIN 4112

die für die zu berechnenden Bauteile im Betrieb die ungünstigsten Beanspruchungen ergeben. Bei Bauteilen und Ausrüstungsgegenständen, die nicht dauernd vorhanden sind, ist auch zu untersuchen, ob bei deren Wegfall ungünstigere Verhältnisse auftreten können.

**5.1.3** Wenig bekannte Formeln sind zunächst mit den Zeichen nach DIN 1080 Teil 1 niederzuschreiben. Für solche Formeln ist die Quelle anzugeben, wenn sie allgemein zugänglich ist. Sonst sind die Formeln so weit zu entwickeln, daß ihre Richtigkeit geprüft werden kann.

**5.1.4** Bei Anwendung von Rechenautomaten sind die vorläufigen Richtlinien für das Aufstellen und Prüfen elektronischer Standsicherheitsberechnungen<sup>1)</sup> zu beachten.

## 5.2 Schaukeln

**5.2.1** Die folgenden Bestimmungen gelten mit Ausnahme des Abschnittes 5.2.7 für Schaukeln ohne motorischen Antrieb.

**5.2.2** Schaukeln sind für einen größten Ausschlag von  $\max \vartheta = 120^\circ$  gegenüber der Ruhelage zu berechnen. Für Kinderschaukeln, bei denen der Abstand vom Gondelboden bis zur Aufhängeachse 2,00 m nicht überschreitet, genügt ein Winkel von  $\max \vartheta = 90^\circ$ .

**5.2.3** Bei Überschlagschaukeln ist der volle Ausschlag von  $\max \vartheta = 180^\circ$  in Rechnung zu stellen.

**5.2.4** Bei Überschlagschaukeln mit Gegengewicht muß als einseitige Überlast außer dem Gewicht der Fahrgäste auch das jeweilige Übergewicht der Gondel berücksichtigt werden.

**5.2.5** Unter der Voraussetzung, daß die Fußpunkte der Streben in derselben horizontalen Ebene liegen und der Neigungswinkel der Streben gleich ist, gilt für herkömmliche Schiffschaukeln (ohne Gegengewicht) das folgende vereinfachte Rechenverfahren.

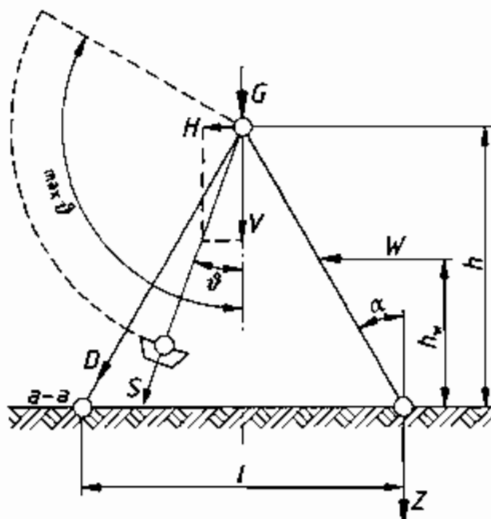


Bild 2. Schiffschaukel

Es bedeuten:

**G** Last der festen Teile (Schaukelgerüst, Kopfbalken und Lager). Die Eigenlast des Podiums darf nur dann zu **G** hinzugezählt werden, wenn es mit den Streben fest verbunden und stets mit aufgebaut wird.

|                      |                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Q</b>             | Eigenlast und Verkehrslast der bewegten Teile (Gestänge, Gondel und Personen) |
| <b>W</b>             | Windlast                                                                      |
| <b>S</b>             | Fadenkraft des der schwingenden Gondel gleichwertigen Pendels                 |
| <b>H</b><br><b>V</b> | Horizontal- und Vertikalkomponenten der Fadenkraft <b>S</b>                   |
| <b>l</b>             | Stützweite der Schaukel                                                       |
| <b>h</b>             | Höhe der Schaukel                                                             |
| <b>h<sub>w</sub></b> | Höhe des Windangriffs über der Kippachse <b>a-a</b>                           |
| <b>α</b>             | Strebenneigung gegen die Lotrechte                                            |
| <b>ϑ</b>             | Ausschlagwinkel gegen die Lotrechte                                           |
| <b>max ϑ</b>         | Maximaler Ausschlagwinkel gegen die Lotrechte                                 |
| <b>D</b>             | Druckkraft in der Schaukelstrebe                                              |
| <b>Z</b>             | Verankerungskraft                                                             |
| <b>a-a</b>           | Kippachse                                                                     |

Die beim Schaukeln auftretenden Kräfte sind:

$$S = Q (3 \cdot \cos \vartheta - 2 \cdot \cos \max \vartheta) \quad (1)$$

$$H = S \cdot \sin \vartheta \quad (2)$$

$$V = S \cdot \cos \vartheta \quad (3)$$

In der Tabelle 1 sind für größte Gondelausschläge  $\max \vartheta = 90, 120$  und  $180^\circ$  gegen die Ruhelage die sich aus vorstehenden Formeln ergebenden Kräfte bei verschiedenen Ausschlagwinkeln angegeben.

### 5.2.5.1 Strebenkräfte

Strebenkraft aus Eigenlast **G**

$$D_e = \frac{G}{2 \cdot \cos \alpha} \quad (4)$$

Strebenkraft aus Fliehkraft

$$D_f = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{V}{\cos \alpha} + \frac{H}{\sin \alpha} \right) \quad (5)$$

Der Größtwert der Strebenkraft **D<sub>f</sub>** wird ermittelt aus dem Verhältnis **D<sub>f</sub>/Q** für verschiedene Ausschlagwinkel **ϑ** unter Verwendung der Werte **V/Q** und **H/Q** nach Tabelle 1. Die Anwendung der Formel (5) setzt voraus, daß eine wirksame, unnachgiebige Verankerung an den Strebenfüßen vorhanden ist. Andernfalls sind die Werte für **D<sub>f</sub>** mit dem Faktor 2 zu multiplizieren.

Strebenkraft aus Wind

$$D_w = \frac{\sum W \cdot h_w}{l \cdot \cos \alpha} \quad (6)$$

Die Windangriffsfläche für Gondel und Personen kann für Schaukelstellungen zwischen  $\vartheta = 0^\circ$  und  $\vartheta = 60^\circ$  angenähert mit 1,0 m<sup>2</sup> senkrecht getroffener Fläche angenommen werden. Der Angriffspunkt dieser Windkraft ist in Höhe der Aufhängung (Achse) anzunehmen. Windlasten aus Schrift- und Schautafeln, Überdachungen und dergleichen müssen gegebenenfalls berücksichtigt werden.

Es ist in jedem Fall auch zu untersuchen, ob bei voller Windlast und ruhendem Betrieb höhere Beanspruchungen auftreten.

<sup>1)</sup> Abgedruckt z. B. im Ministerialamtsblatt NW 1966, S. 666

Tabelle 1. Pendelkräfte bei verschiedenen Gondelausschlägen

| max $\vartheta = 90^\circ$ |       |       |       | max $\vartheta = 120^\circ$ |       |       |       | max $\vartheta = 180^\circ$ |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|
| $\vartheta$                | S/Q   | V/Q   | H/Q   | $\vartheta$                 | S/Q   | V/Q   | H/Q   | $\vartheta$                 | S/Q   | V/Q   | H/Q   |
| 90°                        | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 120°                        | -0,50 | +0,25 | -0,43 | 180°                        | -1,00 | +1,00 | 0,00  |
| 80°                        | +0,52 | +0,09 | +0,51 | 110°                        | -0,03 | +0,01 | -0,02 | 170°                        | -0,96 | +0,94 | -0,17 |
| 70°                        | +1,03 | +0,35 | +0,96 | 100°                        | +0,48 | -0,08 | +0,47 | 160°                        | -0,82 | +0,77 | -0,28 |
| 60°                        | +1,50 | +0,75 | +1,30 | 90°                         | +1,00 | 0,00  | +1,00 | 150°                        | -0,60 | +0,52 | -0,30 |
| 50°                        | +1,93 | +1,24 | +1,48 | 80°                         | +1,52 | +0,27 | +1,50 | 140°                        | -0,30 | +0,23 | -0,19 |
| 45°                        | +2,12 | +1,50 | +1,50 | 70°                         | +2,03 | +0,69 | +1,90 | 130°                        | +0,07 | -0,05 | +0,05 |
| 40°                        | +2,30 | +1,76 | +1,48 | 60°                         | +2,50 | +1,25 | +2,16 | 120°                        | +0,50 | -0,25 | +0,43 |
| 30°                        | +2,60 | +2,25 | +1,30 | 50°                         | +2,93 | +1,88 | +2,24 | 110°                        | +0,97 | -0,33 | +0,92 |
| 20°                        | +2,82 | +2,65 | +0,97 | 40°                         | +3,30 | +2,53 | +2,12 | 100°                        | +1,48 | -0,26 | +1,46 |
| 10°                        | +2,96 | +2,91 | +0,51 | 30°                         | +3,60 | +3,11 | +1,80 | 90°                         | +2,00 | 0,00  | +2,00 |
| 0°                         | +3,00 | +3,00 | 0,00  | 20°                         | +3,82 | +3,59 | +1,31 | 80°                         | +2,52 | +0,44 | +2,48 |
|                            |       |       |       | 10°                         | +3,96 | +3,90 | +0,69 | 70°                         | +3,03 | +1,04 | +2,84 |
|                            |       |       |       | 0°                          | +4,00 | +4,00 | 0,00  | 60°                         | +3,50 | +1,75 | +3,03 |
|                            |       |       |       |                             |       |       |       | 50°                         | +3,93 | +2,53 | +3,01 |
|                            |       |       |       |                             |       |       |       | 40°                         | +4,30 | +3,29 | +2,76 |
|                            |       |       |       |                             |       |       |       | 30°                         | +4,60 | +3,98 | +2,30 |
|                            |       |       |       |                             |       |       |       | 20°                         | +4,82 | +4,53 | +1,65 |
|                            |       |       |       |                             |       |       |       | 10°                         | +4,96 | +4,88 | +0,86 |
|                            |       |       |       |                             |       |       |       | 0°                          | +5,00 | +5,00 | 0,00  |

Die Gesamtstrebenkraft ergibt sich zu:

$$\Sigma D = D_g + \max D_t + D_w \quad (7)$$

### 5.2.5.2 Kippsicherheit der Schaukel

Das  $v$ -fache Kippmoment, bezogen auf die Kippachse  $a - a$  beträgt

$$M_{K_v} = 1,3 \cdot \left( H \cdot h - V \cdot \frac{l}{2} \right) + 1,2 \cdot \Sigma W \cdot h_w \quad (8)$$

Die Werte  $V$  und  $H$  sind aus Tabelle 1 für den entsprechenden Ausschlagwinkel  $\max \vartheta$  zu entnehmen.

Das Standmoment, bezogen auf die Kippachse  $a - a$  beträgt

$$M_{St} = \frac{\bar{G} \cdot l}{2} \quad (9)$$

Für  $\bar{G}$  darf nur das mit Sicherheit immer vorhandene Mindestgewicht (Hölzer in ausgetrocknetem Zustand) angesetzt werden.

Es muß sein  $M_{St} \geq M_{K_v}$ .

Für  $\frac{M_{St}}{M_{K_v}} < 1,0$  ist eine zusätzliche Verankerung der

Bockstreben erforderlich gemäß der Gleichung

$$\text{erf } Z_v = \frac{M_{K_v} - M_{St}}{l} \quad (10)$$

Es muß sein  $Z \geq \text{erf } Z_v$ .

$Z$  siehe Abschnitt 6.2.1

5.2.6 Die Aufhängestangen der Gondel sind auf Zug und bei Ausschlagwinkeln  $\vartheta > 120^\circ$  auch auf Knicken zu untersuchen. Liegen die Lager für die Aufhängung der Gondeln außermittig zum Kopfbalken, so werden die Kopfbalken auch auf Verdrehen und damit die Streben des Gerüsts auch auf Biegung beansprucht. Dies ist bei der Berechnung zu berücksichtigen; ebenso der Einfluß der Ausmittigkeit auf die Kopfbalkenlager und die Strebenverbindungen.

5.2.7 Bei motorisch angetriebenen Schaukeln sind die aus dem Motorbetrieb sich ergebenden Antriebs- und Bremskräfte zusätzlich zu berücksichtigen.

## 5.3 Riesenräder

### 5.3.1 Lasten

Die Radscheiben von  $n$ -teiligen Riesenrädern sind für die Lasten nach Bild 3 zu berechnen:

$$Q_\varphi = \varphi \cdot (G_R + P) + G_R \quad (11)$$

$$Q = (G_R + P) + G_R \quad (11a)$$

$$Q_r = \frac{Q}{g} \cdot \omega^2 \cdot R \quad (12)$$

$$Q_t = \frac{Q}{g} \cdot \varepsilon \cdot R \quad (13)$$

$W_t$  und  $W_r$

Hierin bedeuten:

$\varphi = 1,2$  Stoßfaktor

$G_g$  Eigenlast einer Gondel mit Aufhängung

$P$  Verkehrslast in einer vollbesetzten Gondel

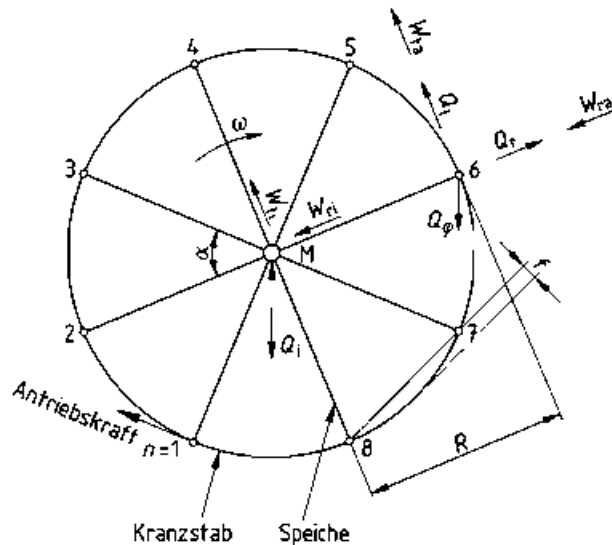


Bild 3.  $n = 8$ teiliges Riesenrad  
Belastung nur im Punkt  $i = 6$  dargestellt

$G_R$  zu einer Gondel gehörige anteilige Last des Rades

$Q_i$  anteilige Speichenlast, innen, an der Nabe

$g$  Fallbeschleunigung

$\omega$  Winkelgeschwindigkeit des Rades

$R$  Radius des Rades

$\varepsilon = \frac{\omega}{t}$  Winkelbeschleunigung des Rades

$t$  Anfahr- bzw. Abbremszeit des Rades, ist aus dem gewählten Antrieb bzw. der Bremse zu errechnen

$W_{ta}$  Windlast in tangentialer Richtung des Rades aus Gondel und Speichenanteil

$W_{ti}$  Windlast in tangentialer Richtung des Rades aus Speichenanteil

$W_{ra}$  Windlast in radialer Richtung des Rades aus Gondel, Kranzstäben und Speichenanteil

$W_{ri}$  Windlast in radialer Richtung des Rades aus Speichenanteil

Die aus Antrieb bzw. Bremsung auftretenden Kräfte, die dem Rad um den Punkt M das Gleichgewicht halten, sind am Entstehungsort anzusetzen und abzuleiten, z. B. beim Antrieb an der Welle das Biegemoment in den Speichen und das Torsionsmoment in der Welle, oder beim Reibradantrieb auf dem Kranzstab der Anpreßdruck und die tangential Reibkraft.

### 5.3.2 Maßgebende Lastfälle

**Vollbesetzung:** (Lastfall a)

Alle Gondeln des Rades sind vollbesetzt. Hierbei ergeben sich die größten Spannungen in den Kranzstäben.

**Teilbesetzung:** (Lastfall b)

Als einseitige Belastung des Rades sind zwei aufeinanderfolgende vollbesetzte Gondeln bzw. zwei aufeinanderfolgende leere Gondeln, die übrigen besetzt anzunehmen.

**Fliehkraft  $Q_z$ :** (Lastfall c)

**Anfahren und Abbremsen  $Q_t$ :** (Lastfall d)

**Wind parallel zum Rad:** (Lastfall e 1)

**Wind senkrecht zum Rad:** (Lastfall e 2)

Sollen mehr als zwei Gondeln vollbelastet einseitig gefahren werden, dann ist das in der Berechnung zu berücksichtigen.

### 5.3.3 Berechnung

Die Stabkräfte der Speichen und Kranzstäbe des Rades sind im allgemeinen nach der Elastizitätslehre (einfach statisch unbestimmtes Fachwerk) zu ermitteln. Hierbei werden die Speichen als im Wellenmittelpunkt angeschlossen betrachtet. Bei allen Lastfällen sind die aus dem Antrieb (bzw. Bremsung) resultierenden Lasten wirklichkeitsgetreu anzusetzen.

Sind  $Q_r$ ,  $Q_t$ ,  $W_r$  und  $W_t$  klein gegenüber  $Q_\varphi$

$$\left( Q_r \leq \frac{Q_\varphi}{5}, Q_t \leq \frac{Q_\varphi}{10}, \sqrt{W_t^2 + W_r^2} \leq \frac{Q_\varphi}{4} \right),$$

dann können für die Berechnung der Radscheiben von  $n$ -teiligen Riesenrädern nachstehende Formeln verwendet werden. Sie gelten für die Lasten  $Q = 1$ .

Weitere Voraussetzungen:

Elastizitätsmodul bei allen Stäben gleich

$A_S$  Querschnittsfläche einer Speiche, bei allen Speichen gleich

$A_K$  Querschnittsfläche eines Kranzstabes, bei allen Kranzstäben gleich

$I_K$  Flächenmoment zweiten Grades (Trägheitsmoment) eines Kranzstabes, bei allen Kranzstäben gleich

$(n)$  Index als Bezeichnung für einen beliebigen Knotenpunkt des  $n$ -teiligen Riesenrades

$\alpha$  der von zwei Speichen eingeschlossene Zentriwinkel (bei allen Speichen gleich)

$S_{0S}$  bzw.  $S_{0K}$  Stabkräfte am statisch bestimmten System in den Speichen bzw. Kranzstäben infolge  $Q_1 = 1, Q_2 = 1 \dots Q_n = 1$

$S_{1S}$  bzw.  $S_{1K}$  Stabkräfte am statisch bestimmten System in den Speichen bzw. Kranzstäben infolge  $X_1 = 1$

$$f = R \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = \text{Pfeilhöhe} \quad (14)$$

$$c' = \frac{A_S}{A_K} \quad (15)$$

$$c'' = \frac{A_S}{I_K} \quad (16)$$

$$S_{1S} = -2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}; \quad (17)$$

$$S_{1K} = +1 \quad (18)$$

$$\max M_{1K} = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right); \quad (19)$$

bei polygonartig ausgebildeten Kranzstäben wird  $M_{1K} = 0$ .

Für das  $n$ -teiliges Rad wird für den Zustand  $X_1 = 1$

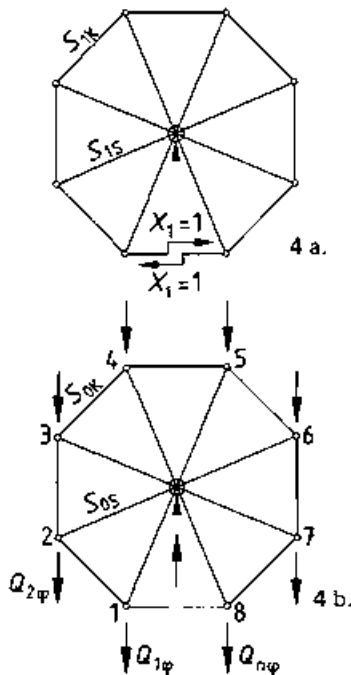


Bild 4.  $n = 8$ teiliges (polygonartiges) Riesenrad statisch bestimmtes Grundsystem

Aus Normalkraft

$$\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^N = n \cdot 2 \cdot \left( \sin \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \left( 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + c' \right) \quad (20)$$

Aus Moment

$$\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^M = n \cdot c'' \cdot R^2 \cdot \left( \frac{\alpha}{2} + \alpha \cos^2 \frac{\alpha}{2} - 3 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \right) \quad (21)$$

bei polygonartig ausgebildeten Kranzstäben wird

$$\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^M = 0 \quad (22)$$

$$\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{10} = 2 \cdot \left( \sin \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \left( c' \cdot \sum_1^n S_{0K} - \sum_1^n S_{0S} \right) \quad (23)$$

Damit wird die statisch Unbestimmte

$$X_1 \text{ aus } Q_1 = 1, Q_2 = 1 \dots Q_n = 1$$

$$X_1 = - \frac{\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{10}}{\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^N + \frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^M} \quad (24)$$

Endgültige Schnittgrößen am statisch unbestimmten System für ein  $n$ -teiliges Riesenrad mit zwei Radscheiben aus der Belastung  $Q_\varphi$

$$\text{Speichen: } S_S = \frac{Q_\varphi}{2} \cdot (S_{0S} + X_1 \cdot S_{1S}) \quad (25)$$

$$\text{Kranzstäbe: } S_K = \frac{Q_\varphi}{2} \cdot (S_{0K} + X_1 \cdot S_{1K}) \quad (26)$$

$$\max M_{1K} = S_K \cdot R \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) \quad (27)$$

bei polygonartig ausgebildeten Kranzstäben wird  $M_K = 0$ . Für polygonartig ausgebildete Riesenräder sind für  $c' = 0,2$  bis  $3,0$  für den Lastfall  $Q_n = 1$  und  $n = 6$  bis  $16$  die größten Stabkräfte in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Die Stabkräfte in einer Radscheibe werden ermittelt durch Multiplizieren der Tabellenwerte mit  $\frac{Q_\varphi}{2}$

Tabelle 2.

| Teilung<br>$n =$                              | 6          | 8          | 10         | 12         | 14         | 16         |
|-----------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Speichen                                      | $\pm 2,00$ | $\pm 2,00$ | $\pm 2,00$ | $\pm 2,00$ | $\pm 2,00$ | $\pm 2,00$ |
| Kranz-<br>stäbe                               | $+ 1,16$   | $+ 1,43$   | $+ 1,68$   | $+ 2,00$   | $+ 2,30$   | $+ 2,64$   |
|                                               | $- 1,50$   | $- 1,60$   | $- 1,68$   | $- 2,00$   | $- 2,30$   | $- 2,64$   |
| In der Tabelle bedeuten: + = Zug    - = Druck |            |            |            |            |            |            |

Der Einfluß auf die Speichen und Kranzstäbe aus Wind senkrecht zur Radscheibe (Windlastanteil je Speiche aus Gondeln, Speiche, Kranzstäben und eventuell vorhandene Verkleidung) ist nachzuweisen. Bei den Speichen und Kranzstäben ist der Biegeeinfluß aus Eigenlast und eventuell weiteren vorhandenen Belastungen zu berücksichtigen. Erfolgt Antrieb und Bremsung nur an einer Radscheibe, so ist der daraus resultierende Einfluß auf das Rad zu untersuchen.

### 5.3.4 Montage

Der Montagevorgang des Rades ist nachzuweisen. Wird das Rad z. B. so montiert, daß der letzte Kranzstab unten eingebaut wird, so ist der Kranzstabring so auseinanderzudrücken, daß er die Druckkraft erhält, die sich bei den vorhandenen Lasten aus der statisch unbestimmten Rechnung ergibt.

### 5.3.5 Allgemeine Hinweise

Die Summe aller äußeren angreifenden Kräfte ist über die Stützkonstruktion abzuleiten, wobei der Kipp- und Gleitsicherheitsnachweis im Betriebsfall mit Windbelastung nach Abschnitt 4.5.3 auf die eventuell durch die Verkehrslast vergrößerte Windangriffsfläche und im Stillstand (ohne Verkehrslast) mit Windbelastung nach Abschnitt 4.5.1 und Abschnitt 4.5.2 zu führen ist. Der Wind ist einmal parallel zur Radscheibe und in einem zweiten Lastfall senkrecht zur Radscheibe anzusetzen. Für die beiden vorgenannten Lastfälle ist die Kipp- und Gleitsicherheit des Bauwerkes nachzuweisen. Die Kipp- und Gleitsicherheit ist gegebenenfalls für den Montagezustand nachzuweisen. Da die Speichen in der Regel nicht, wie gerechnet, im Wellenmittelpunkt angeschlossen werden können, handelt es sich bei der Radscheibe um ein labiles System, d. h. die Nabe kann bei festgehaltenem Rad eine endliche Drehung bis in eine stabile Lage ausführen. Um diesem Verschleiß vorzubeugen, sollten die Speichen an der Nabe so angeschlossen werden (z. B.

durch Einspannung), daß die Relativedrehung der Nabe verhindert wird. Werden als Speichen Zugglieder verwendet, dann ist der Einfluß aus dem Zugglieddurchhang auf das Rad zu erfassen.

Bei der Berechnung auf Wind senkrecht zur Radscheibe ist zu beachten, daß die gesamte Windlast des Rades sich an einem Lager absetzt, wenn durch die Achs- und Lagerausbildung eine beidseitige Lastverteilung nicht zweifelsfrei sichergestellt ist.

Für den Kippsicherheitsnachweis darf Kippen des Gesamtbauwerkes nur dann gerechnet werden, wenn das Gesamtbauwerk um eine Kante oder einen Punkt kippen kann. Kippen z. B. Stützböcke einzeln, so ist für jeden Stützbock allein der Kippsicherheitsnachweis zu erbringen. Bei schrägliegenden auf Druck beanspruchten Stützen ist das Moment aus der Druckkraft multipliziert mit der Durchbiegung zu berücksichtigen.

Der Einfluß aus halbseitig besetzter Gondel und Windbelastung auf die Gondelaufhängung ist zu berücksichtigen.

## 5.4 Karussells

### 5.4.1 Allgemeines

Karussells sind im Ruhestand und im Betriebszustand sowohl mit Vollbelastung als auch unter der Annahme zu untersuchen, daß nur ein Teil des Drehwerkes belastet wird.

Als einseitige Belastung ist anzunehmen, daß mindestens die Sitze besetzt sind, die auf 1/4 bzw. 3/4 des Umfanges liegen. Für diese einseitige Belastung ist der allgemeine Spannungsnachweis zu führen.

Das Kippmoment durch einseitige Belastung bei Besetzung der Sitze auf mindestens 1/6 des Umfanges darf nicht größer sein als das gleichzeitig vorhandene Standmoment ohne Berücksichtigung von Zugankern. Für diese einseitige Belastung ist der Betriebsfestigkeitsnachweis zu führen. Außerdem ist auch der Betriebsfestigkeitsnachweis für eine einseitige Belastung auf 5/6 des Umfangs zu führen. Die entsprechenden Sektorausschnitte sind für den ungünstigsten Fall zu wählen, wobei auch Sitze mit zu zählen sind, die auf dem Sektorrund liegen.

Sind statt Einzelsitze mehrsitzige Gondeln vorhanden, ist analog zu verfahren.

Bei 18 und mehr gleichmäßig auf den Umfang verteilten Sitzen kann unter bestimmten Bedingungen eine größere einseitige Belastung für eine ausreichende Kippsicherheit maßgebend sein. Siehe hierzu den Vergleich  $M_{St} \geq M_{Kv}$  im Abschnitt 5.4.2.

Soll ein Karussell auch planmäßig rückwärts fahren, so sind für die Bemessung beide Fahrtrichtungen zu berücksichtigen.

Laufkränze, Laufbahnen, Laufrollen, Sicherungsrollen und dergleichen unterliegen einer Abnutzung. Die zulässigen Verschleißmaße sind festzulegen.

Die ausreichende Sicherheit der hydraulischen und pneumatischen Einrichtungen ist durch Konstruktionszeichnungen, Berechnungen und die zugehörigen Schaltpläne nachzuweisen.

Die Sitze und Gondeln sind für diejenigen Kräfte zu bemessen, die sich aus den Eigenlasten, der Verkehrslast und aus der Bewegung ergeben. Wenn Sitze gelenkig gelagert werden, müssen sie so angebracht sein, daß keine Zwängungen auftreten können. Die Befestigung der Sitze

auf den Auslegern ist ebenfalls für diese Kräfte auszuweisen.

Die Seitenlehnen, Rückenlehnen, Sicherungsbügel, Ketten, Seile und die zugehörigen Schließvorrichtungen müssen die vorgenannten Kräfte aus der Personenlast übernehmen können. Die Bewegungen des Karussells sind so festzulegen, bzw. die Sitze sind so zu konstruieren oder zu sichern, daß die Personen im Hinblick auf die Bewegungen des Karussells sicher in den Sitzen untergebracht sind. Eine Sicherung des Fahrgastes ist notwendig, wenn der Fahrgast aus der resultierenden Beschleunigung mit weniger als  $0,2 \cdot g$  auf den Sitz gedrückt wird.

Der Unterbau ist so zu bemessen und zu konstruieren, daß die auftretenden Kräfte (wie z. B. Anfahr- und Bremskräfte, Stoßkräfte, Unwuchtkräfte) sicher auf den Untergrund übertragen werden.

### 5.4.2 Fliegerkarussells und Hängekarussells

Die Fliehkkräfte bei den Flieger- und Hängekarussells mit vertikaler Drehachse errechnen sich zu:

$$H_{FL} = \frac{m \cdot v^2}{R + a} = Q' \cdot \tan \alpha; \quad (28)$$

$$m = \frac{Q'}{g} \quad (29); \quad v = \frac{\pi \cdot n \cdot (R + a)}{30} \quad (30)$$

wobei  $a = l \cdot \sin \alpha$  (31) in Abhängigkeit von  $v$  zunächst unbekannt ist. Zur Ermittlung von  $\alpha$  (siehe Bild 5) dient die Gleichung

$$q = \cos \alpha + \frac{R}{l} \cdot \cot \alpha \quad (32)$$

wobei

$$q = \frac{894}{l \cdot n^2} \quad \text{mit } l \text{ in m und } n \text{ in U/min} \quad (33)$$

|          |                                         |
|----------|-----------------------------------------|
| $Q'$     | Gondel-eigenlast mit Verkehrslast       |
| $l$      | Fadenlänge                              |
| $R$      | Radius im Bild 6                        |
| $n$      | Drehzahl                                |
| $a$      | Ausflugweite der Gondel                 |
| $\alpha$ | Ausflugwinkel gemessen zur Vertikalen   |
| $v$      | Umfangsgeschwindigkeit der Gondel       |
| $m$      | Masse aus Gondel und Verkehrslast       |
| $H_{FL}$ | Die in einer Gondel bewirkte Fliehkraft |
| $g$      | Fallbeschleunigung                      |

Statt der Auflösung der angegebenen Gleichung kann der Ausflugwinkel in Abhängigkeit von der Drehzahl mit Hilfe von Bild 5 ermittelt werden.

Aufhängeteile (z. B. 4 Ketten, 4 Seile, 4 Stangen) für Sitze oder Gondeln und die Verbindungsmittel sind so zu bemessen, daß jedes Aufhängeteil die halbe resultierende Kraft aus  $H_{FL}$  und  $Q'$  aufnehmen kann.

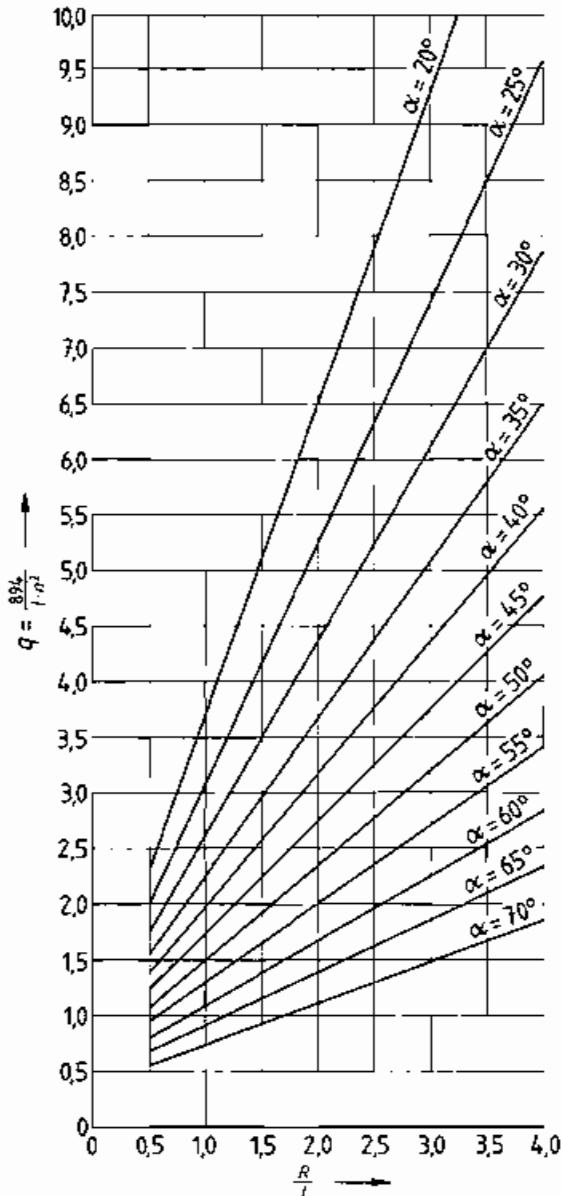
Auch die Schließvorrichtungen (Seil) sind für die resultierende Kraft aus  $H_{FL}$  und  $Q'$  zu berechnen; bei Ketten ist die Kraft aus dem Kettenzug zu berücksichtigen.

Die Schließvorrichtung darf nicht an den Aufhängeteilen befestigt sein.

Für kleinere Kettenfliegerkarussells genügt es – soweit nichts Genaueres nachgewiesen wird – einen Ausflugwinkel  $\alpha = 45^\circ$  anzunehmen ( $H_{FL} = Q'$ ).

Sind an einem Ausleger 2 Sitze nebeneinander befestigt, so darf zur Vereinfachung für beide Sitze ein Ausflugwinkel  $\alpha = 45^\circ$  angenommen werden.



Bild 5. Diagramm zur Bestimmung des Ausflugsinkels  $\alpha$ 

Für Kinderkarussells mit angehängten Tierfiguren und ähnlichem genügt – wenn nichts Genaueres nachgewiesen wird – die Annahme eines Ausflugsinkels  $\alpha = 30^\circ$  ( $H_{FL} = 0,5 Q'$ ).

Das Moment der lotrechten und waagerechten Lasten um Punkt A (Fußpunkt des Mastes) beträgt:

$$M_A = c_1 \cdot P \cdot (R + h \cdot \tan \alpha) + (H_w \cdot h_w - V_w \cdot x) \quad (34)$$

Für die Bestimmung der Kippsicherheit im Betriebszustand ist einseitige Verkehrslast bei max. Drehzahl maßgebend.

Die Windbelastung ist in ungünstigster Richtung anzusetzen.

Die Momente um die Kippkante k – k bzw. k' – k' betragen:

Kippmoment:

$$M_{Kv} = 1,3 \cdot [P \cdot c_1 (R + h \cdot \tan \alpha) - P \cdot c_2 \cdot e] + 1,2 \cdot [H_w \cdot h_w - V_w (x + e)] \quad (35)$$

$$M_{Kv} = 1,3 \cdot \left[ P \cdot c_1 (R + h \cdot \tan \alpha) - P \cdot c_2 \cdot \frac{e}{\sqrt{2}} \right] + 1,2 \cdot \left[ H_w \cdot h_w - V_w \left( x + \frac{e}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (36)$$

Standmoment:

$$M_{St} = \Sigma \bar{G} \cdot e \quad (37)$$

$$M_{St'} = \Sigma \bar{G} \cdot \frac{e}{\sqrt{2}} \quad (38)$$

Für  $\bar{G}$  darf nur das mit Sicherheit immer vorhandene Mindestgewicht (Hölzer im ausgetrockneten Zustand) angesetzt werden.

Es muß sein  $M_{St} \geq M_{Kv}$  und  $M_{St'} \geq M_{Kv'}$

Bei 18 und mehr gleichmäßig auf den Umfang verteilten Sitzen kann unter bestimmten Bedingungen eine ausreichende Kippsicherheit maßgebend sein. Dann ist ein weiterer Nachweis zu führen mit

$$\max M_{Kv} = [P \cdot c_3 (R + h \cdot \tan \alpha) - P \cdot c_4 \cdot e] + 1,2 [H_w \cdot h_w - V_w (x + e)] \quad (39)$$

$$\max M_{Kv'} = \left[ P \cdot c_3 (R + h \cdot \tan \alpha) - P \cdot c_4 \cdot \frac{e}{\sqrt{2}} \right] + 1,2 \left[ H_w \cdot h_w - V_w \left( x + \frac{e}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (40)$$

$c_3$  und  $c_4$  sind Beiwerte analog  $c_1$  und  $c_2$  (tabellarisch hier nicht erfaßt), aber für eine einseitige Belastung auf 1/2 des Umfangs, wobei eventuell auf den Sektorrand fallende Sitze als nicht besetzt anzunehmen sind.

Es muß sein  $M_{St} \geq \max M_{Kv}$

$$M_{St'} \geq \max M_{Kv'}$$

Für  $\frac{M_{St}}{M_{Kv}}$  bzw.  $\frac{M_{St'}}{M_{Kv'}} < 1$ , bei einseitiger 1/4-Besetzung

am Umfang, sind zusätzliche Maßnahmen zu treffen, z. B. Gegengewichte anzubringen oder Verankerungen vorzunehmen.

Bei Anordnung von Bodenankern an den Enden des Bodenkreuzes beträgt die aufzunehmende Zugkraft  $Z$  (siehe Bild 6):

$$\text{erf } Z_v = \frac{M_{Kv} - M_{St}}{z} \quad (41)$$

$$\text{oder } \text{erf } Z_v = \frac{M_{Kv'} - M_{St'}}{2 \cdot z'} \quad (42)$$

Es muß sein  $Z \geq \text{erf } Z_v$

|            |                                                                                        |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| $Z$        | siehe Abschnitt 6.2.1                                                                  |
| $G'$       | Eigenlast einer Gondel mit Aufhängung                                                  |
| $\Sigma G$ | Eigenlast aller ständig vorhandenen, auf die Auflager wirkenden Einzelteile            |
| $P$        | Verkehrslast einer Gondel                                                              |
| $Q'$       | $G' + P$                                                                               |
| $h$        | Abstand des Aufhängepunktes C der Gondel vom Erdboden                                  |
| $c_1$      | Beiwert, der die Lage der besetzten Gondel für 1/4 bzw. 1/6 des Umfangs berücksichtigt |

$c_2$  Beiwert, der die Anzahl der besetzten Gondeln (bei einseitiger Belastung  $1/4$  bzw.  $1/6$  des Umfanges) berücksichtigt

$H_w$  Summe der waagerechten Windlast

$h_w$  Abstand  $H_w$  vom Erdboden

$V_w$  Summe der lotrechten Windlasten

$x$  Abstand  $V_w$  von Mastmitte

erf  $Z_v$  die im höchstbeanspruchten Verankerungspunkt wirkende Ankerzugkraft unter  $v$ -facher Kippbelastung

$e$  Abstand von der Kippachse zur Mastmitte

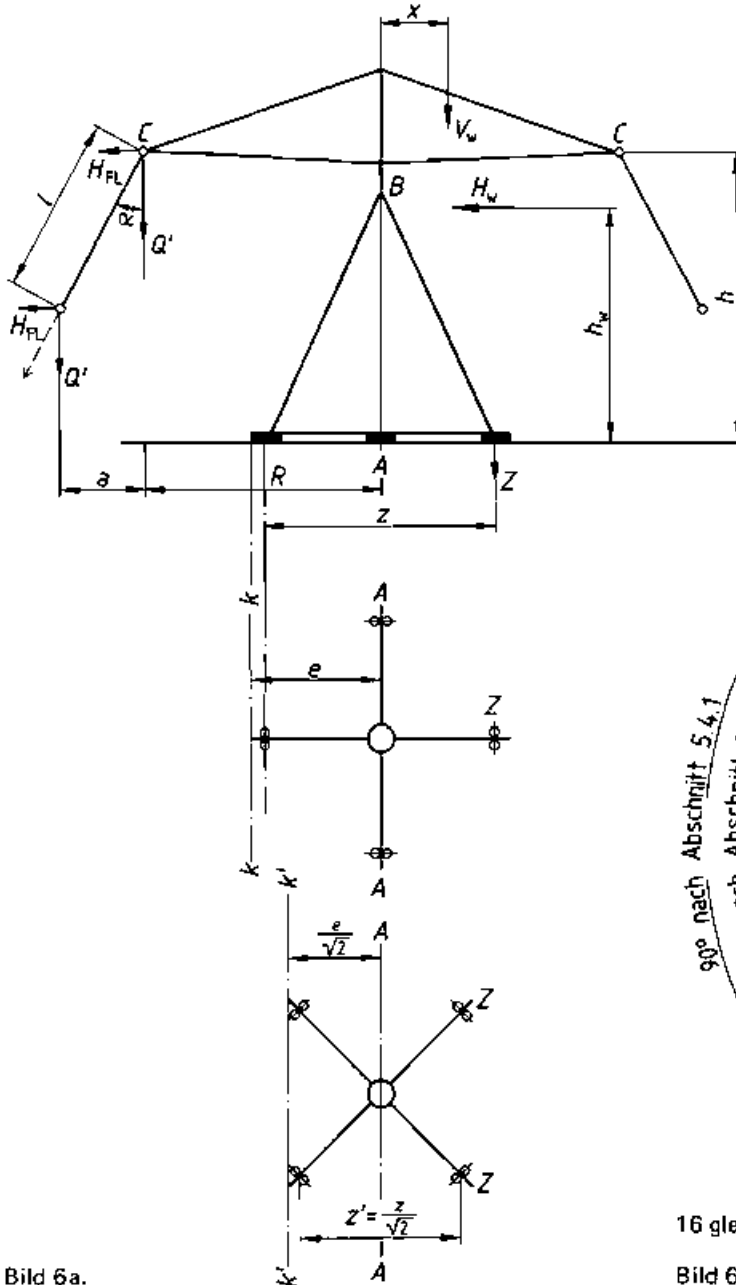
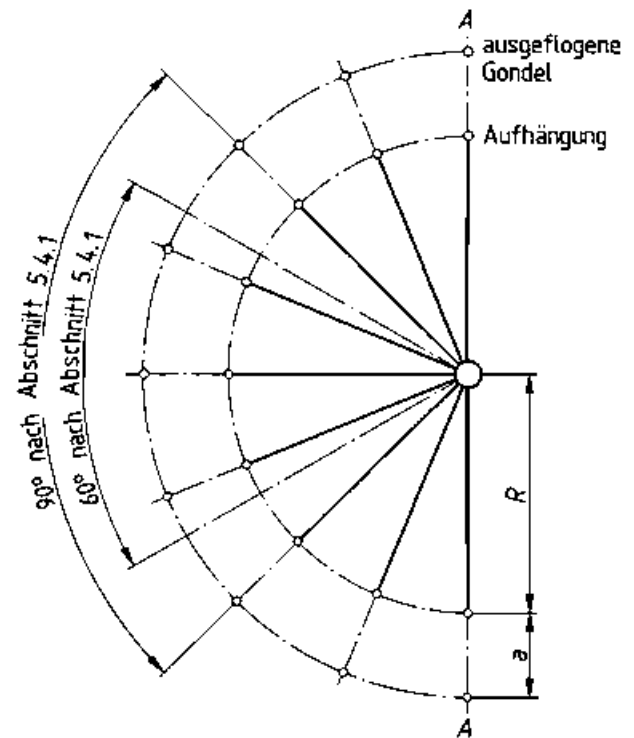


Bild 6a.

Bild 6. Fliegerkarussell



16 gleichmäßig auf den Umfang verteilte Gondeln

Bild 6b.

Tabelle 3. Beiwerte  $c_1$  und  $c_2$  bei einseitiger Belastung

| Gesamtzahl der Gondeln           |       | 4     | 6     | 8     | 10    | 12    | 14    | 16    | 18    | 20    | 22    | 24    |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $1/4$ bzw. $3/4$<br>des Umfanges | $c_1$ | 1,414 | 1,732 | 2,414 | 2,618 | 3,346 | 3,514 | 4,262 | 4,412 | 5,172 | 5,310 | 6,078 |
|                                  | $c_2$ | 2     | 2     | 3     | 3     | 4     | 4     | 5     | 5     | 6     | 6     | 7     |
| $1/6$<br>des Umfanges            | $c_1$ | 1,0   | 1,732 | 1,848 | 1,902 | 2,732 | 2,802 | 2,848 | 3,702 | 3,757 | 3,799 | 4,664 |
|                                  | $c_2$ | 1     | 2     | 2     | 2     | 3     | 3     | 3     | 4     | 4     | 4     | 5     |

### 5.4.3 Bodenkarussells (Hänge- und Drehbodenkarussells)

Dies sind Karussells, bei denen sich der Boden mit den Aufbauten dreht. Der Drehboden kann hierbei entweder an Auslegern aufgehängt sein oder auf einem Drehwerk aufsitzen.

Die Belastung nach Abschnitt 4.2.1.4 ist auch einseitig auf einem Bodenausschnitt mit einem Zentriwinkel  $\alpha = 90^\circ$  bzw.  $270^\circ$  anzusetzen.

Der Schwerpunkt Abstand für einen Zentriwinkel von  $90^\circ$  von der senkrechten Drehachse ist

$$a_s = 0,60 \cdot \frac{R_a^3 - R_i^3}{R_a^2 - R_i^2} \quad (43)$$

$R_a$  und  $R_i$  sind die äußeren und inneren Halbmesser des Drehbodens.

Bei Karussells, deren Sitze von unten liegenden Auslegern getragen werden, sind außer im Mast auch in diesen Auslegern die Biegemomente zu berücksichtigen, die durch außermittig angreifende Fliehkräfte hervorgerufen werden.

### 5.4.4 Karussells mit mehreren Bewegungen

#### 5.4.4.1 Allgemeines

Bei Karussells, bei denen die bewegten Teile um mehrere Achsen in verschiedenen Ebenen gedreht werden, sind für die gewählten Winkelgeschwindigkeiten alle auftretenden Kräfte zu ermitteln. Außer den dabei auftretenden Fliehkräften, den Anfahr- und Bremskräften und eventuell auftretenden Stoßkräften sind, wenn die Richtung einer oder mehrerer Drehachsen geändert wird, die dabei auftretenden Corioliskräfte bzw. die Kräfte, die durch Präzession des Kreisel hervorgerufen werden, zu berücksichtigen.

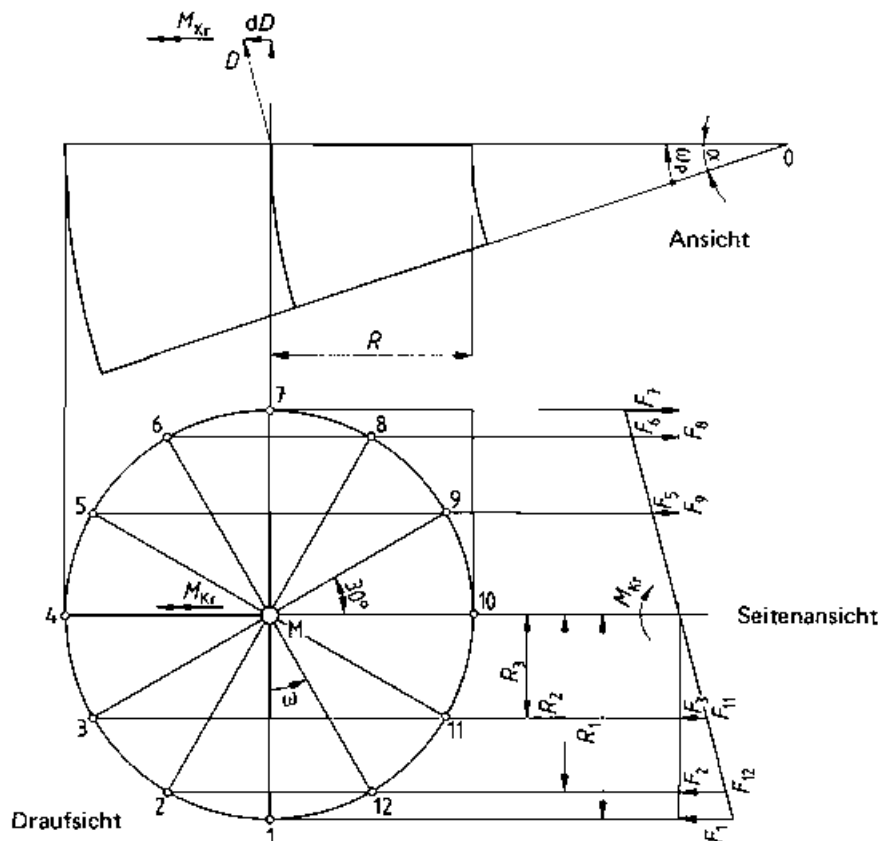


Bild 7. Beispiel zur Ermittlung des Kreiselmomentes und die Weiterverfolgung des Einflusses daraus für ein mit  $\omega$  rotierendes Drehwerk mit 12 Auslegern, das um den Winkel  $\alpha$  geschwenkt wird

|            |                                           |
|------------|-------------------------------------------|
| $D$        | Drall                                     |
| $dD$       | Dralländerung                             |
| $M_{Kr}$   | Kreiselmoment                             |
| $R$        | Radius                                    |
| $\omega$   | Winkelgeschwindigkeit um die Kreiselachse |
| $\omega_p$ | Winkelgeschwindigkeit der Präzession      |

$$\Theta = \int R^2 dm, \text{ Massenträgheitsmoment des Drehwerkes}$$

$$\text{Kreiselmoment } M_{Kr} = \Theta \cdot \omega \cdot \omega_p \quad (44)$$

Ersatzlast je Ausleger

$$F = M_{Kr} \frac{R}{\sum R^2} \quad (45)$$

Auftretende Geschwindigkeiten und Beschleunigungen unter Berücksichtigung von Relativbewegungen und Coriolisbeschleunigungen

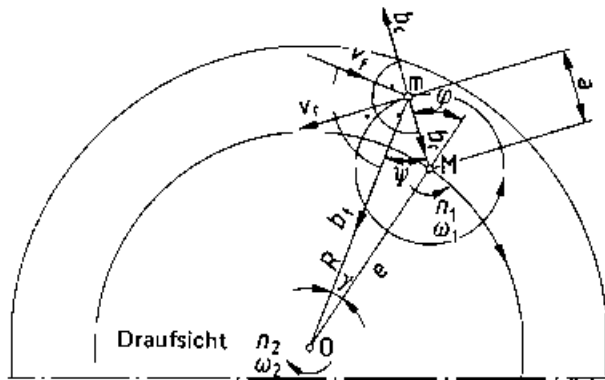


Bild 8. Geschwindigkeiten und Beschleunigungen des Massenpunktes m

M umlaufender Drehmittelpunkt

O feststehender Drehmittelpunkt

Indexbezeichnung:

f für Führung

r für Relativ

c für Coriolisbeschleunigung

ohne Index für Absolutwert

Geschwindigkeiten:

$$\vec{v} = \vec{v}_f + \vec{v}_r \quad (46)$$

$$\vec{v}_f = \vec{R} \cdot \omega_2 \quad (47)$$

$$\vec{v}_r = \vec{a} \cdot \omega_1 \quad (48)$$

$$\vec{R} = \vec{e} + \vec{a} \quad (49)$$

$$R = \sqrt{[e + a - (a - a \cdot \cos \varphi)]^2 + [a \cdot \sin \varphi]^2} \quad (50)$$

$$= \sqrt{e^2 + 2 \cdot e \cdot a \cdot \cos \varphi + a^2}$$

$$v_{\parallel \varphi_0} = -v_r \cdot \sin \varphi \quad (51)$$

$$v_{\perp \varphi_0} = +v_r \cdot \cos \varphi \quad (52)$$

$$v_{\parallel \varphi_0} = +v_f \cdot \sin \gamma \quad (53)$$

$$v_{\perp \varphi_0} = -v_f \cdot \cos \gamma \quad (54)$$

$$\sin \gamma = \frac{a \cdot \sin \varphi}{\sqrt{e^2 + 2 \cdot e \cdot a \cdot \cos \varphi + a^2}} \quad (55)$$

$$\cos \gamma = \frac{e + a \cdot \cos \varphi}{\sqrt{e^2 + 2 \cdot e \cdot a \cdot \cos \varphi + a^2}} \quad (56)$$

$$v = \sqrt{(\sum v_{\parallel \varphi_0})^2 + (\sum v_{\perp \varphi_0})^2} \quad (57)$$

Richtung von v:

$$\cot \delta = \frac{v_{\parallel \varphi_0}}{v_{\perp \varphi_0}} \quad (58)$$

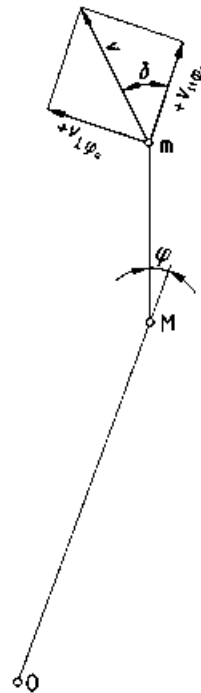


Bild 9. Zerlegung der Geschwindigkeit v

Beschleunigungen:

$$\vec{b} = \vec{b}_f + \vec{b}_r + \vec{b}_c \quad (59)$$

$$b_f = R \cdot \omega_2^2 \quad (60)$$

$$b_r = a \cdot \omega_1^2 \quad (61)$$

$$b_c = 2 \cdot \omega_2 \cdot v_r \quad (62)$$

$$b_n = b_r - b_c + b_f \cos \psi \quad (\text{normal}) \quad (63)$$

$$b_t = b_f \cdot \sin \psi \quad (\text{tangential}) \quad (64)$$

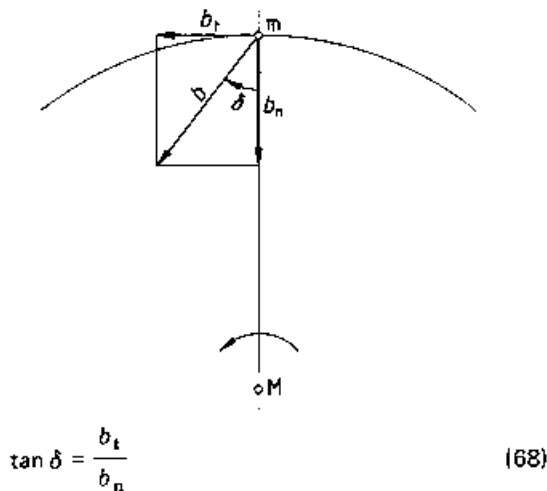
$$R \cdot \sin \psi = e \cdot \sin \varphi$$

$$\sin \psi = \frac{e}{R} \cdot \sin \varphi \quad (65)$$

$$R \cdot \cos \psi = e \cdot \cos \varphi + a$$

$$\cos \psi = \frac{e \cdot \cos \varphi + a}{R} \quad (66)$$

$$b = \sqrt{b_n^2 + b_t^2} \quad (67)$$

Bild 10. Richtung der Beschleunigung  $b$ 

Die vorstehenden Ableitungen haben nur Gültigkeit für  $n_1$  entgegengesetzt  $n_2$ .

Für  $n_1$  gleiche Drehrichtung wie  $n_2$  kehrt sich die Richtung von  $b_c$  um

#### 5.4.4.2 Karussells auf Schienenbahn

##### 5.4.4.2.1 Mit Auslegerführung zentral, mit Innen- oder Außenantrieb (z. B. Raketenbahnen).

Bei solchen Karussells ist auf mögliche Zwängungen und durch die aus der Art der Gondel- oder Sitzbefestigung entstehenden Biege- und Torsionsmomente in den Auslegern zu achten. Die Schienen bzw. die Laufbahn sind so zu bemessen, daß die Durchbiegung unter der Radlast  $l/500$  nicht überschreitet.

##### 5.4.4.2.2 Ohne zentrale Führung (z. B. Bayernkurve)

Die Kippsicherheit der Wagen ist durch Überhöhung der Schienen oder durch Sicherungsrollen und ähnliches, gegebenenfalls durch beide, sicherzustellen. Beim Nachweis der 1,0fachen Kippsicherheit der Unterkonstruktion darf die Verankerung mit dem Untergrund rechnerisch nicht berücksichtigt werden. Zur Erzielung der  $v$ -fachen Kippsicherheit darf die Verankerung rechnerisch berücksichtigt werden.

##### 5.4.4.3 Karussells mit wellenartiger Laufbahn (z. B. Berg- und Talbahnen)

Hierbei sind die Massenkkräfte aus der räumlichen Bewegung der Gondeln zu berücksichtigen.

##### 5.4.4.4 Karussells mit mehreren Drehwerken (z. B. Calypso)

Insbesondere sind hier die Auswirkungen der Corioliskräfte auf die Konstruktion zu untersuchen. Bei nicht zwangsgesteuerten Drehbewegungen sind die Auswirkungen der Drehung der einzelnen Drehwerke zu untersuchen.

Bei Auslegerflugkarussells (z. B. Round up, Ski-Lift, Twister, Hully-Gully), deren Gondeln gehoben werden können, sind die beim Heben und Senken, Anfahren und Bremsen entstehenden Kraftwirkungen unter Berücksichtigung eventuell ungünstig wirkender Stoßkräfte und Fliehkräfte zu berücksichtigen. Dabei sind die Auswirkungen der genannten Kräfte in der jeweils ungünstigsten Stellung zu untersuchen, auf den einzelnen Ausleger, auf das gesamte Karussell, auf die Kippsicherheit des Karus-

sells. Die Hubpressen müssen zwangungsfrei gelagert und knicksicher bemessen sein.

Gleiches gilt sinngemäß für Hubkarussells. Unvermeidliche Beschleunigungen beim Teleskopzylinder am Anfang und Ende eines Hubvorganges müssen, soweit sie nicht durch Dämpfungsglieder gemildert werden, bei der Bemessung der Karussellbauteile durch eine entsprechende Lasterhöhung berücksichtigt werden.

Die Senkgeschwindigkeit darf bei Bruch der Druckleitungen der Hubzylinder 1,0 m/s oder den doppelten Wert der Betriebsgeschwindigkeit nicht überschreiten.

## 5.5 Hochgeschäfte mit schienengebundenen Fahrzeugen

### 5.5.1 Schiene

Die Längsneigung der Schiene ist so zu begrenzen, daß die Andruckkomponente senkrecht dazu im ungünstigsten Fall  $0,2g$  nicht unterschreitet. Dieser Wert gilt bei Zügen auch für das Fahrzeug mit der größten Geschwindigkeit. Wird dieser Wert unterschritten, dann müssen die Fahrgäste gegen Abheben gesichert werden.

Die Querneigung  $\alpha$  der Schiene soll so gewählt werden, daß die Kräfte quer zum Fahrzeug klein bleiben. Das ist der Fall, wenn  $\alpha$  nach folgender Formel gewählt wird:

$$\tan \alpha = \frac{v^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v^2}{R_v} \right)} \quad (69)$$

Der Winkel  $\alpha$  ist rechtwinklig zu  $R_h$  und zur Schiene zu messen.

$v$  Fahrzeuggeschwindigkeit

$\gamma$  Schienenlängsneigung

$R_h$  Horizontaler Radius

$R_v$  Vertikaler Radius

+  $\triangle$  Wanne

–  $\triangle$  Kuppe

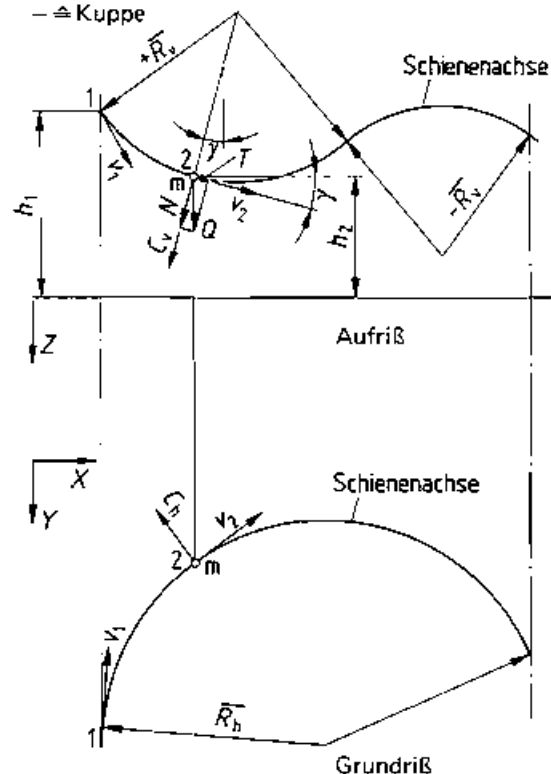


Bild 11. Schienenverlauf einer Achterbahn

## Seite 16 DIN 4112

Die maximale Querneigung der Schiene ist an den Stellen, an denen das Fahrzeug betriebsmäßig zum Stillstand kommen kann (z. B. an Sicherheitsbremsen) auf einen Höchstwert von  $25^\circ$  zu begrenzen. Der Schienenverlauf ist so zu wählen, daß Beschleunigungsänderungen nicht größer als  $2g$  werden.

Die Fahrzeuggeschwindigkeit kann nach Formel (80) für den Massenpunkt ermittelt werden.

## Zeichen

|             |                                                                              |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|
| $a$         | Spurweite                                                                    |
| $e$         | Schwerpunktsabstand                                                          |
| $\alpha$    | theoretische Schienenquerneigung                                             |
| $\beta$     | wirkliche Schienenquerneigung                                                |
| $\gamma$    | Schienenlängsneigung                                                         |
| $\delta$    | Anstellwinkel der Führungsrollen                                             |
| $\bar{R}_v$ | vertikaler Radius der Schienenachse                                          |
| $\bar{R}_h$ | horizontaler Radius der Schienenachse                                        |
| $\pm R_v$   | vertikaler Radius des Massenschwerpunktes + $\Delta$ Wanne; - $\Delta$ Kuppe |
| $R_h$       | horizontaler Radius des Massenschwerpunktes                                  |
| $C_v$       | vertikale Fliehkraft                                                         |
| $C_h$       | horizontale Fliehkraft                                                       |
| $F_{res}$   | resultierende Last                                                           |
| $V$         | Last aus $R$ vertikal zur Schiene                                            |
| $H$         | Last aus $R$ horizontal zur Schiene                                          |
| $\mu_1$     | Reibwert zwischen Rädern und Schiene                                         |
| $\bar{\mu}$ | Reibwert zwischen Führungsrollen und Schiene                                 |
| $f$         | Hebelarm der Reibung                                                         |
| $\mu_2$     | Reibwert der Wälzlager                                                       |
| $A$         | Angriffsfläche, die das Fahrzeug dem Wind bietet                             |

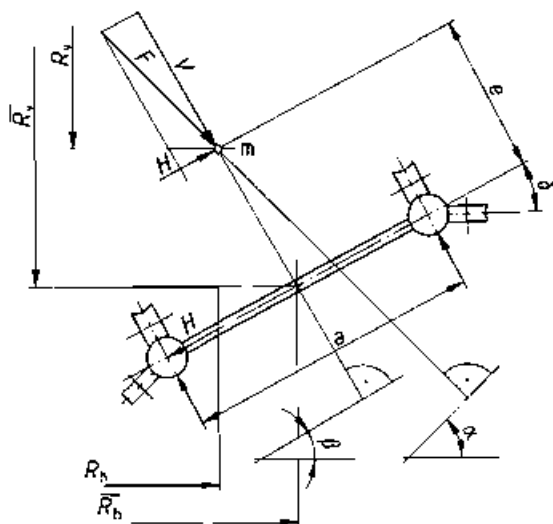


Bild 12. Schienenquerschnitt mit Trag- und Führungsrollen

|        |                                             |
|--------|---------------------------------------------|
| $c_f$  | Formbeiwert                                 |
| $h$    | $h_1 - h_2$ Differenzhöhe                   |
| $Q$    | Fahrzeuglast und Verkehrslast               |
| $m$    | Masse                                       |
| $D_1$  | Lafraddurchmesser                           |
| $D_2$  | Führungsrad Durchmesser                     |
| $d_1$  | Durchmesser der Laufachse                   |
| $d_2$  | Durchmesser der Führungsachse               |
| $v_1$  | Geschwindigkeit im Punkt 1                  |
| $v_2$  | Geschwindigkeit im Punkt 2                  |
| $l$    | wahre Schienenlänge von Punkt 1 bis Punkt 2 |
| $h_1$  | Höhe im Punkt 1                             |
| $h_2$  | Höhe im Punkt 2                             |
| $\rho$ | Dichte der Luft                             |

## Formeln

$$R_h = \bar{R}_h - e \cdot \sin \beta \quad (70)$$

$$R_v = \bar{R}_v - e \cdot \cos \beta \quad (71)$$

$$m = \frac{Q}{g} \quad (72)$$

$$C_v = m \cdot \frac{v_m^2}{R_v} \quad \text{vertikale Fliehkraft} \quad (73)$$

$$C_h = m \cdot \frac{v_m^2 \cos^2 \gamma}{R_h} \quad (74)$$

horizontale Fliehkraft

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (75)$$

$$F = \sqrt{(Q \cdot \cos \gamma + C_v)^2 + C_h^2} \quad (76)$$

$$V = F \cdot \cos (\alpha - \beta) \quad (77)$$

$$H = F \cdot \sin (\alpha - \beta) \quad (78)$$

$$\tan \alpha = \frac{v_m^2 \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} \quad (69a)$$

## Reibwerte

$$\mu_1 = \frac{2f}{D_1} \quad (79)$$

$$\bar{\mu}_1 = \frac{2f}{D_2} \quad (79a)$$

Alle Kräfte sind bezogen auf Intervallmitte, wobei als Intervalllänge der Stützenabstand jedoch nicht größer als 5 m zu wählen ist.

$$v_2^2 = v_1^2 + 2g \cdot h - c_f \cdot A \cdot \rho \cdot v_m^2 \cdot \frac{l}{m} - \left( \mu_1 + \mu_2 \frac{d_1}{D_1} \right) \frac{2 \cdot l}{m} \left( V + |H| \cdot \tan \delta \right) - \frac{|H|}{\cos \delta} \left( \tilde{\mu}_1 + \mu_2 \frac{d_2}{D_2} \right) \frac{2 \cdot l}{m} \quad (80)$$

alle Werte eingesetzt:

$$\begin{aligned} v_2^2 = v_1^2 + 2g \cdot h - c_f \cdot A \cdot \rho \cdot v_m^2 \cdot \frac{l}{m} - & \sqrt{\left( Q \cdot \cos \gamma + m \frac{v_m^2}{R_v} \right)^2 + \left( m \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h} \right)^2} \\ & \cdot \cos \left[ \arctan \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} - \beta \right] \cdot \left( \mu_1 + \mu_2 \frac{d_1}{D_1} \right) \frac{2 \cdot l}{m} \\ & - \frac{1}{\cos \delta} \sqrt{\left( Q \cdot \cos \gamma + m \frac{v_m^2}{R_v} \right)^2 + \left( m \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h} \right)^2} \cdot \sin \left[ \arctan \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} - \beta \right] \\ & \cdot \left( \tilde{\mu}_1 + \mu_2 \frac{d_2}{D_2} \right) \frac{2 \cdot l}{m} - \tan \delta \sqrt{\left( Q \cdot \cos \gamma + m \frac{v_m^2}{R_v} \right)^2 + \left( m \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h} \right)^2} \\ & \cdot \sin \left[ \arctan \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} - \beta \right] \cdot \left( \mu_1 + \mu_2 \frac{d_1}{D_1} \right) \frac{2 \cdot l}{m} \end{aligned}$$

Die Formel ist mit  $v_m = \frac{v_1 + v_2}{2}$  iterativ auszuwerten.

Da sich die Reibungsbeiwerte großemäßig mit der Einlaufzeit, der Konstruktion, der Oberflächenbeschaffenheit der Schiene und der Witterung stark ändern können, muß eine Messung der tatsächlichen Geschwindigkeit vorgenommen werden. Hinreichende Übereinstimmung mit den rechnerischen Werten muß sich ergeben.

### 5.5.2 Traggerüst

Wird für die Fahrachse über den Stützen mit Durchlaufwirkung gerechnet, dann ist eine Stützensenkung durch Abminderung des Stützmomentes um 50% und eine Stützerhöhung durch Erhöhung des Stützmomentes um 25% zu berücksichtigen. Die Erhöhung bzw. Abminderung der Momente braucht wegen der geringen zu erwartenden Spielzahlen beim Betriebsfestigkeitsnach-

weis nicht berücksichtigt zu werden. Die Ableitung aller Kräfte ist unter Berücksichtigung der Steifigkeitsverhältnisse möglichst wirklichkeitsnah nachzuweisen.

Bei unverkleideten Stützböcken, die über die Schienen im Gesamtbauwerk verankert sind, darf beim Stand- und Gleitsicherheitsnachweis auf Ansatz der Windbelastung verzichtet werden. Die Kippsicherheit der Anlage bei Belastung durch Wind braucht im allgemeinen nicht nachgewiesen zu werden, sofern nicht durch besonders ungünstige Form oder außergewöhnliche Windangriffsflächen der Bauteile des Gerüsts (Dekorationen, Lichtleisten) oder durch Teil- oder Ganzverkleidungen von Gerüst oder Fahrbahn ungewöhnlich große Horizontalkräfte auftreten können.

### 5.5.3 Fahrzeuge

Die Fahrzeuge sind hinsichtlich des Fahrgastraumes so zu gestalten, daß jeder Fahrgast sicher untergebracht ist. Für die betriebsmäßig vorkommenden Andruckkräfte während der Fahrt muß der Fahrgast auf dem Sitz, an Rücken- und Seitenlehnen genügend Halt haben.

Die Fahrzeuge sind so zu gestalten, daß die Fahrgäste innen und außen nicht an bewegliche Teile geraten können und daß sich auch gegen vorausfahrende oder nachfolgende Fahrzeuge keine im Handbereich der Fahrgäste liegenden Quetschstellen ergeben können. Fahrwerke und Aufbauten der Fahrzeuge sind so auszubilden, daß sie keine unkontrollierbaren Zwängungskräfte aus Querneigungsänderungen, Kurven, Kuppen und Wannen, auch unter Berücksichtigung zulässiger Abnützungen, erhalten. Alle vorkommenden Kraftgrößen sind vom Entstehungsort bis zu den Auflagern zu verfolgen. So können z. B. bei Fahrzeugen mit einer Pendel- und einer Starrachse Momente aus Kräften quer zum Fahrzeug oberhalb der Pendelachse nur von der Starrachse aufgenommen werden. Kräfte quer zum Fahrzeug können z. B. nur an Rädern, die an der Schiene anlaufen, ausgeleitet werden.

Die Fahrwerke sind mit Entgleisungs- und Abhebesicherungen auszustatten. Sind die Laufrollen nicht so gestaltet, daß sie auch Seitenführungskräfte aufnehmen können, dann sind dafür eigene Führungsrollen anzuordnen.

Abhebesicherungen (Rollen oder Pratzen) sind – sofern rechnerisch keine größeren Kräfte wirken – für 50% des anteiligen Fahrzeuggewichtes bei voller Besetzung zu bemessen.

### 5.5.4 Bremsen

**5.5.4.1 Mit Haltebremsen** werden die Fahrzeuge am Ende der Abfahrt nach jeder Fahrt abgebremst. Bei Verzögerungen beim Fahrgastwechsel muß ein Aufahren durch nachfolgende Fahrzeuge mit Sicherheit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden. Jede Haltebremse ist so auszulegen, daß die Bremsverzögerung im allgemeinen einen Höchstwert von  $4,0 \text{ m/s}^2$  nicht überschreitet. <sup>2)</sup>

**5.5.4.2 Sicherheitsbremsen** in der Abfahrtsstrecke sind für den vorgesehenen kleinsten Fahrzeugabstand so anzuordnen, daß sich zwischen zwei Fahrzeugen stets eine Bremse befindet.

Jede Sicherheitsbremse ist so auszulegen, daß die Bremsverzögerung einen Höchstwert von  $7,0 \text{ m/s}^2$  nicht überschreitet. <sup>2)</sup>

Für Sicherheitsbremsen ist ein Betriebsfestigkeitsnachweis nicht zu führen.

Für die Auslegung hinsichtlich der Bremsverzögerung ist vom höchsterreichbaren Reibwert für die gewählten Bremsflächenwerkstoffe auszugehen.

Für die Bemessung der wirksamen Bremslänge ist davon auszugehen, daß das Fahrzeug auch bei durch Witterungseinflüsse und Abnutzung gegebenem Reibungskleinstwert noch mit 1,2facher Sicherheit (bezogen auf den Reibwert)

zum Halten kommt. Wird die Betätigungskraft (abgesehen von geringen Änderungen infolge Abnutzung) zum Ausgleich unterschiedlicher Reibwerte vergrößert, so ist dies zu berücksichtigen. Die Grenzwerte sind an der Ausführung zu überprüfen, wobei die Kleinstreibung möglichst auch für die Schiene, mindestens aber für die Bremsflächen, z. B. durch Wasserschmierung, herzustellen ist.

**5.5.4.3 Reduzierbremsen** sind auf Betriebsfestigkeit zu bemessen (Bremsverzögerung siehe Abschnitt 5.5.4.1).

### 5.5.5 Rücklaufsicherungen

Anlagen, bei denen in der Auffahrtsstrecke die Wagen oder Züge mittels Ketten, Seile, Reibräder oder durch eigenen Antrieb befördert werden, müssen in der Auffahrtsstrecke mit Rücklaufsicherungen oder mit selbsttätig wirkenden Rücklaufbremsen oder Rücklaufsperrern versehen sein.

Wenn sich in der Fahrstrecke zwischen Aufzugs- bzw. Auffahrtsende und Bahnhof bzw. der vor dem Bahnhof gelegenen Bremse planmäßig mehrere Wagen oder Züge befinden können, sind auch in den Bergstrecken der Fahrbahn nach den Tälern Rücklaufsicherungen einzubauen.

Die Steigungshöhe  $h$  bis Beginn der Rücklaufsicherung oder die sich bei Rückwärtsfahrt ergebende Maximalgeschwindigkeit darf nachfolgende Grenzwerte nicht überschreiten. Mindestens einer der beiden Grenzwerte ist einzuhalten:  $h = 7 \text{ m}$ ,  $v = 42 \text{ km/h}$  bei in der Draufsicht gerader Rückwärtsfahrt ohne Schienenquerneigung.  $h = 5 \text{ m}$ ,  $v = 35 \text{ km/h}$  bei Rückwärtsfahrt in großen Kurven bei Schienenquerneigung bis  $20^\circ$ .

$h = 3,5 \text{ m}$ ,  $v = 30 \text{ km/h}$  bei Rückwärtsfahrt in engeren Kurven bei Schienenquerneigungen  $> 20^\circ$ .

Es sind zwei Werte angegeben, weil bei Zügen  $h$  von der Zug-Schwerpunkthöhe abhängt, die nicht mit der Steigungshöhe identisch sein muß. Auch die Lage der Rücklaufsicherungsteiles am Zug ist für die vorstehenden Grenzwerte von Bedeutung.

Befindet sich planmäßig nur ein Wagen oder ein Zug in der Bahn, können Rücklaufsicherungen in den Bergstrecken nach den Tälern entfallen. Ist hierbei das rückwärtige Durchfahren der Bahnsteige mit voller Geschwindigkeit gefahrlos für die im Wagen oder Zug sitzenden Fahrgäste und werden die Bahnsteige während der Fahrt des Wagens oder des Zuges von Besuchern freigehalten, darf in den Auffahrtsstrecken auf Rücklaufsicherungen verzichtet werden. In der Regel wird dies bei Anlagen möglich sein, bei denen die gesamte Fahrstrecke von den besetzten Fahrzeugen während einer Tour mehrmals hintereinander durchfahren wird. Befinden sich mehrere Wagen oder Züge in der Bahn, kann auf Rücklaufsicherungen in den Bergstrecken verzichtet werden, wenn die einzelnen Streckenabschnitte durch ein fehlersicheres Blocksystem mit automatisch gesteuerten Bremsen gesichert sind.

Für Rücklaufsicherungen ist ein Betriebsfestigkeitsnachweis nicht zu führen. Wird das Fahrzeug in der Rücklaufsicherung schlagartig gehalten, dann ist für die Bemessung ein Stoßfaktor anzunehmen, der ohne exakten Nachweis mindestens mit  $1/2$  der größten Rücklaufhöhe in cm anzusetzen ist, jedoch mindestens 2,0 betragen muß. Für die Bemessung ist ein Last von  $\varphi \cdot Q$  anzunehmen.

<sup>2)</sup> Größere Bremsverzögerungen sind zulässig, wenn besondere Vorrichtungen zum Schutz des Fahrgastes vorgesehen werden.



## 5.6 Sonstige Bahnen mit schienengebundenen Fahrzeugen

(Kinder-Eisenbahn, -Verkehrsgärten, Geisterbahnen und ähnliche Anlagen sowohl mit Normal- als auch mit Hängefahrzeugen.)

Bezüglich Bemessung und Betriebssicherheit gelten – soweit anwendbar – die in Abschnitt 5.5 genannten Forderungen.

Fahrzeuge sind an der Vorder- und der Rückseite mit Schrammkanten zu versehen, die in gleicher Höhe angebracht sein müssen. Ist bei der Berührung ein Versatz vorhanden, z. B. durch Längs- oder Querpendelung, dann muß durch genügende Höhe der Schrammkanten Überdeckung vorhanden sein. Mindestens eine Schrammkante je Fahrzeug ist zur Stoßdämpfung zu federn, wobei die Dämpfung in Abhängigkeit von der Nenngeschwindigkeit auszulegen ist. Auf eine Dämpfung kann verzichtet werden, wenn die Fahrzeuge, z. B. durch ein Streckensicherungssystem, gegen Auffahren gesichert sind.

Sind Fahrbahnträger und Stützen auch gleichzeitig Bestandteil der Überdachungskonstruktion, dann sind sie für die schwingende Belastung auf Betriebsfestigkeit zu bemessen.

Bei Hängebahnen sind zusätzlich zum Lichtraumprofil nach Abschnitt 5.5.1 Freiräume in Größe der rechnerischen Pendelbewegung zuzüglich eines Sicherheitszuschlages sowohl nach der Ausflugs- als auch nach der Gegenseite vorzusehen. Der Sicherheitszuschlag muß mindestens 10 % des rechnerischen Ausflugwinkels, jedoch mindestens 5° betragen. Beim rechnerischen Ausflugwinkel ist das Schwingungsverhalten zu berücksichtigen.

Die aus Pendelbewegungen der Gondel anfallenden Beschleunigungen sind rechnerisch für Fahrzeug, Schiene und Stützen zu berücksichtigen.

Werden Dämpfer für Querschwingungen von Pendelgondeln angeordnet und ist Lichtraumfreiheit für die ungedämpfte Schwingung nicht vorhanden, so sind Pendelbegrenzungen vorzusehen.

Am Beginn von Streckenabschnitten, in denen Pendelgondeln geführt werden (z. B. im Bereich des Fahrgastwechsels), sind Einweiser anzuordnen, die die Gondeln bis mindestens zum doppelten Wert des rechnerisch vorhandenen Ausflugwinkels erfassen und in Abstimmung auf die Fahrgeschwindigkeit möglichst stoßfrei einführen. Auf eine Arretierung von Pendelgondeln zum Fahrgastwechsel kann nur verzichtet werden, wenn in anderer Weise (z. B. durch starke Dämpfer) eine Gefährdung oder Behinderung von Fahrgästen ausgeschlossen ist.

## 5.7 Autofahrgeschäfte

### 5.7.1 Autofahrgeschäfte mit Fahrbahnen für eine Fahrtrichtung (z. B. Autopisten, Stockwerksautobahnen, Go-Cart-Bahnen, Motorrollerbahnen)

#### 5.7.1.1 Fahrbahnen

Die Fahrbahnneigungen sind entsprechend den Kurvenradien und der maximalen Fahrzeuggeschwindigkeit zu gestalten. Längs- und Querneigungen dürfen nur so groß sein, daß gebremste Fahrzeuge bei nasser Fahrbahn nicht abrutschen können. Die Fahrbahn darf keine Kuppen aufweisen, die ein Abheben der Räder bewirken können. Im Bereich des Bahnhofes soll die Fahrbahn ohne Neigungen sein.

Der Fahrbahnbelag ist so zu gestalten und die Fahrbahn so zu bemessen, daß keine Schwingungen und nur geringe Erschütterungen auftreten können.

Die Durchbiegung der Fahrbahn darf 1/500 der Stützweite nicht überschreiten.

#### 5.7.1.2 Fahrbahnbanden

Die Fahrbahnen müssen seitlich mit Fahrbahnbanden versehen sein.

Die Anpralllast ist nach Abschnitt 4.4.3 für  $\alpha \geq 30^\circ$  zu ermitteln.

#### 5.7.1.3 Fahrbahnträgergeste

Bei der Bemessung der Fahrbahnträgergeste sind als Horizontalkräfte die Anfahr-, Brems- und Fliehkräfte durch Anordnung von entsprechenden Verbänden bzw. Rahmenkonstruktionen zu berücksichtigen.

Für die Kraftwirkung sind, wenn kein genauer Nachweis geführt wird, als Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge 30 km/h in Rechnung zu stellen.

Die Fahrbahnträgergeste sind schwingend beanspruchte Konstruktionen, für die der Betriebsfestigkeitsnachweis zu erbringen ist.

#### 5.7.1.4 Fahrzeuge

Die Fahrzeuge sind so zu konstruieren, daß die betriebsmäßig auftretenden Kräfte (z. B. Bremskräfte), die durch Auffahren oder durch Zusammenstöße sich ergebenden Kräfte und der von den Fahrgästen auf das Fahrzeug (Sitz, Seiten-Rückenlehnen, Vorderwand, Steuerrad) ausgehende Anpreßdruck aufgenommen werden können.

Die zur Milderung der Anpralllasten angebrachten Schrammbordkanten mit Federung und Dämpfungseinrichtungen müssen so bemessen sein, daß die auf die Fahrgäste wirkenden größten Kräfte erträglich bleiben.

Die Schrammbordkanten müssen bei allen auf einer Bahn verwendeten Fahrzeugen gleich hoch sein und mit den Fahrbahnbanden übereinstimmen.

#### 5.7.1.5 Verkehrslasten

Als Verkehrslast auf der Fahrbahn sind die Fahrzeuge mit Vollbelastung in ungünstigster Stellung neben- und hintereinander anzuordnen. Hierbei sind entlastend wirkende Radlasten unberücksichtigt zu lassen.

Alle Bauteile sind in einem weiteren Lastfall für eine gleichmäßig verteilte Verkehrslast  $p = 2 \text{ kN/m}^2$ , im Bahnhofsbereich für  $3,5 \text{ kN/m}^2$  zu berechnen. Der ungünstigere Wert ist der Bemessung zugrunde zu legen.

### 5.7.2 Fahrgeschäfte mit beliebigen Fahrtrichtungen (Autoskooter)

#### 5.7.2.1 Überdachungskonstruktion

Außer den Eigenlasten und den Windlasten hat die Dachkonstruktion der Autoskooter Kräfte aus der Vorspannung des Stromnetzes aufzunehmen. Wenn kein genauer Nachweis erfolgt, ist dafür eine Kraft von  $0,3 \text{ kN/m}$  anzunehmen.

Die Stützen der Überdachungskonstruktion dürfen mit der Fahrbahnkonstruktion verbunden und letztere zur Aufnahme von abhebenden Kräften aus den Stützen teilweise herangezogen werden. Sie sind durch konstruktive Maßnahmen wirksam vor Fahrzeugstößen zu schützen.

#### 5.7.2.2 Fahrbahnfläche

Die Fahrbahnfläche von Autoskootern muß ohne Stoßlücken verlegt sein. Die Platten sind für eine gleichmäßig

verteilte Last von  $3,5 \text{ kN/m}^2$  und in einem zweiten Rechnungsgang für die ungünstigsten Radlasten bei vollgestellter Fahrbahnfläche zu bemessen.

Platten müssen an den Rändern auf den Längs- und/oder Querträgern unverrückbar aufliegen.

Die Durchbiegung der Platten darf  $l/500$  der Spannweite nicht überschreiten.

### 5.7.2.3 Fahrbahnbanden

Die Anpralllast ist nach Abschnitt 4.4.3 für  $\alpha = 90^\circ$  zu ermitteln.

### 5.7.2.4 Tragkonstruktion

Die Unterpallungen der Längs- und Querträger sind in den Plänen zu kennzeichnen. Ihr Abstand ist so festzulegen, daß die rechnerische Durchbiegung der Träger nicht mehr als  $l/500$  beträgt.

Die Treppen und Podien bei Autoskootern sind für eine gleichmäßig verteilte Last von  $5 \text{ kN/m}^2$  zu berechnen.

### 5.7.2.5 Fahrzeuge

Es gilt Abschnitt 5.7.1.4 sinngemäß.

## 5.8 Steilwandbahnen

5.8.1 Steilwandbahnen sind außer für die Lasten nach Abschnitt 4 auch für die Betriebsbelastung zu berechnen.

Für die Betriebsbelastung ist die Art der Vorführungen, die Anzahl der gleichzeitig benutzten Fahrzeuge und deren ungünstigste gegenseitige Stellung zu berücksichtigen. Liegen spezielle Meßwerte nicht vor, so ist als Zentrifugalkraft

bei Zweiradfahrzeugen mindestens das 4,0fache Fahrzeuggewicht (einschließlich Fahrer),

bei Vierradfahrzeugen mindestens das 3,0fache Fahrzeuggewicht (einschließlich Fahrer) einzusetzen.

5.8.2 Steilwandbahnen müssen mindestens soweit überdacht sein, daß die Fahrbahn vollen Witterungsschutz erhält.

Der Oberrand der Fahrbahn ist mit einer Abgrenzung zu versehen, damit die Fahrzeuge nicht den Fahrbahnrand überfahren und in den Zuschauerraum gelangen können (z. B. durch ein ringsumlaufendes Stahldrahtseil mit mindestens  $13 \text{ mm}$  Durchmesser).

Der Abstand dieser Begrenzung von der Fahrbahnoberfläche nach innen muß mindestens  $60 \text{ cm}$  betragen.

## 5.9 Globusse

Globusse sind innerhalb/unterhalb der Überdachungskonstruktion so aufzustellen, daß ihre Fahrbahnen vollen Witterungsschutz erhalten.

Globusse sind außer für die Lasten nach Abschnitt 4 auch für Betriebsbelastung zu berechnen, wobei die sich aus Art, Zahl und Stellung der verwendeten Fahrzeuge ergebende ungünstigste Kombination einzusetzen ist.

Die Abschränkung des Zuschauerraumes muß mindestens  $2 \text{ m}$  mehr Durchmesser als der Globus aufweisen.

## 5.10 Anlagen für artistische Vorführungen in der Luft

Für Gerüste, Stützen, Seile und Verankerungen von Hochseilanlagen sowie für Untermaste von Schwingmastanlagen sind Nachweise nach Abschnitt 2.4 zu führen.

Da bei Hochseilanlagen das Tragseil (Fahrseil bzw. Laufseil) häufig an einem, manchmal auch an beiden Enden

an bestehenden Bauten angeschlossen wird, sind in den technischen Unterlagen, außer der Anschlußkraft, auch die möglichen Ausführungsvarianten der Anschlüsse darzustellen und rechnerisch nachzuweisen. In den technischen Unterlagen sind alle Vorführungen zu beschreiben und daraus die ungünstigsten Belastungen zu ermitteln, für welche die Festigkeits- und Standsicherheitsnachweise zu führen sind.

Auf Untermaste aufgesetzte sogenannte Schwingmaste überschreiten regelmäßig den zulässigen Schlankheitsgrad und können daher nicht knicksicher berechnet werden. Zur Sicherung des Schwingmastes gegen Absturz ist im Inneren ein Stahldrahtseil mit mindestens  $6 \text{ mm}$  Durchmesser zu führen, das die oberen Enden des Schwingmastes und des Untermastes miteinander verbindet.

## 5.11 Rotoren

Für Rotoren sind gleichmäßig verteilte Lasten und Teilbelastungen zu berücksichtigen.

Der Zylinder des Rotors ist außer für seine Eigenlast und gleichmäßig verteilte Verkehrslast auch für eine einseitige Verkehrslast auf  $1/4$  bzw.  $3/4$  des Umfangs zu berechnen, wobei eine Streckenlast von  $p_v = 1,2 \text{ kN/m}$  auf den Umfang verteilt anzunehmen ist. Zusätzlich ist auch der Lastfall zu berechnen, daß zwei gegenüberliegende Quadranten belastet sind, während die beiden anderen Quadranten unbelastet bleiben.

Die durch die Fahrgäste entstehende Fliehkraft darf in  $1,2 \text{ m}$  Höhe über der Höchststellung des Zylinderbodens angenommen werden und ist mit dem aus der Drehzahl sich ergebenden Wert in Rechnung zu stellen.

Wenn die Symmetrie der tragenden Wand z. B. durch Türöffnungen gestört wird, so ist der Einfluß nachzuweisen. Desgleichen ist gegebenenfalls der Einfluß von Stütz- oder Führungsrädern nachzuweisen.

Der Fußboden ist auch für den Lastfall zu berechnen, bei dem sich die zugelassene Personenanzahl auf einem Bodenausschnitt mit einem Zentriwinkel von  $\alpha = 120^\circ$  befindet.

Die Verriegelungen und Befestigungen der Zylinder-Türen sind ebenfalls rechnerisch nachzuweisen.

## 5.12 Toboggans

Toboggans sind – außer für Eigenlast und Windlast – für folgende Verkehrslasten zu berechnen.

- Bereich des Schrägaufzug-Förderbandes  $2,0 \text{ kN/m}^2$
- Schrägaufgang, Treppen, Podeste  $5,0 \text{ kN/m}^2$
- Rutschwanne je Rutschbahn  $1,5 \text{ kN/m}$
- gleichzeitig waagrecht auf den oberen Wannenrand (Kurvenaußenseite)  $0,25 \text{ kN/m}$

## 5.13 Rollende Tonnen

Rollende Tonnen sind nur für eine Verkehrslast von  $2,5 \text{ kN/m}$  – das entspricht bei Annahme einer begangenen Breite von  $1 \text{ m}$  einer Flächenlast von  $2,5 \text{ kN/m}^2$  – zu berechnen. Die Standsicherheit der Rollenden Tonne ist für den Fall nachzuweisen, daß sich diese Belastung an der Seitenwand in Höhe des Mittelpunktes befindet.

Sind die Stützrollen weiter als  $\frac{l}{5}$  vom Tonnenende entfernt, dann ist auch der Standsicherheitsnachweis um eine Querachse zu führen.

### 5.14 Schiebebühnen

Schiebebühnen sind für eine Verkehrslast von  $3,5 \text{ kN/m}^2$  zu berechnen. Außer für Vollast sind sie auch für ungünstige Teilbelastungen nachzuweisen; insbesondere sind die über ihre Auflager hinausragenden Teile als belastet anzunehmen; dafür ist auch die Standsicherheit nachzuweisen.

Brüstungen und Geländer von Schiebebühnen sind für eine waagerechte Seitenkraft von  $1,5 \text{ kN/m}$  in Holmhöhe zu berechnen.

### 5.15 Drehscheiben (Teufelsräder und dergleichen)

Drehscheiben sind – außer für Eigenlast – im Stillstand für eine Verkehrslast von  $3,5 \text{ kN/m}^2$  und im Betrieb bei größter Drehzahl für eine Verkehrslast von  $2,0 \text{ kN/m}^2$  nachzuweisen.

Diese Lasten sind unsymmetrisch auch für einen Bodenausschnitt mit einem Zentriwinkel von  $90^\circ$  anzunehmen.

Die feststehenden Böden im Anschluß an Drehscheiben sind für eine Verkehrslast von  $5 \text{ kN/m}^2$  zu berechnen.

Die Auffangbänder für die von der Drehscheibe abrutschenden Personen sind für eine waagerechte Einzelast an ungünstigster Stelle von  $2,5 \text{ kN}$  bzw. für eine gleichmäßig verteilte waagerechte Belastung von  $2 \text{ kN/m}$  zu berechnen.

### 5.16 Tribünen

Neben den allgemeinen Standsicherheitsnachweisen entsprechend Abschnitt 2.4 kommt dem Nachweis gegen Kippen besondere Bedeutung zu, wenn die Tribünen überdacht oder wenn zahlreiche Flaggen oder Fahnenwände an den Tribünen befestigt sind.

Fußbodentafeln von Tribünen sind mit der Tragkonstruktion unverschieblich zu verbinden.

## 5.17 Überdachungskonstruktionen (z. B. geschlossene oder offene Hallen, Zelthallen, Membranbauten)

### 5.17.1 Allgemeines

a) Konstruktionen mit Primärtragwerk (z. B. Binderhallen) und raumabschließenden Elementen (z. B. Baumwoll- oder Kunststoffgewebe, Festverschalung usw.)

b) Konstruktionen mit mechanisch gespannten, primärtragenden Membranen (z. B. Membrankonstruktionen, Segel usw.)

Hierbei handelt es sich um Überdachungskonstruktionen mit beliebiger Formgebung, unter Einsatz von zugbeanspruchten, flexiblen Membranwerkstoffen (z. B. beschichtete Kunstfasergewebe) als tragendes Bauteil.

Da nach b) ein Versagen des tragenden Membranwerkstoffes zum unmittelbaren Einsturz der Gesamtkonstruktion führen kann, sind an den Membranwerkstoff und an das Gesamttragwerk besondere Anforderungen zu stellen (siehe Abschnitt 5.17.4).

### 5.17.2 Werkstoffe für raumabschließende Elemente

- Baumwollgewebe
- Kunstfasergewebe
- Festeindeckung und -verkleidung wie Profilbleche, Holz-, Asbestzement-, Kunststoffplatten und Mehrstoffelemente

Für Konstruktionen nach Abschnitt 5.17.1 b) ist die Brauchbarkeit des Werkstoffes, der Füge- und der Verbindungstechnik z. B. durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachzuweisen.

### 5.17.3 Konstruktionen mit Primärtragwerk (z. B. Binderhallen)

#### 5.17.3.1 Einspannung

Wenn Rahmenstiele im Boden eingespannt werden, darf mit maximal 80 % Einspannung im Baugrund gerechnet werden. Ein rechnerischer Nachweis der Reaktion im Baugrund ist erforderlich, wobei eine Flächenpressung von  $0,15 \text{ MN/m}^2$  nicht überschritten werden darf.

#### 5.17.3.2 Bodenaufasten und Verankerungen zur Sicherung gegen Windsoglasten (siehe auch Abschnitt 6.2)

Bei Hallen, Schaubuden oder dergleichen dürfen Einbauten zur Aufnahme von Kräften herangezogen werden, wenn sie mit Sicherheit aktiviert und in gleicher Ausführung bei jeder Aufstellung mit errichtet werden.

#### 5.17.3.3 Windverbände

Die an den Giebeln anfallenden Kräfte müssen durch die anzuordnenden Verbände in Dach- und Wandebene aufgenommen werden können. Es dürfen auch jeweils 2 Verbände unmittelbar hintereinander für jeweils die Hälfte auf die Giebelwand anfallende Last angeordnet werden. Die Zwischenverbände sind jeweils für mindestens die Hälfte auf die Giebelwand anfallende Windlast zu bemessen. Zwischen den Verbänden dürfen sich maximal 6 verbandsfreie Felder befinden. Fallen aus den Giebelwänden keine Windkräfte auf die Dach- und Wandebene an, so sind auch in diesem Falle Verbände für jeweils mindestens die Hälfte Windlast anzuordnen, die auf die Giebelwand entfallen würde.

Sind abgewinkelte Gurte im Windverband vorgesehen, so sind die entstehenden Umlenkkräfte zu berücksichtigen (z. B. am First von Satteldächern). Gegebenenfalls sind auch die Kräfte zur Stabilisierung der Binder bei der Bemessung der Verbände zu berücksichtigen.

#### 5.17.3.4 Membrankräfte aus Wind

Wind auf die flexiblen, raumabschließenden Elemente erzeugt besonders in den Endfeldern einseitige Zugkräfte. Diese Kräfte sind abzuschätzen. Ihre Aufnahme an allen Randträgern (First-, Traufpfette, Binderriegel und Eckstiel) ist zu untersuchen. Für die Ableitung der entstehenden Kräfte bei Anströmung auf die Giebelwände über die Windverbände (Gesamtsystem) darf dieser Kraftanteil auf 60 % ermäßigt werden.

Bei flexiblen Wand- und Dachflächen dürfen die erhöhten Randsoglasten außer acht gelassen werden. Bei starren Dacheindeckungen sind die Befestigungsmittel für die erhöhten Randsoglasten nach DIN 1055 Teil 4 zu bemessen.

Die Verschiebungen der Eckpunkte der Rahmenbinder in horizontaler Richtung sollen  $(l + h)/125$  nicht überschreiten, wobei  $l$  den Abstand der Fußpunkte des Binders und  $h$  die Traufhöhe bedeutet. Bei mehrschiffigen Hallen sind die Werte der größten Halle anzusetzen.

### 5.17.4 Konstruktionen mit mechanisch gespannten, primärtragenden Membranen (z. B. Membranzelte, Segel usw.)

#### 5.17.4.1 Allgemeines

Die exakten Nachweise für die aus Stabilitätsgründen durchweg gegenseitig gekrümmten Membranen sind nur nach Theorie höherer Ordnung möglich. Da dies im allgemeinen zu aufwendig ist, darf darauf verzichtet werden, wenn die Nachweise für das unverformte System erfolgen und jeweils Teilsysteme für sich ins Gleichgewicht gesetzt werden. Dies kann zu Unverträglichkeiten am verformten System führen, was jedoch außer acht bleiben kann, da die Nachweise nach Theorie I. Ordnung in der Regel auf der sicheren Seite liegen.

Für die einzelnen Nachweise der Membrankonstruktion ist die Spannung stets in Richtung der Haupttragachse sowie senkrecht dazu zu untersuchen. Darauf kann verzichtet werden, wenn das Verhältnis der beiden Krümmungen zueinander kleiner als 1/3 wird, und die Membrane dann als einachsig tragend angenommen wird.

#### 5.17.4.2 Vorspannung

Zur Stabilisierung der Membrankonstruktion gegen die auftretenden äußeren Lasten sowie um ein „Schlagen“, „Flattern“ oder „Durchschlagen“ zu verhindern, wird die Konstruktion mechanisch vorgespannt. Diese Vorspannung wird an den Rändern der Konstruktion aufgebracht. Erfahrungswerte hierzu:

|                                                     |                                                |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $F_V = 0,50 \text{ kN/m}$ für kleine Konstruktionen | $A < 400 \text{ m}^2$<br>$h < 8 \text{ m}$     |
| $F_V = 0,80 \text{ kN/m}$                           | $A \geq 400 \text{ m}^2$<br>$h < 8 \text{ m}$  |
| $F_V = 1,0 \text{ kN/m}$                            | $A < 1000 \text{ m}^2$<br>$h \geq 8 \text{ m}$ |

$F_V = 1,5 \text{ kN/m}$  alle übrigen Konstruktionen

Diese Dauergebrauchslast der Membrane am Rand der Konstruktion darf 3 % der Kurzzeitreiblast nicht überschreiten. (Dauergebrauchslast ist die ständig vorhandene Vorspannung.) Eine Überlagerung des Lastfalles Vorspannung mit weiteren Lastfällen erfolgt nur dann, wenn die Spannung dadurch vergrößert wird.

#### 5.17.4.3 Wind auf das Membrantragwerk

Auf genaue Ermittlung der Windlastverteilung kann verzichtet werden, wenn nach Abschnitt 5.17.4.1 und Abschnitt 5.17.4.2 verfahren wird und wenn die Formbeiwerte nach folgender Darstellung pauschaliert werden:

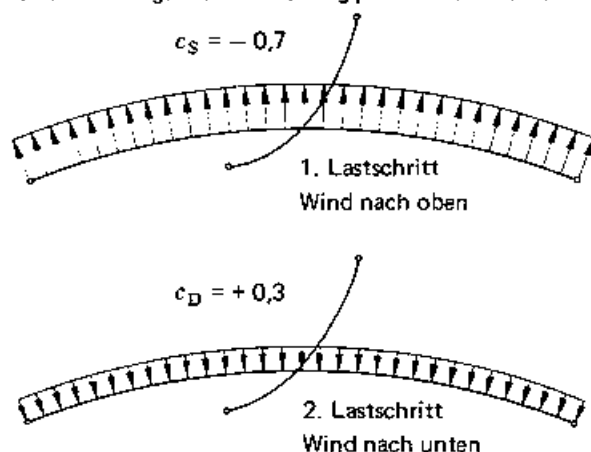


Bild 13. Windbeiwerte

Mit diesen Werten ist jeweils die Gesamtfläche und auch die Teilfläche zu beaufschlagen.

Werden günstigere Werte in Ansatz gebracht, so sind diese durch Windkanalversuche zu belegen.

#### 5.17.4.4 Konstruktive Durchbildung

Der Bahnverlauf ist entsprechend der Hauptbeanspruchung zu legen.

Werden Seil-, Gurt- oder Hautverstärkungen angeordnet, so ist darauf zu achten, daß dort keine Schwächung des Materialquerschnittes (z. B. durch Ansammlung von Nähten, Klemmen, Ösen usw.) die Verstärkung wirkungslos macht.

#### 5.17.4.5 Sicherheitsabstände – Sicherungen

Da Membrantragwerke sich im Belastungsfall zum Teil erheblich verformen, ist dafür zu sorgen, daß sich entlang der Dachhaut keine verformungsbehindernden Gegenstände befinden.

Als Sicherheitsabstände sind einzuhalten:

bei Membranen

$$a \geq \frac{r}{20} \geq 0,50 \text{ m, wobei } r \text{ der kleinere Hauptkrümmungsradius in dem entsprechenden Membranbereich ist;}$$

bei Seilen

$$a \geq \frac{l}{20} \geq 0,50 \text{ m in Seilmitte rundum, wobei } a \text{ linear auf Null zu echten Fixpunkten hin verzogen werden darf.}$$

$l$  = Abstand der festen Seileinhängung

Sofern starre tragende Teile (z. B. Maste, Stützen usw.) ausschließlich durch die Membrane gehalten werden, ist durch zusätzliche Maßnahmen ein Umstürzen dieser Teile bei einseitigem Wegfall der Membrane zu verhindern, wobei die notwendigen Bewegungsfreiheitsgrade im Betriebszustand erhalten bleiben müssen.

#### 5.17.4.6 Prüfmessungen, Nachspannen

Um die auftretenden Maximalbeanspruchungen (z. B. in Abspannungen, Stützen, Masten usw.) am Bauwerk überprüfen zu können, sollen Meßmarken eingebaut werden, damit durch entsprechende Kontrollen die rechnerisch erforderliche Vorspannung überprüft werden kann. Zum Ausgleich des Kriechens des Membrantragwerks (z. B. des Membranwerkstoffes, der Nähte, der Verbindungen, der Seile usw.) sind konstruktive Vorkehrungen zu treffen, die ein Nachspannen der Konstruktion ermöglichen (z. B. Spannschlösser, Stützenverlängerungen usw.).

## 6 Umkippen, Gleiten und Abheben

### 6.1 Kipp-, Gleit- und Abhebesicherheit

Bei Bauwerken und Bauteilen ist die Sicherheit gegen Umkippen, Gleiten und Abheben nachzuweisen, wenn sie nicht zweifelsfrei feststeht. Günstig wirkende Verkehrslasten, ebenso Eigenlasten von Bau- und Zubehöerteilen, welche nicht immer vorhanden sind, dürfen beim Nachweis gegen Umkippen, Gleiten und Abheben nicht berücksichtigt werden.

Im Gegensatz zum allgemeinen Spannungsnachweis dürfen für den Nachweis auf Umkippen, Gleiten und Abheben günstig wirkende Anteile nur mit dem Gewicht angesetzt werden, das mit Sicherheit immer vorhanden ist, z. B. Holz im ausgetrockneten Zustand.

Wenn durch die Eigenlast einer Konstruktion allein eine ausreichende Sicherheit nicht erreicht werden kann, dann ist sie durch besondere zusätzliche Maßnahmen wie z. B. Gegenlasten, Verankerungen und Abstreibungen herzustellen.

Tabelle 4. Sicherheitsbeiwerte gegen Umkippen, Gleiten und Abheben

|                                                                                                      | Belastung *)                                                                   | $\nu$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1                                                                                                    | günstig wirkende Anteile aus Eigenbelastung                                    | 1,0   |
| 2                                                                                                    | ungünstig wirkende Anteile aus Eigenbelastung                                  | 1,1   |
| 3                                                                                                    | ungünstig wirkende Windbelastungen                                             | 1,2   |
| 4                                                                                                    | ungünstig wirkende Anteile der Belastungen, außer den Belastungen nach 2 und 3 | 1,3   |
| *) Werden Lasten in Komponenten zerlegt, so sind diese mit dem gleichen $\nu$ -Wert zu vervielfachen |                                                                                |       |

6.1.1 Die Sicherheit gegen Umkippen errechnet sich aus:

$$\sum \nu \cdot M_{St} \geq \sum \nu \cdot M_K \quad (81)$$

$\nu$  Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 4

$M_{St}$  Standmomentanteile

$M_K$  Kippmomentanteile

Dabei ist zu beachten, daß die angesetzten Lasten über die Schubsteifigkeit der Konstruktion aktiviert werden können.

6.1.2 Die Sicherheit gegen Gleiten errechnet sich aus:

$$\sum \nu \cdot \mu \cdot N \geq \sum \nu \cdot H \quad (82)$$

$\nu$  Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 4

$N$  vertikale Lastkomponente

$H$  horizontale Lastkomponente

$\mu$  Reibungsbeiwert nach Tabelle 5

Für die Ermittlung der Reibungskräfte dürfen folgende Reibungsbeiwerte angesetzt werden, sofern nicht im Einzelfall durch Versuche ermittelte höhere Werte vorliegen oder Nässe eine Abminderung bedingt:

Tabelle 5. Reibungsbeiwerte

|                                                               | Holz | Stahl | Beton |
|---------------------------------------------------------------|------|-------|-------|
| Holz                                                          | 0,4  | 0,4   | 0,6   |
| Stahl                                                         | 0,4  | 0,1   | 0,2   |
| Beton                                                         | 0,6  | 0,2   | 0,5   |
| Ton *)                                                        | 0,25 | 0,2   | 0,25  |
| Lehm *)                                                       | 0,4  | 0,2   | 0,4   |
| Sand und Kies                                                 | 0,65 | 0,2   | 0,65  |
| *) Bei mindestens steifplastischer Zustandsform nach DIN 1054 |      |       |       |

Es ist zu beachten, daß bei schwingend beanspruchten Auflagerungen ein Losrütteln eintreten kann.

Ist bei Verbindung der Konstruktion mit dem Baugrund die  $\nu$ -fache Sicherheit in der Bodenfuge durch ruhende Reibung allein nicht gegeben, dann darf ein Gleitsicherheitsnachweis im Zusammenwirken mit Bodenankern geführt werden. Dabei dürfen die Reibungsbeiwerte nach Tabelle 5 nur mit 70 % ihres Wertes angesetzt werden.

$$\sum \nu \cdot \bar{\mu} \cdot N + Z_h \geq \sum \nu \cdot H \quad (83)$$

$$\bar{\mu} = 0,7 \cdot \mu \quad (84)$$

$Z_h$  übertragbare Horizontalkomponente des Ankers.

6.1.3 Die Sicherheit gegen Abheben errechnet sich aus:

$$\sum \nu \cdot N_{St} \geq \sum \nu \cdot N_a \quad (85)$$

$\nu$  Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 4

$N_{St}$  vertikale stabilisierende Lastkomponenten

$N_a$  vertikale abhebende Lastkomponenten

Mit Zugankern

$$\sum \nu \cdot N_{St} + Z_v \geq \sum \nu \cdot N_a \quad (86)$$

$Z_v$  übertragbare Vertikalkomponente des Ankers.

6.1.4 Für Fundamente gilt neben Abschnitt 6.1 DIN 1054.

## 6.2 Bodenverankerungen

### 6.2.1 Ankertragfähigkeiten

#### 6.2.1.1 Allgemeines

Unsichere Bodenverhältnisse und die Belastungsart bedingen zwangsläufig erhebliche Schwierigkeiten bei einer rechnerischen Abschätzung der Ankertragfähigkeiten. Die Angaben beschränken sich daher auf

- Gewichtsanker, d. h. auf der Bodenoberfläche aufgestellte oder im Untergrund eingebettete Ballastkörper und
- Stabanker, d. h. mit Ösen oder gestauchtem Kopf versehene Stäbe aus Metall oder Holz.

Für Spezialanker, wie z. B. Flügel-, Klapp-, Schraub-, Profilanker, ist die Ermittlung der Tragfähigkeiten durch Probelastungen erforderlich.

#### 6.2.1.2 Gewichtsanker

Bei der Berechnung der Tragfähigkeit dieser Anker darf der Erdwiderstand nur dann berücksichtigt werden, wenn der Anker kleine Verschiebungen und Verdrehungen ohne Gefahr für das Bauwerk ausführen kann und die Untergrundverhältnisse hinreichend bekannt sind.

#### 6.2.1.3 Stabanker

Die Tragfähigkeit von einfachen Stabankern mit rundem Querschnitt und einer Mindesteinschlagtiefe von 80 cm darf nach folgenden Näherungsformeln ermittelt werden:

Für  $\beta = 0^\circ$

Für steife bindige und dicht gelagerte nichtbindige Böden (siehe DIN 1054):  
 $Z = 6,5 \cdot d \cdot l'$  (87)

Für halbfeste bindige Böden (siehe DIN 1054):  
 $Z = 8 \cdot d \cdot l'$  (88)

Für  $\beta \geq 45^\circ$  Für mindestens steifplastische bindige Böden (siehe DIN 1054):

$$Z = 10 \cdot d \cdot l' \quad (89)$$

Für dichtgelagerte nichtbindige Böden (siehe DIN 1054):

$$Z = 17 \cdot d \cdot l' \quad (90)$$

Für  $0^\circ < \beta < 45^\circ$  sind die Tragfähigkeiten für gleiche Bodenarten durch Interpolation zu ermitteln (siehe Bild 15).

In den Formeln (87) bis (90) sind  $d$  und  $l'$  in cm einzusetzen,  $Z$  ergibt sich in N.

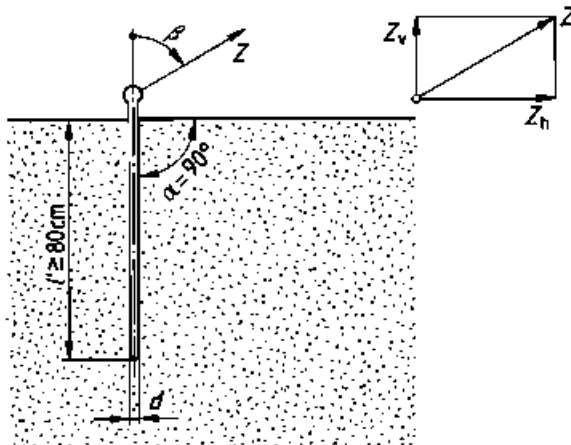


Bild 14. Stabanker

- $Z$  Ankertragfähigkeit (Versagenlast)  
 $Z_h$  horizontale Ankertragfähigkeitskomponente  
 $Z_v$  vertikale Ankertragfähigkeitskomponente  
 $d$  Ankerdurchmesser  
 $l'$  Einslagtiefe  
 $\alpha$  Einschlagwinkel  
 $\beta$  Zugwinkel

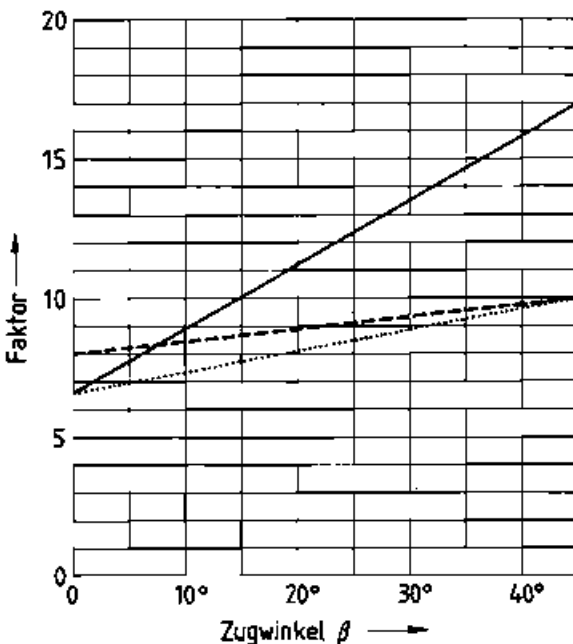


Bild 15. Faktor für Tragfähigkeit von Stabankern

- dichtgelagerte nichtbindige Böden  
 - - - halb feste bindige Böden  
 ..... steifplastische bindige Böden

Die Formeln (87) bis (90) gelten unter der Voraussetzung, daß der Anker beim Eintreiben „zieht“. Bei  $\beta = 0^\circ$  muß die Reibung auf der vollen Länge wirksam sein; bei  $\beta \geq 45^\circ$  soll der Einschlagwinkel  $\alpha = 90^\circ$  betragen. Bei diesem Einschlagwinkel erreicht der schräg belastete Anker erfahrungsgemäß die maximale Tragfähigkeit.

Die rechnerischen Tragfähigkeiten dürfen überschritten werden, wenn dies durch Probelastungen nachgewiesen wird oder entsprechende Erfahrungen für den Aufstellungsort vorliegen.

Bei Probelastungen an Ankern sind mindestens 3 Versuche durchzuführen. Der niedrigste Versuchswert ist für die Ermittlung der Tragfähigkeit maßgebend. Die so ermittelte Tragfähigkeit darf keine für das Bauwerk unzulässige Ankerbewegung ergeben.

Für die zulässige Tragfähigkeit sind die Sicherheitsbeiwerte nach Tabelle 4 zu berücksichtigen.

Bei vergleichbaren Untergrundverhältnissen können an anderer Stelle ausgeführte Probelastungen als Nachweis mit herangezogen werden.

Um ein Verbiegen der Anker bei schrägem Zug zu verhindern, sollte für einfache Stahlstabanker folgender Minstdurchmesser eingehalten werden:

$$d_{\min} = 0,025 \cdot l' + 0,5 \quad (\text{mit } l' \text{ in cm}) \quad (91)$$

Der Kraftangriff ist bei Stabankern, die auf Biegung belastet werden, möglichst nahe in den Bereich der Bodenoberfläche oder darunter zu legen.

**6.2.1.4 Zu verankernde Kraft und Sicherheitsbeiwerte**  
 Die erforderliche Verankerungskraft  $\text{erf } Z_v$  ist durch vektorielle Addition der auf den Anker entfallenden  $v$ -fachen Lastkomponenten zu ermitteln.

$$\text{erf } \vec{Z}_v = \Sigma v \cdot \vec{Z} \leq Z \quad (92)$$

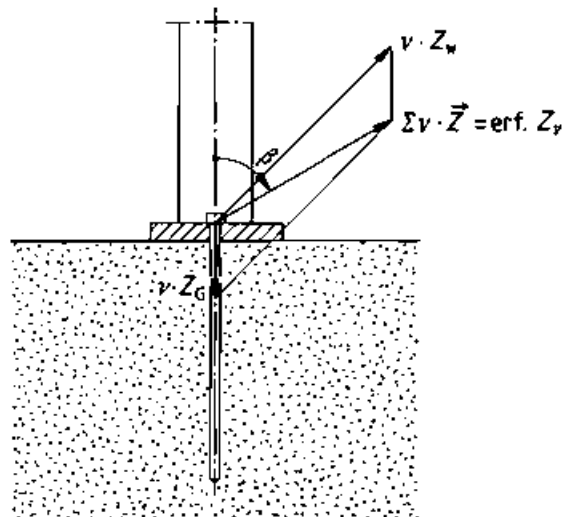


Bild 16. Ankerbelastungen

- $Z_G$  günstig wirkender Anteil aus Eigenlast  
 $Z_W$  ungünstig wirkender Anteil aus Windlasten oder anderer Belastung  
 $v$  Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 4

## 6.2.2 Hinweise

Treten bei belasteten Stabankern und ähnlichem Verschiebungen von mehr als 2 cm auf, so ist die Ankertragfähigkeit nicht mehr voll sichergestellt. Durch zusätzliche

Verankerungen oder durch Beischiagen von Holzkeilen kann eine höhere Lastaufnahme erreicht werden. Bei reiner Zugbeanspruchung in Richtung der Stabachse besteht schon bei sehr kleinen Bewegungen die Gefahr des vollkommenen Versagens des Ankers.

Der Ankerfuß (Spitzenansatz) darf bei Stabankern keine Querschnittsverbreiterungen aufweisen, damit die Mantelreibung im Bereich des Ankerschaftes nicht abgemindert wird.

Nach Eintreiben eines Stabankers ist der Boden an der Oberfläche – soweit das praktisch möglich ist – an den Anker anzustampfen, um ein Eindringen von Oberflächenwasser zu vermeiden.

Bei Verwendung von Ankergruppen darf jeder Einzelanker nur dann mit seiner vollen berechneten Tragfähigkeit eingesetzt werden, wenn die Ankerabstände mindestens den 5fachen Ankerdurchmesser betragen.

Dynamische Belastungen können zum Lösen einer Verankerung führen; Kontrollen der Anker sind unbedingt erforderlich.

### 6.3 Unterpallungen

Für Unterpallungen ergeben sich wegen der fehlenden Einbindetiefe in den Boden und der praktisch nur kleinen Auflagerbreiten nur geringe zulässige Bodenpressungen. Unterpallungen können sich in den Boden eindrücken und größere Setzungen verursachen.

Die Unterpallungen sind bei besonders nachgiebigen Böden zu beobachten; bei einem Nachgeben oder Lockern ist zu unterfüttern und die Auflagerflächen sind eventuell zu vergrößern.

Bei Untergrund mit geringer Tragfähigkeit sind Zusatzmaßnahmen zu treffen. Werden zur Vergrößerung der Auflagerbreiten mehrere Elemente lückenlos nebeneinander verlegt, so ist z. B. durch Kreuzstapelung ein Verbund herzustellen.

Bei befahrbarem Untergrund dürfen für quadratische und rechteckförmige (Länge : Breite  $\leq 3$ ) Unterpallungen in Abhängigkeit von der Auflagerbreite folgende zulässige Bodenpressungen angesetzt werden:

$b = 20 \text{ cm}$ : zul  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$

$b = 30 \text{ cm}$ : zul  $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$

$b = 40 \text{ cm}$ : zul  $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$

Bei befestigten Aufstellplätzen dürfen höhere zulässige Bodenpressungen berücksichtigt werden.

## 7 Festigkeitsnachweise

### 7.1 Allgemeines

Es ist zu unterscheiden zwischen vorwiegend ruhender Beanspruchung und vorwiegend schwingender Beanspruchung. Die Schwingbeanspruchung tritt sowohl als Schwellbeanspruchung (Spannung, die innerhalb zweier Grenzwerte ohne Änderung des Vorzeichens schwankt,  $\min \sigma / \max \sigma \geq 0$ ) wie auch als Wechselbeanspruchung (Spannung, die zwischen zwei Grenzwerten schwankt und dabei ihr Vorzeichen ändert,  $\min \sigma / \max \sigma < 0$ ) auf. Schwingend beanspruchte Konstruktionen, die im Rahmen der zu erwartenden Lebensdauer mehr als  $2 \cdot 10^4$  Lastwechsel bei Schwell- oder Wechselbeanspruchung erfahren, sind auf Schwingfestigkeit zu bemessen.

Dabei gilt als Dauerfestigkeit  $\sigma_D$  die Spannung, die von einem Probestab bei einer Grenzlastspielzahl  $N_G$  von

$2 \cdot 10^6$  Lastspielen (Stahlbau) bzw.  $10^7$  Lastspielen (Maschinenbau) gerade noch ertragen wird, ohne daß der Probestab bricht.

### 7.2 Vorwiegend ruhende Beanspruchung

Für die zulässigen Spannungen von Bauteilen sind die für den entsprechenden Werkstoff vorhandenen Bemessungsnormen maßgebend (z. B. DIN 18 800 Teil 1, DIN 1052 Teil 1, DIN 4113 Teil 1).

Für Maschinenteile aus Stahl, auch solche, die gleichzeitig Bauteile sind, gilt für den allgemeinen Spannungsnachweis:

$$\text{zul } \sigma = \frac{\beta_B}{\nu_B} \text{ bzw. } \frac{\beta_{0,2}}{\nu_{0,2}} \quad (93)$$

Der kleinere Wert ist maßgebend.

Tabelle 6. Sicherheitsbeiwerte  $\nu$

|          |    | gegen $\beta_B$ | gegen $\beta_{0,2}$ *) |
|----------|----|-----------------|------------------------|
| Lastfall | H  | 37/16           | 24/16                  |
|          | HZ | 37/18           | 24/18                  |

\*) Bei entsprechender Angabe in den Werkstoffnormen gilt  $\beta_S$  als  $\beta_{0,2}$ .

Für Schub infolge Querkraft und Verdrehung gilt

$$\text{zul } \tau = 0,65 \text{ zul } \sigma \quad (94)$$

### 7.3 Schwingende Beanspruchung

#### 7.3.1 Schwingfestigkeit von Baukonstruktionen

Der Schwingfestigkeitsnachweis für Baukonstruktionen aus St 37-2 und St 52-3 ist nach DIN 15 018 Teil 1 bzw. DIN 4132 entsprechend den dort angegebenen Betriebsgruppen und Kerbfällen für den Lastfall H zu führen.

Alle zulässigen Spannungen beim Betriebsfestigkeitsnachweis sind nach oben begrenzt durch die zulässigen Spannungen, Lastfall HZ des allgemeinen Spannungsnachweises nach DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 7.2.1, Tabellen 10 bis 12. Für Druckspannungen in Bauteilen gelten hierfür die Werte der Spalte zul  $\sigma_z$ . Wird kein genauer Nachweis geführt, so ist die Betriebsgruppe B 6 in Rechnung zu stellen.

Dabei dürfen die Werte nach DIN 15 018 Teil 1 unter folgenden Bedingungen für zul  $\sigma_D$  bis zu 20% erhöht werden:

- Diese Bauteile bzw. Bereiche von Bauteilen müssen hinsichtlich der Rissfreiheit prüfbar sein. Im allgemeinen genügt eine visuelle Prüfung;
- diese Bauteile sind unter genauer Bezeichnung der Bereiche in den bautechnischen Unterlagen herauszustellen und gegebenenfalls übersichtlich aufzuführen;
- bei jeder Prüfung vor Verlängerung der Ausführungsgenehmigung sind diese Teile bzw. Bereiche zu kontrollieren.

Bei der Erhöhung der zulässigen Spannungen um 20% ist eine 1,1fache Sicherheit bei 90% Überlebenswahrscheinlichkeit vorhanden (siehe auch DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 7.4.4).

Lasterhöhungsfaktoren nach Abschnitt 4.4 brauchen nur bei den betroffenen Bauteilbereichen in Ansatz gebracht zu werden.

### 7.3.2 Schwingfestigkeit von Maschinenteilen

#### 7.3.2.1 Ermittlung der ertragbaren Spannung

Für die in DIN 15018 Teil 1 nicht genannten Werkstoffe und für dort nicht behandelte Fälle (z. B. Maschinenteile) kann die Ermittlung der ertragbaren Spannungen bei Schwingbeanspruchung nach einem der in [1] bis [6] angegebenen Berechnungsverfahren erfolgen.

Hierbei sind die folgenden Einflüsse zu berücksichtigen:

- Kerbwirkungszahl
- Größeneinfluß
- Oberflächeneinfluß
- Querschnittsform
- eventuell Anisotropiekoeffizient

#### 7.3.2.2 Ermittlung der vorhandenen Spannungen

Die im Bauteil vorhandenen Spannungen (Nennspannungen) werden nach den allgemeinen Regeln der Festigkeitslehre ermittelt.

#### 7.3.2.3 Sicherheitsbeiwert

Die vorhandene Sicherheit gegen Dauerbruch beträgt für das Bauteil:

- bei reiner Zug-, Biege- oder Torsionsbeanspruchung:

$$\text{vorh } v = \frac{\sigma_{AG}}{\sigma_a} \text{ bzw. } \frac{\tau_{AG}}{\tau_a} \quad (95)$$

- bei zusammengesetzter Beanspruchung:

$$\text{vorh } v = \frac{\sigma_{AG}}{\sigma_{av}} \quad (96)$$

- gegen Überschreiten der Streck- oder Fließgrenze:

$$\text{vorh } v = \frac{\sigma_{SG}}{\sigma_a + \sigma_m} \text{ bzw. } \text{vorh } v = \frac{\sigma_{SG}}{\sigma_{av} + \sigma_{mv}} \quad (97)$$

Hierbei bedeuten:

- $\sigma_{AG}$  Gestalt-Ausschlagfestigkeit (des Bauteils)
- $\sigma_{SG}$  Fließgrenze der Gestaltfestigkeit
- $\sigma_a$  Spannungsausschlag
- $\sigma_m$  Mittelspannung
- $\sigma_{av}$  Vergleichsspannungsausschlag
- $\sigma_{mv}$  Vergleichsmittelspannung

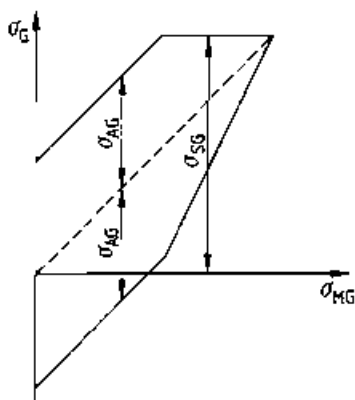


Bild 17. Dauerfestigkeits-Schaubild nach Smith zur Gestaltfestigkeit

Allgemein verbindliche Sicherheitsbeiwerte  $\text{erf } v$  lassen sich nicht festlegen. Sie richten sich nach Zahl und Gewicht der Unsicherheitsfaktoren und den möglichen Folgen im Falle des Versagens. Je größer die Verformungsfähigkeit des Werkstoffs ist, desto niedriger darf der Sicherheitsbeiwert angesetzt werden.

Bei zuverlässigen Angaben über die tatsächlichen Beanspruchungsverhältnisse genügt  $\text{erf } v = 1,2$  bis  $1,5$ , bei Werkstoffkennwerten  $\sigma_D$  auf der Basis von 90 % Überlebenswahrscheinlichkeit.

Bei teilweise geschätzten Angaben sind im Maschinenbau bei der Berechnung auf Dauerfestigkeit Sicherheitsbeiwerte bis  $2,5$  üblich. In allen Fällen muß

$$\text{vorh } v \geq \text{erf } v \quad (98)$$

sein.

### 7.4 Schrauben

Für Schrauben nach DIN 931 Teil 1, DIN 7968 und DIN 7990 der Festigkeitsklassen 4.6 und 5.6 gilt DIN 18800 Teil 1.

Bei der Verwendung hochfester Schrauben nach DIN 6914 bis DIN 6918 der Festigkeitsklasse 10.9 gilt DIN 18800 Teil 1.

Abweichend gilt für Schrauben der in Abschnitt 7.4 genannten Festigkeitsklassen:

- Die Schraubverbindungen dürfen für auf Zug beanspruchte Schrauben auch bei schwingender Belastung mit einem Lochspiel von  $1,0 \text{ mm}$  ausgeführt werden, wenn die Kräfte senkrecht zur Schraubenachse durch Anordnung von Knaggen, Stiften, Steckbolzen, Buchsen usw. oder durch Berechnung auf Reibungsschluß mit einem Reibungskoeffizient  $\frac{2}{3} \cdot \min \mu$  aufgenommen werden. Für  $\min \mu$  ist der im Betrieb unter ungünstigsten Bedingungen auftretende kleinste Reibbeiwert anzusetzen.

- Bei einschnittigen Verbindungen muß die Exzentrizität berücksichtigt werden.

Für Schrauben der Festigkeitsklassen 6.9, 8.8 und 10.9 gilt:

- Zulässige Schubspannungen nach Tabelle 7.
- Zulässiger rechnerischer Lochleibungsdruck für Scher-Lochleibungsverbindungen entsprechend DIN 18800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Tabelle 7, für Schrauben ohne Vorspannung.
- Zulässige zusätzlich übertragbare Zugkraft in Richtung der Schraubenachse je vorgespannte Schraube bzw. Paßschraube entsprechend Tabelle 9. Dabei  $F_V$  nach Tabelle 8.
- Zulässige Vorspannkkräfte und Anziehmomente nach Tabelle 8.
- Für die Dauerfestigkeit sind unter der Voraussetzung, daß  $\text{Mittelspannung} + \text{Spannungsausschlag} \leq \beta_S$  ist, Richtwerte für den Spannungsausschlag in Tabelle 10 angegeben.

Schrauben dürfen wieder verwendet werden, wenn sie nicht über die Streckgrenze beansprucht wurden.

Die angegebenen Werte gelten für einen Gesamtreibungsbeiwert  $\mu = 0,14$  (trocken bis leicht geölt) unter Ausnutzung von 90 % der Mindeststreckgrenze.



**Tabelle 7. Zulässige Schubspannungen  $\tau_a$  für vorwiegend ruhende Beanspruchung je Schraube und Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse**

| Festigkeitsklasse              | 6.9 |     | 8.8 |     | 10.9 |     |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| Lastfall                       | H   | HZ  | H   | HZ  | H    | HZ  |
| zul $\tau_a$ N/mm <sup>2</sup> | 145 | 160 | 200 | 230 | 240  | 270 |

**Tabelle 8. Zulässige Vorspannkraft und Anzugsmomente von Schrauben**

| Gewinde | zul Vorspannkraft $F_V$ (kN) |     |      | zul Anzugsmoment $M_a$ (Nm) |      |      |
|---------|------------------------------|-----|------|-----------------------------|------|------|
|         | Festigkeitsklasse            |     |      | Festigkeitsklasse           |      |      |
|         | 6.9                          | 8.8 | 10.9 | 6.9                         | 8.8  | 10.9 |
| M 8     | 14                           | 16  | 23   | 21                          | 25   | 35   |
| M 10    | 22                           | 26  | 37   | 41                          | 49   | 69   |
| M 12    | 31                           | 37  | 50   | 70                          | 84   | 120  |
| M 16    | 60                           | 71  | 100  | 176                         | 206  | 350  |
| M 20    | 94                           | 111 | 160  | 338                         | 402  | 600  |
| M 22    | 116                          | 138 | 190  | 456                         | 539  | 900  |
| M 24    | 135                          | 160 | 220  | 588                         | 696  | 1100 |
| M 27    | 177                          | 210 | 290  | 873                         | 1030 | 1650 |
| M 30    | 216                          | 257 | 350  | 1177                        | 1422 | 2200 |
| M 33    | 275                          | 326 | 459  | 1668                        | 1977 | 2784 |
| M 36    | 323                          | 382 | 510  | 2134                        | 2524 | 3340 |

**Tabelle 9. Zulässige zusätzlich übertragbare Zugkraft zul Z in Richtung der Schraubenachse je vorgespannte Schraube**

| vorwiegend ruhende<br>Belastung |           | schwingende<br>Belastung |           |
|---------------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| Lastfall                        |           | Lastfall                 |           |
| H                               | HZ        | H                        | HZ        |
| 0,7 $F_V$                       | 0,8 $F_V$ | 0,6 $F_V$                | 0,7 $F_V$ |
| $F_V$ nach Tabelle 8.           |           |                          |           |

**Tabelle 10. Richtwerte für den zulässigen Spannungsausschlag handelsüblicher Schrauben**

| Gewinde     | Spannungsausschlag $\pm \sigma_A$ N/mm <sup>2</sup> |              |
|-------------|-----------------------------------------------------|--------------|
|             | Festigkeitsklasse                                   |              |
|             | 3.6 bis 5.6                                         | 5.8 bis 10.9 |
| M 12 – M 16 | 45                                                  | 50           |
| M 20 – M 36 | 40                                                  | 40           |

## 7.5 Seile, Ketten, Sicherheitseinrichtungen, Seiltriebe, Anschluß- und Verbindungsteile

### 7.5.1 Normen für Seile, Ketten, Sicherheitseinrichtungen, Seiltriebe, Anschluß- und Verbindungsteile

Bei der Verwendung von Seilen, Ketten, Sicherheitseinrichtungen, Seiltrieben, Anschluß- und Verbindungsteilen sind insbesondere die folgenden Normen zu beachten:

- Drahtseile: DIN 3051 bis DIN 3071
- Naturfaserseile: DIN 83 305 Teil 1 bis Teil 3; DIN 83 322, DIN 83 324, DIN 83 325

- Kunststoffseile: DIN 83 330 bis DIN 83 332
- Ketten: DIN 685 Teil 2; DIN 766; DIN 5686; DIN 5687 Teil 1 und Teil 3; DIN 8187; DIN 32 891
- Drahtseilklemmen: DIN 1142
- Seiltriebe: DIN 15 020 Teil 1 und Teil 2
- Ösenhaken: DIN 7540
- Karabinerhaken: DIN 5299
- Rollschnallen: DIN 5291
- Schäkel: DIN 82 101
- Sicherheitsgeschirre; Sicherheitsseile: DIN 7471
- Spannschlösser: DIN 1478; DIN 1480

### 7.5.2 Seile, Ketten, Riemen, Bänder

#### 7.5.2.1 Zulässige Tragfähigkeit von Seilen, Ketten, Riemen, Bändern

Die zulässige Tragfähigkeit ist abhängig vom Verwendungszweck. Es gilt:

$$\text{zul Tragfähigkeit} = \frac{\text{Mindestbruchlast}}{\text{Gebrauchszahl}} \quad (99)$$

#### 7.5.2.2 Aufhängungen von mit Personen belasteten Bauteilen (z. B. Sitze, Gondeln)

Bei Stahlketten beträgt die Gebrauchszahl 6.

Für Stahlseile ist Tabelle 11 maßgebend.

Die Verwendung von Seilen, Ketten, Riemen oder Bändern aus Hanf, Kunststoff oder Leder ist für diese Zwecke nicht zulässig. Dies gilt jedoch nicht für Sicherheitseinrichtungen nach Abschnitt 7.5.4.

**Tabelle 11. Zulässige Spannungen für Halte- und Abspannseile aus Einzeldrähten von Nennfestigkeit 1570 N/mm<sup>2</sup> beim Betriebsfestigkeitsnachweis**

| Drahtseil-durchmesser mm                                                      | Zulässige Spannung zul $\sigma_{Dz}$ in N/mm <sup>2</sup> |               |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                               | bei Beanspruchungsgruppe                                  |               |
|                                                                               | B1, B2 und B3                                             | B4, B5 und B6 |
| *1) bis 5                                                                     | 450                                                       | 400 + 50 · x  |
| über 5 bis 20                                                                 | 350 + 100 · x                                             | 250 + 200 · x |
| über 20 bis 30                                                                | 300 + 150 · x                                             | 200 + 250 · x |
| über 30 bis 40                                                                | 250 + 200 · x                                             | 150 + 300 · x |
| *1) Aus konstruktiven Gründen sind Drahtseil-Durchmesser < 4 mm zu vermeiden. |                                                           |               |
| $x = \frac{\min \sigma}{\max \sigma}$                                         |                                                           |               |

#### 7.5.2.3 Halte-, Abspann- und Verankerungsseile bzw. -ketten

##### 7.5.2.3.1 Bei vorwiegend ruhender Beanspruchung:

Bei Stahlketten beträgt die Gebrauchszahl 4.

Für Drahtseile aus Einzeldrähten der Nennfestigkeit 1570 N/mm<sup>2</sup> gilt beim allgemeinen Spannungsnachweis als zulässige Spannung im metallischen Querschnitt zul  $\sigma = 450$  N/mm<sup>2</sup>.

Für Faserseile aus Natur- und/oder synthetischen Fasern ist Tabelle 12 maßgebend.

Tabelle 12. Gebrauchszahlen

| Seildurchmesser<br>mm | Gebrauchszahl |
|-----------------------|---------------|
| 12                    | 6             |
| 14                    | 5             |
| 16                    | 5             |
| 18                    | 4             |
| 20 und dicker         | 4             |

**7.5.2.3.2** Bei vorwiegend schwingender Beanspruchung: Für den Betriebsfestigkeitsnachweis von Seilen aus Einzeldrähten der Nennfestigkeit 1570 N/mm<sup>2</sup> und für Seilbefestigungen ist DIN 15 018 Teil 1 maßgebend.

Drahtseil-Durchmesser < 4 mm sind bei Fliegenden Bauten zu vermeiden.

Seilklemmen dürfen für Befestigungen an Triebwerken und Sicherheitseinrichtungen nicht verwendet werden.

Werden Einzeldrähte mit der Nennfestigkeit > 1570 N/mm<sup>2</sup> verwendet, so ist die zulässige Beanspruchung besonders zu untersuchen. Erhöhung der zulässigen Spannungen der in DIN 15 018 festgelegten Werte, im Verhältnis der Nennfestigkeiten, darf nicht ohne weiteres vorgenommen werden.

Für Stahlketten beträgt die Gebrauchszahl 6.

**7.5.2.4** Seile dürfen nicht verwendet werden:

- bei Bruch einer Litze,
- bei Kinkenbildung,
- bei starken mechanischen Beschädigungen oder starkem Verschleiß.

Als starke mechanische Beschädigung von Faserseilen gilt: wenn mehr als 10 % der Gesamtzahl der Seilgarne in dem am stärksten beschädigten Querschnitt des Seiles gebrochen sind;

- Herausfall von Fasermehl,
- Verrottung,
- Lockerung von Spleißen,
- Seile aus synthetischen Fasern, wenn größere Anschmelzstellen vorhanden sind.

Ausgebesserte Seile dürfen nicht verwendet werden; Kürzen von Seilen gilt nicht als Ausbesserung.

Das Nachstecken von Spleißen ist nicht zulässig.

### 7.5.3 Seiltriebe

Seiltriebe mit Kunststoffseilen dürfen dann verwendet werden, wenn bei einem Bruch des Seiles Personen nicht unmittelbar gefährdet sind.

### 7.5.4 Sicherheitseinrichtungen

Für Sicherheitseinrichtungen, z. B. Schließeinrichtungen von Gondeln oder Sitzen, Sicherheitsgurte, Festschnalleinrichtungen in Überschlagschaukeln ist der Gebrauchszahl 6 erforderlich.

### 7.5.5 Anschluß- und Verbindungsteile

**7.5.5.1** Die zu Spannschlössern gehörenden Haken und Ösen sind nicht genormt. Ihre zulässige Belastung ist mit den Gebrauchszahlen für Stahlketten (4 bzw. 6) nach Abschnitt 7.5.2.1 zu ermitteln.

**7.5.5.2** Für statisch beanspruchte Schäkel dürfen die nach DIN 82 101 zulässigen Belastungen verdreifacht werden.

Bei dynamisch beanspruchten Schäkelverbindungen gilt DIN 82 101. Die Schäkelbolzen sind gegen Lösen zu sichern.

**7.5.5.3** Für Fußriemenverschnallung in Überschlagschaukeln ist bei Rollschnallen nach DIN 5291

in Stahl mindestens die Größe b = 25 mm,

in AlMgSi mindestens die Größe b = 30 mm

erforderlich.

## 8 Bauliche Durchbildung und Ausführung

### 8.1 Anordnung – Zugänglichkeit

**8.1.1** Bauteile, die entsprechend Abschnitt 7.3.1 gegenüber DIN 15 018 Teil 1 mit um 20 % erhöhten Spannungen bemessen werden, müssen mindestens im abgebauten Zustand für die erforderlichen Kontrollen zugänglich sein.

### 8.2 Sicherungen – Sicherheitseinrichtungen

**8.2.1** Schrauben, Muttern, Keile und andere Verbindungselemente, deren Lösen infolge schwingender Beanspruchung zu Unfällen führen kann, müssen gesichert werden.

Bei voll vorgespannten Schrauben gilt die Vorspannung als Sicherung gegen Losdrehen.

Da auch voll vorgespannte Schraubverbindungen besonders in der Anfangszeit aufgrund von Setzerscheinungen – z. B. bei Kugeldrehverbindungen – sich lockern können, muß in der Bau- und Betriebsbeschreibung auf die notwendigen Kontrollen hingewiesen werden.

### 8.3 Lösbare Verbindungen

**8.3.1** Federringe, Zahnscheiben, Fächerscheiben und ähnliche Sicherungen sind bei Verbindungen mit Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 und höher nicht zulässig.

**8.3.2** Offene Haken sind bei Windverbänden unzulässig. Soweit sich ihre Anwendung in anderen Fällen nicht vermeiden läßt, müssen sie warm gebogen oder geschmiedet sein. Besteht die Möglichkeit, daß sie sich unbeabsichtigt aushängen können, so müssen sie eine Sicherung erhalten.

**8.3.3** Bohrungen in Holzbauteilen für Anschlußbolzen, die Wechsel- und Schwellasten unterliegen oder bei welchen die Bolzen regelmäßig bei Auf- und Abbau entfernt werden, sind durch Stahllaschen oder Dübel zu entlasten.

Rechtwinklig oder schräg zur Faserrichtung wirkende Zugkräfte in Bohrungen, die zum Aufreißen des Holzes führen können, müssen durch geschlossene Bandagen beiderseits der Bohrlöcher oder andere geeignete Vorkehrungen aufgenommen werden. Bolzen, die nicht durch Flachstäbe geschützt sind, müssen Unterlegscheiben erhalten. Werden von Bolzen Druckkräfte auf das Holz übertragen, so sind die Unterlegscheiben für die auftretenden Kräfte zu bemessen.

Allgemein muß beachtet werden, daß starke Schwächungen von Holzquerschnitten zu vermeiden sind. Dies gilt insbesondere für Hölzer, welche durch Stöße beansprucht werden, oder die Wechsel- bzw. Schwellbeanspruchungen unterliegen. Einpreßdübel dürfen aus dem Holz nicht entfernt werden.

**8.3.4** Seilverbindungen müssen so gestaltet sein, daß das Entstehen von Knicken und Knoten oder die Überbeanspruchung einzelner Drähte ausgeschlossen werden.

**8.3.5** Abspannseile aus Hanf dürfen geknotet werden. Es dürfen aber nur kraftschlüssige Knoten ausgeführt werden, also solche Knoten, die sich bei Belastung festziehen.

**8.3.6** Seile jeder Art dürfen an scharfen Kanten nicht aufliegen.

#### **8.4 Schweißverbindungen**

Geschweißte Stahlbauteile für häufig wiederholte Beanspruchung (Betriebsfestigkeit) dürfen nur in Betrieben hergestellt werden, die ihre Eignung hierfür nachgewiesen haben. Der Nachweis gilt als erbracht, wenn der große Eignungsnachweis nach DIN 18 800 Teil 7 mit der Erweiterung für DIN 4112 vorliegt.

Hinsichtlich des Nachweises für die Herstellung vorwiegend ruhend beanspruchter Bauteile gilt DIN 18 800 Teil 7.

#### **8.5 Formgebung schwingend beanspruchter Teile**

Schroffe Querschnittsübergänge (Steifigkeitssprünge) und Kerben sind bei schwingend beanspruchten Konstruktionen zu vermeiden.

#### **8.6 Auflagerungen**

Gerüstspindeln (Topfwinden oder dergleichen), die Lasten in die Bodenoberflächen einleiten, sind gegebenenfalls untereinander auszusteißen, wenn bei „ausgefahrenen Spindeln“ Pendelstützen entstehen.

#### **8.7 Zentralmaste**

Zentralmaste für Drehteile von Rundfahrgeschäften dürfen nicht aus Holz sein.

#### **8.8 Bremsen**

**8.8.1** Alle betriebsmäßig bewegten Teile an Fahr- oder Belustigungsanlagen müssen für die Benutzer sicher gebremst werden können. Die Bremsen müssen so gestaltet

sein, daß die Betriebssicherheit gegeben ist und die Standsicherheit nicht gefährdet wird. Daher dürfen die Bremsen nicht sperren und müssen so weich angreifen, daß eine für den Fahrgast zumutbare Verzögerung (siehe Abschnitt 5.5.4) erreicht wird.

**8.8.2** Haltebremsen und Reduzierbremsen sind dauerhaft auszuführen.

#### **8.9 Verbände — Aussteifungen**

##### **8.9.1 Aussteifende Verbände (Windverbände)**

Siehe Abschnitt 5.17.3.3.

**8.9.2** Es kann erforderlich sein, daß Konstruktionen zur Verminderung unvertretbarer Schwingungen (z. B. Resonanz) zusätzlicher konstruktiver Maßnahmen bedürfen.

#### **8.10 Korrosionsschutz, Oberflächenschutz, Schutz gegen Fäulnis**

**8.10.1** Für Teile aus Stahl siehe DIN 55 928 Teil 1 bis Teil 9.

**8.10.2** Für Teile aus Leichtmetall siehe DIN 4113 Teil 1.

**8.10.3** Für Teile aus Holz siehe DIN 1052 Teil 1.

#### **8.11 Fahrgastsitze — Fahrgastraum<sup>3)</sup>**

Bei der Bemessung und Gestaltung der Fahrgastsitze und Fahrgastraume ist besonders auf genügende Höhe und Polsterung der Rücken- und Seitenlehnen sowie auf Abstütz- und Haltemöglichkeiten und auf Sicherungseinrichtungen zu achten.

#### **8.12 Kugeldrehverbindungen**

Zur Erlangung einwandfreier Laufbedingungen ist es notwendig, daß die Anschlußkonstruktionen oberhalb wie auch unterhalb des Lagers steif sind. Verspannungen der Kugeldrehverbindungen sind zu vermeiden.

<sup>3)</sup> Meier, K.: Sicherheit Fliegender Bauten, Verlag des TÜV Bayern e.V., München.

#### **Zitierte Normen und andere Unterlagen**

|                 |                                                                                                      |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 685 Teil 2  | Geprüfte Rundstahlketten; Sicherheitstechnische Anforderungen                                        |
| DIN 766         | Rundstahlketten für allgemeine Zwecke und Hebezeuge; Kettenenden, geprüft, kurzgliedrig              |
| DIN 931 Teil 1  | Sechskantschrauben mit Schaft; Gewinde M 1,6 bis M 39; Produktklassen A und B, ISO 4014, modifiziert |
| DIN 1050        | Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung                                               |
| DIN 1052 Teil 1 | Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung                                                              |
| DIN 1054        | Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds                                                          |
| DIN 1055 Teil 1 | Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel         |
| DIN 1055 Teil 2 | Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel        |
| DIN 1055 Teil 4 | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke             |
| DIN 1055 Teil 5 | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Schneelast und Eislast                                      |
| DIN 1080 Teil 1 | Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen; Grundlagen                               |
| DIN 1142        | Drahtseilklemmen für Seil-Endverbindungen bei sicherheitstechnischen Anforderungen                   |
| DIN 1478        | Spannschlösser aus Stahlrohr oder Rundstahl                                                          |
| DIN 1480        | Spannschlösser, geschmiedet (offene Form)                                                            |

|                   |                                                                                                                                          |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 1629 Teil 1   | Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Übersicht, Technische Lieferbedingungen, Allgemeine Angaben |
| DIN 1681          | Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke; Gütevorschriften                                                                              |
| DIN 3051 Teil 1   | Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Übersicht                                                                                       |
| DIN 3051 Teil 2   | Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Seilarten, Begriffe                                                                             |
| DIN 3051 Teil 3   | Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Berechnung, Faktoren                                                                            |
| DIN 3051 Teil 4   | Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Technische Lieferbedingungen                                                                    |
| DIN 3052          | Drahtseile aus Stahldrähten; Spiralseil 1 x 7                                                                                            |
| DIN 3053          | Drahtseile aus Stahldrähten; Spiralseil 1 x 19                                                                                           |
| DIN 3054          | Drahtseile aus Stahldrähten; Spiralseil 1 x 37                                                                                           |
| DIN 3055          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 7                                                                                        |
| DIN 3056          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 7                                                                                        |
| DIN 3057          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 19, Filler                                                                               |
| DIN 3058          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 19, Seale                                                                                |
| DIN 3059          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 19, Warrington                                                                           |
| DIN 3060          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 19, Standard                                                                             |
| DIN 3061          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 19, Filler                                                                               |
| DIN 3062          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 19, Seale                                                                                |
| DIN 3063          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 19, Warrington                                                                           |
| DIN 3064          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 36, Warrington-Seale                                                                     |
| DIN 3065          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 35, Warrington gedeckt                                                                   |
| DIN 3066          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 37, Standard                                                                             |
| DIN 3067          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 36, Warrington-Seale                                                                     |
| DIN 3068          | Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 24, Standard + 7 Fasereinlagen                                                           |
| DIN 3069          | Drahtseile aus Stahldrähten; Spiral-Rundlitzenseil 18 x 7, drehungsarm                                                                   |
| DIN 3070          | Drahtseile aus Stahldrähten; Flachlitzenseil 10 x 10, drehungsarm                                                                        |
| DIN 3071          | Drahtseile aus Stahldrähten; Spiral-Rundlitzenseil 36 x 7, drehungsfrei                                                                  |
| DIN 4113 Teil 1   | Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung                                        |
| DIN 4132          | Kranbahnen; Stahltragwerke; Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung                                              |
| DIN 5291          | Rollschnallen                                                                                                                            |
| DIN 5299          | Karabinerhaken aus Halbrunddraht, Runddraht und geschmiedet                                                                              |
| DIN 5686          | Knotenketten ohne Güteanforderungen                                                                                                      |
| DIN 5687 Teil 1   | Rundstahlketten, Güteklasse 5, nicht lehrenhaltig, geprüft                                                                               |
| DIN 5687 Teil 3   | Rundstahlketten, Güteklasse 8, nicht lehrenhaltig, geprüft                                                                               |
| DIN 6914          | Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen                                                |
| DIN 6915          | Sechskantmutter mit großen Schlüsselweiten, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen                                                   |
| DIN 6916          | Scheiben, rund, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen                                                                               |
| DIN 6917          | Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an I-Profilen in Stahlkonstruktionen                                                             |
| DIN 6918          | Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an U-Profilen in Stahlkonstruktionen                                                             |
| DIN 7471          | Sicherheitsgeschirre; Sicherheitsseile                                                                                                   |
| DIN 7540          | Ösenhaken, Güteklasse 5                                                                                                                  |
| DIN 7968          | Sechskant-Paßschrauben, ohne Mutter, mit Sechskantmutter für Stahlkonstruktionen                                                         |
| DIN 7990          | Sechskantschrauben mit Sechskantmutter für Stahlkonstruktionen                                                                           |
| DIN 8187          | Rollketten, Europäische Bauart                                                                                                           |
| DIN 15 018 Teil 1 | Krane; Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung                                                                                         |
| DIN 15 020 Teil 1 | Hebezeuge; Grundsätze für Seiltriebe, Berechnung und Ausführung                                                                          |
| DIN 15 020 Teil 2 | Hebezeuge; Grundsätze für Seiltriebe, Überwachung im Gebrauch                                                                            |
| DIN 17 100        | Allgemeine Baustähle; Gütenorm                                                                                                           |
| DIN 17 200        | Vergütungsstähle; Gütevorschriften                                                                                                       |
| DIN 17 210        | Einsatzstähle; Gütevorschriften                                                                                                          |
| DIN 18 800 Teil 1 | Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion                                                                                                  |
| DIN 18 800 Teil 7 | Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen                                                                                 |
| DIN 32 891        | Rundstahlketten, Güteklasse 2, nicht lehrenhaltig, geprüft                                                                               |
| DIN 55 928 Teil 1 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Allgemeines                                                          |

- DIN 55 928 Teil 2 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutzgerechte Gestaltung
- DIN 55 928 Teil 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Planung der Korrosionsschutzarbeiten
- DIN 55 928 Teil 4 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen
- DIN 55 928 Teil 5 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Beschichtungsstoffe und Schutzsysteme
- DIN 55 928 Teil 6 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Ausführung und Überwachung der Korrosionsschutzarbeiten
- DIN 55 928 Teil 7 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Technische Regeln für Kontrollflächen
- DIN 55 928 Teil 8 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen (Stahlleichtbau)
- DIN 55 928 Teil 9 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Bindemittel und Pigmente für Beschichtungsstoffe
- DIN 82 101 Schäkel
- DIN 83 305 Teil 1 Faserseile; Übersicht
- DIN 83 305 Teil 2 Faserseile; Begriffe, Kennwerte, Rechnungsgrößen, Aufbau, Macharten
- DIN 83 305 Teil 3 Faserseile; Technische Lieferbedingungen
- DIN 83 322 Manila-Seile, Güte 1
- DIN 83 324 Sisal-Seile
- DIN 83 325 Hanf-Seile
- DIN 83 330 Polyamid-Seile
- DIN 83 331 Polyester-Seile
- DIN 83 332 Polypropylen-Seile
- DIN ISO 898 Teil 1 Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Schrauben

- [1] Hänchen, R., Decker, K. H.: Neue Festigkeitslehre, Carl Hanser Verlag, München
- [2] DDR-Standard TGL 19 340 Blatt 1 bis Blatt 4, Buchhaus Leipzig, Abt. Standards, 701 Leipzig 1, Postfach 140
- [3] Wellinger – Dietmann: Festigkeitsberechnung, Alfred Kröner Verlag, Stuttgart
- [4] Tauscher, H.: Dauerfestigkeit von Stahl und Gußeisen, Archimedes Verlag, Kreuzlingen/Schweiz
- [5] Laszlo Sors: Berechnung der Dauerfestigkeit von Maschinenteilen. Verlag der ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest
- [6] VDI-Richtlinie 2226, 2227

### Weitere Normen und andere Unterlagen

- DIN 4114 Teil 1 Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung), Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
- DIN 4114 Teil 2 Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung), Berechnungsgrundlagen, Richtlinien
- DIN 4115 Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau; Richtlinien für die Zulassung, Ausführung, Bemessung
- DIN 18 808 (z. Z. Entwurf) Stahlbauten; Tragwerke aus Hohlprofilen unter vorwiegend ruhender Beanspruchung
- Richtlinien für den Bau und Betrieb Fliegender Bauten<sup>4)</sup>

### Frühere Ausgaben

Beiblatt zu DIN 4112: 10.62; DIN 4112: 05.38x, 03.60

### Änderungen

Gegenüber der Ausgabe März 1960 und Beiblatt zu DIN 4112/10.62 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Inhalt völlig überarbeitet. Neue Bauten und Fahrgeschäfte aufgenommen; neue Berechnungsverfahren aufgenommen, Berechnungsformeln geändert und ergänzt; Regelungen für Überdachungskonstruktionen festgelegt; Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen, Gleiten und Abheben neu geregelt; Festlegungen zur Berechnung der Ankertragfähigkeit getroffen; Schwingende Beanspruchung von Baukonstruktionen und Maschinenteilen geregelt; durch die Überarbeitung wurde DIN 4112 Beiblatt, Ausgabe Oktober 1962, gegenstandslos.

### Internationale Patentklassifikation

A 63 G

<sup>4)</sup> Herausgeber: ARGEBAU; abgedruckt im Ministerialblatt des jeweiligen Bundeslandes



**DIN 4112/A1****DIN**

ICS 91.040.99

Änderung von  
DIN 4112:1983-02**Fliegende Bauten –  
Richtlinien für Bemessung und Ausführung; Änderung A1**Temporary structures, fair-ground amusements –  
Directives for dimensioning and construction; Amendment A1Métiers forains, types de manège –  
Directives pour le dimensionnement et la construction, Amendement A1

Gesamtumfang 7 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

**DIN 4112/A1:2006-03****Vorwort**

Dieses Dokument wurde im Arbeitsausschuss NA 005-11-15 AA „Fliegende Bauten — Jahrmarkt- und Freizeitparkmaschinen, -geräte und -bauten — Sicherheit“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. erarbeitet.

Wegen der derzeit laufenden Arbeiten an Europäischen Normen zu Fliegenden Bauten und Zelten im CEN/TC 152 ist es jedoch nicht beabsichtigt, eine komplette Folgeausgabe der o. g. Norm zu veröffentlichen. Die beabsichtigten Änderungen bzw. Ergänzungen sollten vielmehr in die Europäische Normungsarbeit eingebracht werden und bis zum Erscheinen entsprechender Europäischer Normen als Änderung A1 zu DIN 4112 herausgegeben werden.

In DIN 4112:1983-02 sollen die folgenden Änderungen bzw. Ergänzungen vorgenommen werden.

**Zu Abschnitt 1.1**

*Es wird ein neuer Absatz 3 eingefügt; der bisherige Absatz 3 wird zu Absatz 4.*

Bodenverankerungen mit Stahlstabankern nach 6.2 dieser Norm dürfen auch angewandt werden bei Zelten und ähnlichen Konstruktionen, die längere Zeit an einem Aufstellort stehen, wenn:

- horizontale Auflagerreaktionen hauptsächlich aus Wind resultieren und nicht aus Eigenlast oder Schnee;
- Stellplätze befestigte Oberflächen (Asphalt, Verbundpflaster, Beton, Schotter o. Ä.) über qualifizierten frostsicheren Tragschichten aufweisen;
- im Bereich der Verankerungspunkte Wasser abführende Maßnahmen getroffen werden;
- der Betreiber nach Stürmen oder anderen besonderen äußeren Einflüssen Sichtkontrollen durchführt und dokumentiert;
- im Abstand von höchstens drei Jahren durch Zugversuche etwa 3 % der Stabanker, mindestens aber drei, auf das Erreichen der zweifachen zulässigen vertikalen Tragfähigkeit eines Stabankers nach 6.2.1.3 geprüft werden und durch ziehen von planmäßig eingeschlagenen unbelasteten „Blindstabankern“ die Abrostung beurteilt wird.

**Zu Abschnitt 2.4.2**

*In Aufzählung a) wird folgender neuer Satz angehängt:*

... Müssen Konstruktionsteile bei der Montage oder Demontage begangen werden, so sind die damit verbundenen Lasten bei der Berechnung zu berücksichtigen.

**Zu Abschnitt 3.2.3**

*Es wird folgender Text ergänzt:*

Bolzen nach DIN EN 10025 oder gleichwertige.

Niete nach DIN 660 bis DIN 662 oder gleichwertige.

Blindniete nach DIN 7337 oder gleichwertige.



**Zu Abschnitt 4.2.2**

*Es wird ein neuer Unterabschnitt 4.2.2.3 eingefügt; der alte Unterabschnitt 4.2.2.3 wird 4.2.2.4.*

**4.2.2.3** Bei Wellenbrechern für Tribünen ohne feste Sitzplätze ist eine waagerechte Seitenkraft in Holmhöhe von 2,0 kN/m anzusetzen.

**Zu Abschnitt 4.5.1**

*Absatz 2 wird durch folgenden Satz ergänzt:*

... Die Beiwerte gelten auch für Wind in Zeltlängsrichtung.

**Zu Abschnitt 4.5.2**

*Der Abschnitt wird wie folgt neu formuliert; der alte Text entfällt.*

Abweichend von 4.5.1 darf bei Fliegenden Bauten der Staudruck bis zu einer Höhe von 5,00 m über Erdboden mit  $q = 0,3 \text{ kN/m}^2$  angenommen werden. Dies gilt nicht für Zelte herkömmlicher Bauart (ähnlich Bild 1) mit einer Höhe  $> 5,00 \text{ m}$  oder mit einer Breite  $> 10,00 \text{ m}$  bzw. bei Rundzelten mit einem größeren Durchmesser als 15,00 m.

**Zu Abschnitt 5.17.3.4**

*Absatz 1 wird wie folgt neu formuliert; der alte Text entfällt.*

Belastungen der flexiblen raumabschließenden Elemente (z. B. Wind, Schnee) erzeugen besonders in den Endfeldern einseitige Zugkräfte. Diese Kräfte sind abzuschätzen.

Sofern kein genauerer Nachweis geführt wird, dürfen bei rechteckigen Zeltformen die Membrankräfte aus Wind der belasteten Plane (Planenzug) mit 0,8 kN/m angesetzt werden. Dies gilt bei 5,00 m Spannweite, einem  $c$ -Wert von 0,4 und einem Staudruck  $q = 0,50 \text{ kN/m}^2$ .

Bei anderen Spannweiten ist unter Zugrundelegung von  $f/l = \text{const.}$  umzurechnen. Die Aufnahme der Membrankräfte an allen Randträgern (First-, Traufpfette, Binderriegel und Eckstiel) ist zu untersuchen. Bei Wänden bis zu einer Höhe  $< 3,00 \text{ m}$  darf der Einfluss der Membrankräfte vernachlässigt werden.

*Absatz 3 wird ersatzlos gestrichen.*

**Zu Abschnitt 6.1, Tabelle 4**

*In Tabelle 4 ist Zeile 3 wie folgt zu ändern; ferner wird eine zweite Fußnote aufgenommen.*

|                                                                                                                                 |                                              |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----|
| 3                                                                                                                               | ungünstig wirkende Windlasten <sup>**)</sup> |     |
|                                                                                                                                 | Anlagen bis 20 m Höhe                        | 1,2 |
|                                                                                                                                 | Anlagen über 60 m Höhe                       | 1,5 |
| <sup>**)</sup> Zwischenwerte für $v$ dürfen linear interpoliert werden. Der ermittelte Wert gilt über die gesamte Bauwerkshöhe. |                                              |     |

## **DIN 4112/A1:2006-03**

### **Zu Abschnitt 6.1.4**

*Es wird folgender Text ergänzt:*

... Eine frostsichere Gründung von Fundamenten ist auszuführen, wenn Frosthebungen bzw. -senkungen zu Bauschäden oder zum Versagen der Konstruktion führen können.

### **Zu Abschnitt 6.2.2**

*Absatz 1 wird durch folgenden Satz ergänzt:*

... Diese Gefahr besteht insbesondere bei Wechselwirkung aus Frost.

***Es wird ein neuer Abschnitt 9 aufgenommen:***

## **9 Medizinische Verträglichkeit**

### **9.1 Allgemeines**

Die auf den Benutzer von Fahrgeschäften einwirkenden Beschleunigungen sind auf ein für den Benutzer verträgliches Maß zu begrenzen.

Allgemeingültige Grenzwerte für sämtliche Arten von Fahrgeschäften können zurzeit noch nicht angegeben werden. Die zurzeit als gesichert geltenden Grenzwerte zur Vermeidung von Halswirbelschäden in Achterbahnen mit zwangsgeführten Fahrzeugen werden im Folgenden angegeben. Für die unterschiedlichen Beschleunigungsrichtungen gilt das körperfeste Koordinatensystem nach Bild 18.

### **9.2 Achterbahnen mit zwangsgeführten Fahrzeugen**

#### **9.2.1 Allgemeines**

Die Fahrzeuge müssen mit geeigneten Sitzen (hinsichtlich Seitenführung, Polsterung, Kopfabstützung) und Haltesystem ausgerüstet sein. Die Festlegungen gelten nicht für Personen mit gesundheitlichen Einschränkungen.

Der Bezugspunkt für berechnete oder gemessene Beschleunigungen ist 0,6 m oberhalb der Sitzfläche am Fahrzeug.

Werden gemessene Beschleunigungszeitverläufe verwendet, so ist es zulässig, hochfrequente Anteile mit einem 10-Hz-Tiefpass (Flankensteilheit mindestens 6 dB je Oktave) zu filtern.

Im Rahmen der Planung wird empfohlen, die zulässigen Werte um mindestens 10 % zu reduzieren, Hierdurch sollen die in den Modellrechnungen getroffenen Vereinfachungen abgedeckt werden.

#### **9.2.2 Querschleunigung (y-Richtung)**

Für gemessene Beschleunigungszeitverläufe in Querrichtung (y-Richtung) sind die zulässigen Werte nach Bild 19 einzuhalten. Hierbei wird das gemessene Beschleunigungssignal als Folge von Dreiecksimpulsen, die nach Bild 19 zu bewerten sind, erfasst.

#### **9.2.3 Vertikalbeschleunigung (x-Richtung)**

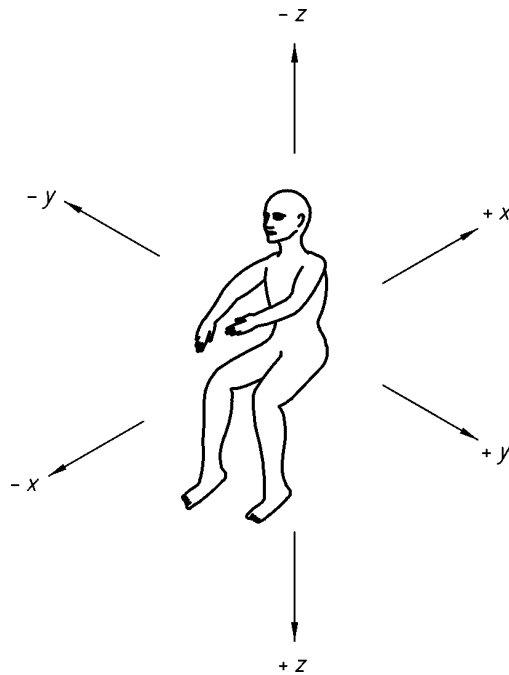
Es sind die zulässigen Beschleunigungen nach Bild 20 einzuhalten.

### 9.2.4 Überlagerung

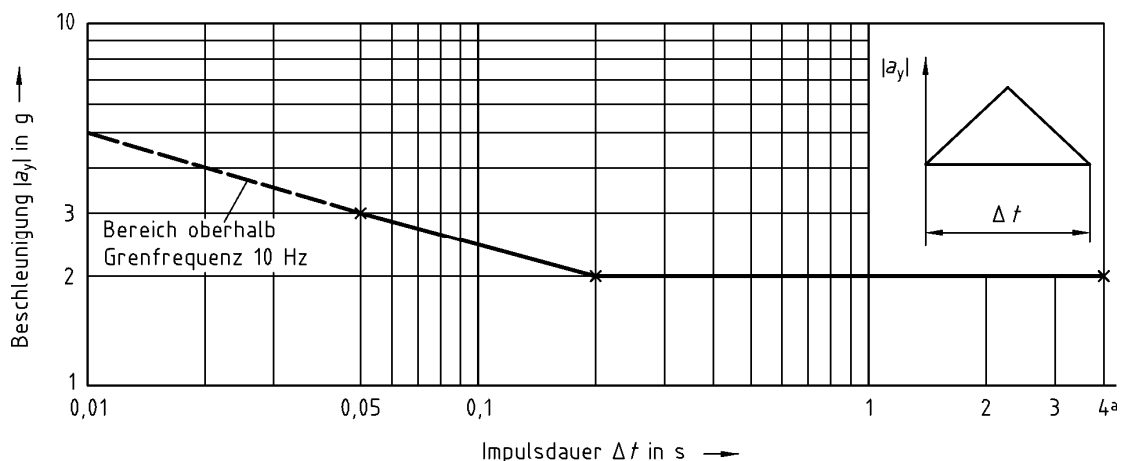
Beim gleichzeitigen Auftreten von Quer- ( $a_y$ ) und Vertikalbeschleunigungen ( $a_z$ ) sind zusätzlich die Verhältnisse  $|a_y|/a_{y\text{zul}}$  und  $a_z/a_{z\text{zul}}$  nach Bild 21 einzuhalten.

Hierbei sind  $a_y$  und  $a_z$  die jeweiligen Maximalbeschleunigungen innerhalb eines Zeitfensters von 0,3 s, d. h. es sind auch Maximalwerte zu überlagern, die mit einer Zeitdifferenz von bis zu 0,3 s auftreten.

Die sich aus der Überlagerungsvorschrift ergebenden zulässigen Beschleunigungen  $a_y$  und  $a_z$  sind in Bild 22 dargestellt, wobei aufgrund des zu berücksichtigenden Zeitfensters von 0,3 s die zulässigen Extremwerte von  $a_z$   $-1,7\text{ g}$  und  $+6,0\text{ g}$  betragen.



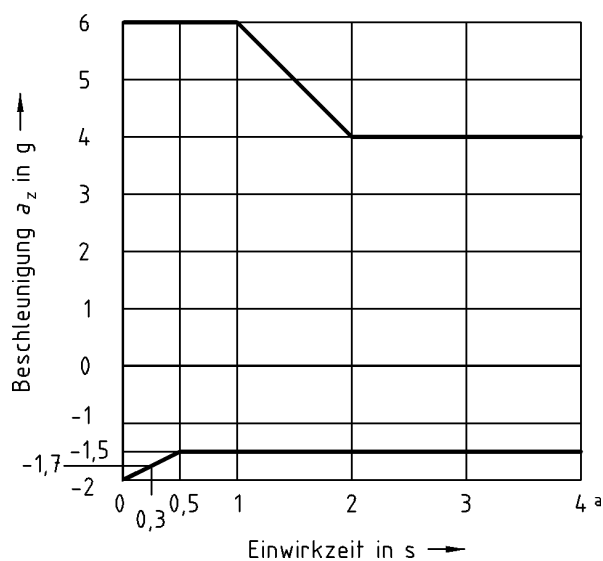
**Bild 18 — Körperfestes Koordinatensystem**



<sup>a</sup> Der Bereich größer 4 s ist nicht gesichert und erfordert weitere Untersuchungen.

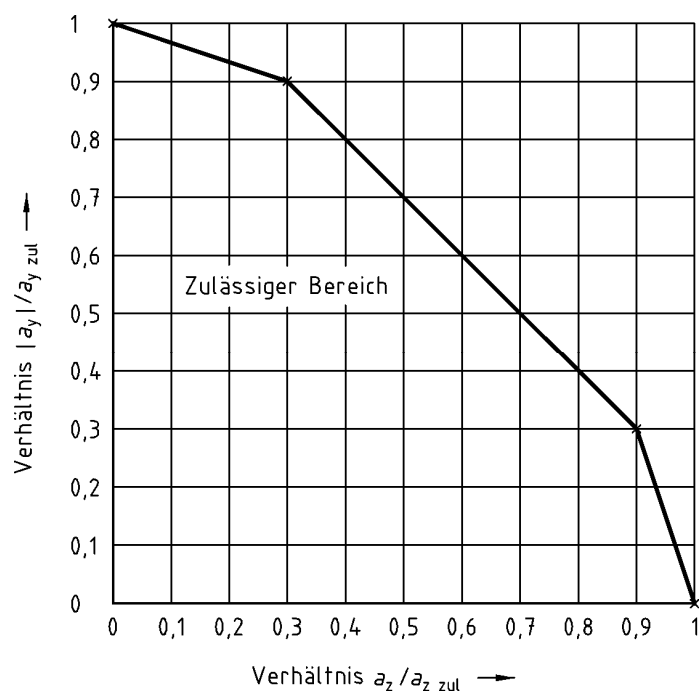
**Bild 19 — Zulässige Sitzbeschleunigung  $|a_y|$  als Funktion der Impulsdauer**

## DIN 4112/A1:2006-03

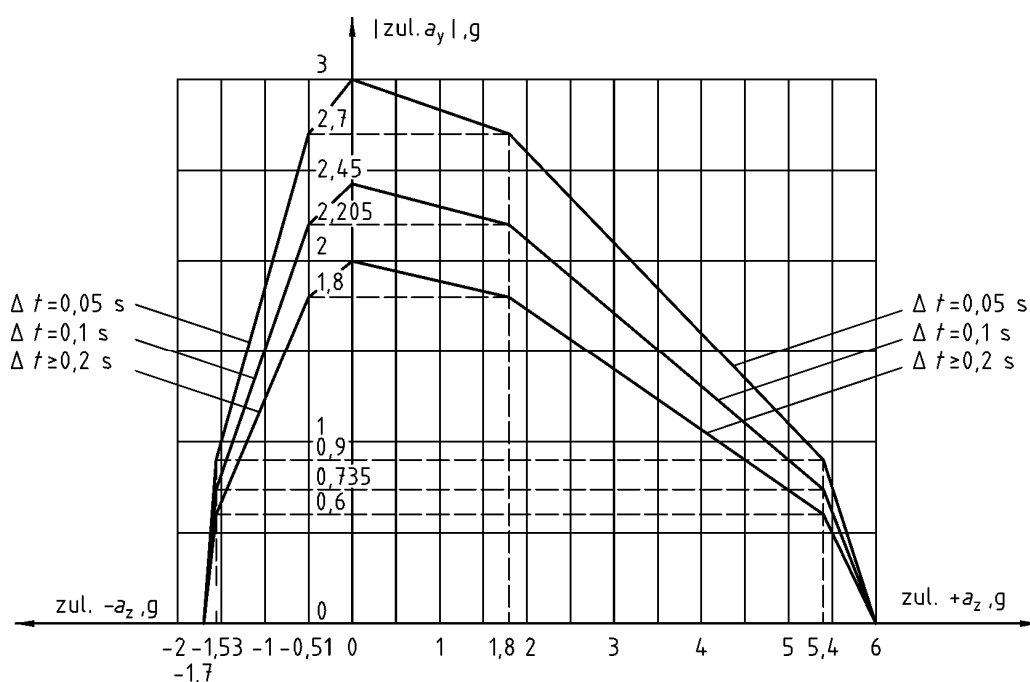


<sup>a</sup> Der Bereich größer 4 s ist nicht gesichert und erfordert weitere Untersuchungen.

**Bild 20 — Zulässige Beschleunigung  $a_z$  über der Einwirkzeit**



**Bild 21 — Kombination der Beschleunigungen  $|a_y|$  und  $a_z$**



Die Werte unterhalb der Linienzüge sind in der Kombination erlaubt, wobei der Versatz um 0,3 s aus 9.1.3 zu berücksichtigen ist.

$\Delta t$  siehe Bild 19.

**Bild 22 — Zulässige Beschleunigungen  $a_y$  und  $a_z$  bei Überlagerung**

### Zu Zitierte Normen und andere Unterlagen

Die folgenden Normen werden ergänzt:

DIN 660, Halbrundniete; Nenndurchmesser 1 bis 8 mm

DIN 661, Senkniete; Nenndurchmesser 1 bis 8 mm

DIN 662, Linsenniete; Nenndurchmesser 1,6 bis 6 mm

DIN EN 10025, Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen



# Hängende Drahtputzdecken

## Putzdecken mit Metallputzträgern, Rabitzdecken

### Anforderungen für die Ausführung

**DIN**  
**4121**

Hanging wire-plaster ceilings, plaster ceilings with plaster-bearing steel-inserts, rabitz ceilings;  
directions for the execution

*Die vorliegende Norm wurde gegenüber der Ausgabe September 1968 auf die durch das „Gesetz über Einheiten im Meßwesen“ vom 2. Juli 1969 festgesetzten Einheiten umgestellt, ohne den sachlichen Inhalt zu ändern.*

*Diese Norm wurde im Fachbereich Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB) des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.*

*Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gleiche gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe . . . „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).*

## 1 Allgemeines

**1.1** Hängende Drahtputzdecken im Sinne dieser Norm sind ebene oder anders geformte Decken ohne wesentliche Tragfähigkeit, die an tragenden Bauteilen befestigt werden.

**1.2** Die Drahtputzdecken bestehen aus Abhängern (Hängeglieder), der Unterkonstruktion, dem Putzträger und dem Putz.

Die Vorrichtungen zum Aufhängen der Drahtputzdecken müssen eine sichere Befestigung der Abhänger gestatten.

**1.3** Die fertige Putzdecke soll einschließlich des eingebetteten Putzträgers mindestens 25 mm und nicht mehr als 50 mm dick sein.

**1.4** Werden Anforderungen an den Brand-, Wärme- und Schallschutz gestellt, sind DIN 4102 Teil 2, Teil 3 und Teil 4, DIN 4108 und DIN 4109 Teil 2 und Teil 3 sowie etwa vorliegende amtliche Prüfungszeugnisse zu beachten.

**1.5** Die tragenden Bauteile müssen die Lasten der Drahtputzdecke ohne Überschreitung der zulässigen Spannungen aufnehmen können. Die Eigenlast der Drahtputzdecke ist nach DIN 1055 Teil 1 in Rechnung zu stellen.

Ein statischer Nachweis der Drahtputzkonstruktion ist nicht erforderlich, wenn die Drahtputzdecken den Bestimmungen dieser Norm entsprechen.

## 2 Abhänger

**2.1** Als Abhänger können verwendet werden:

- Rundstäbe von mindestens 5 mm Durchmesser,
- verzinkte Drähte <sup>1)</sup> von mindestens 3,1 mm Durchmesser,
- korrosionsgeschützte <sup>2)</sup>, gelochte und ungelochte Bandstäbe mit mindestens 10 mm<sup>2</sup> Nutzquerschnitt und einer Mindestdicke von 1,5 mm,

d) Abhänger mit entsprechender Zugfestigkeit und gleichwertigem Korrosionsschutz.

Wenn erhebliche Korrosionsgefahr besteht (z. B. in Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit, bei Waschküchen, Badeanstalten) sind geeignete Maßnahmen, insbesondere höherer Korrosionsschutz erforderlich.

Die Anzahl der Abhänger je m<sup>2</sup> und deren Abstand richtet sich nach der Unterkonstruktion, insbesondere nach deren Tragfähigkeit und Verformbarkeit. Es sind jedoch mindestens 3 Abhänger je m<sup>2</sup> anzuordnen.

Die Abhänger sind in möglichst gleichen Abständen anzuordnen. Sie sollen lotrecht verlaufen und gerade sein. Die Schlaufen am Abhängungspunkt und an der Unterkonstruktion müssen so gebogen werden, daß ein nachträgliches Strecken ausgeschlossen ist.

Zwischenglieder und sonstige Teile der Abhängung müssen dieselbe Tragfähigkeit aufweisen wie die Abhänger.

## 2.2 Befestigung der Abhänger an tragenden Bauteilen

Die Befestigung der Abhänger an den tragenden Bauteilen durch Nägel, Schrauben, Laschen oder andere Halterungen, muß so ausgeführt werden, daß die Lasten mit Sicherheit aufgenommen werden. Befestigungsmittel aus Stahl müssen ausreichend gegen Korrosion geschützt sein (siehe Abschnitt 2.1).

**2.2.1** Bei Holzbalkendecken werden die Abhänger an Schrauben, Rabitzhaken oder Krampen befestigt, die in die Seitenflächen der Balken eingeschraubt oder schräg von oben eingeschlagen werden. Die Schrauben bzw. die Spitzen der Haken und Krampen müssen mindestens 50 mm tief in die Balken eindringen.

<sup>1)</sup> Handelsübliche Verzinkung nach DIN 1548 „Zinküberzüge auf runden Stahldrähten“

<sup>2)</sup> Korrosionsschutz II nach DIN 4115 „Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau“, Ausgabe August 1950x, Abschnitt 4.11

Fortsetzung Seite 2 und 3

Eine Befestigung an der Unterseite der Holzbalken ist nur bei gesundem und festem Holz zulässig. Hierbei sind mindestens 7 mm dicke Schraubösen mit mindestens 50 mm langen Holzschraubengewinden zu verwenden. Die Schrauben müssen mindestens 50 mm tief in die Balken eingeschraubt werden; das Einschlagen von Schrauben ist nicht zulässig.

**2.2.2 Bei Beton-, Stahlbeton-, Spannbeton- oder Hohlkörperdecken** (z. B. Stahlsteindecken) sollen bereits bei der Herstellung der Decken geeignete Vorrichtungen für das Anbringen der Abhänger – oder die mit Haken versehenen Abhänger selbst – einbetoniert werden. Wenn die Aufhängevorrichtungen ausnahmsweise an nachträglich in Beton-, Stahlbeton- oder Spannbetondecken eingetriebenen Metall-Bolzen oder eingesetzten Metall-Dübeln befestigt werden müssen, gelten die Abschnitte 2.2.2.1 oder 2.2.2.2; für Hohlkörperdecken Abschnitt 2.2.2.3.

#### **2.2.2.1 Nachträglich eingetriebene Metall-Bolzen**

- Voraussetzung ist eine Betongüte von mindestens B 25 und eine Mindestdicke des Bauteils von 100 mm.
- Die Decken dürfen nur durch „vorwiegend ruhende“ Verkehrslasten (siehe DIN 1055 Teil 3) beansprucht werden.
- Es müssen Bolzen mit einem Schaftdurchmesser von mindestens 3,4 mm verwendet und mindestens 25 mm tief eingetrieben werden.
- Jeder Bolzen ist auf seinen festen Sitz zu prüfen. Lose Bolzen sind durch neue zu ersetzen.
- Bei Stahlbetonbalken und -rippen dürfen Bolzen nur seitlich, mindestens 120 mm vom unteren Rand entfernt, eingetrieben werden.
- Bei Stahlbetonplatten sind je m<sup>2</sup> mindestens 3 Bolzen zu setzen<sup>3)</sup>, die bei einer Eindringtiefe von mindestens 25 mm mit je 0,5 kN bei einer Eindringtiefe von mindestens 35 mm mit je 1,0 kN beansprucht werden können.
- Bei Spannbetonbalken dürfen Bolzen nur seitlich eingetrieben werden. Die Eintreibstellen müssen bereits in der Zeichnung festgelegt sein; der Abstand der Bolzen von den Spannstählen muß mindestens 100 mm betragen.

#### **2.2.2.2 Nachträglich eingesetzte Metall-Dübel**

Für die zulässige Belastung der Dübel ist von den Angaben der Dübelhersteller auszugehen, die von einer amtlich anerkannten Prüfanstalt bestätigt sein müssen. Die Abschnitte 2.2.2.1 b), d), e) und g) gelten sinngemäß.

- 3) 3 Bolzen/m<sup>2</sup> bedeuten bei einem quadratischen Raster einen Abstand von 57,5 cm; 4 Bolzen/m<sup>2</sup> ergeben einen Abstand von 50 cm. Der Abstand (Raster) der Eintreibstelle ist nach Möglichkeit mit dem Abstand der Bewehrungsstäbe wie folgt abzustimmen:

Bolzenabstand =  $n \times \text{Stababstand} \pm 4 \text{ cm bzw. } \pm 5 \text{ cm}$

z.B.  $3 \times 15 + 5 = 50 \text{ cm}$  oder

$3 \times 18 - 5 = 49 \text{ cm}$  oder

$4 \times 12 + 4 = 52 \text{ cm}$ .

Der Abstand der Bewehrungsstäbe ist der Zeichnung zu entnehmen.

**2.2.2.3 Bei Hohlkörperdecken** (z. B. Stahlsteindecken) können die Aufhängevorrichtungen für die Abhänger nach Fertigstellung der Decken eingebaut werden, indem Kippdübel aus Metall oder etwa 100 mm lange und 7 mm dicke Rundstähle in nachträglich in die Hohlkörper eingebohrte Löcher eingeführt werden. Die Löcher sind nach dem Befestigen der Abhänger mit Mörtel zu schließen. Das Durchschlagen der Hohlkörper und das Eintreiben von Bolzen ist nicht zulässig.

**2.2.3 An Walzstahlprofilen** kann das Befestigen von Abhängern durch Anbringen von Schellen aus Flachstahl von mindestens 25 mm x 4 mm Querschnitt oder aus Rundstahl von mindestens 5 mm Durchmesser, durch Anschweißen, durch Eintreiben von Bolzen oder ähnlichem erfolgen. Die erforderliche Tragfähigkeit der Konstruktion darf nicht beeinträchtigt werden.

### **3 Unterkonstruktion für Metallputzträger**

#### **3.1 Tragstäbe**

Tragstäbe werden an Abhängern befestigt. Sie müssen bei Verwendung von Rundstahl mindestens 7 mm Durchmesser haben. Anders geformte Tragstäbe aus Metall müssen mindestens die gleiche Tragfähigkeit aufweisen. Die Tragstäbe sind an den Abhängern so zu befestigen, daß sich die Verbindung nicht löst. Der gegenseitige Abstand der Tragstäbe soll gleichmäßig sein und bei Verwendung von Drahtgewebe etwa 350 mm betragen. Bei Metallputzträgern mit größerer Eigensteifigkeit, kann der Abstand der Tragstäbe erhöht werden; er richtet sich nach der zugelassenen oder nachgewiesenen Tragfähigkeit des Putzträgers.

#### **3.2 Querstäbe**

Die Querstäbe bestehen aus Rundstahl von mindestens 5 mm Durchmesser oder aus anderen Profilen mindestens gleicher Tragfähigkeit. Die Querstäbe müssen auf die Tragstäbe aufgelegt werden. Das Befestigen an den Kreuzungspunkten erfolgt durch einen Drahtbund aus doppeltem, mindestens 0,7 mm dickem verzinktem Draht oder einer gleichwertigen Verbindung.

Auf Querstäbe kann verzichtet werden, wenn der verwendete Putzträger so biegefest ist, daß die Putzdecke zwischen den Tragstäben nicht durchhängen kann.

### **4 Sicherung gegen seitliche Verschiebung**

Hängende Drahtputzdecken sind gegen seitliche Verschiebung zu sichern:

- entweder sind alle Trag- und Querstäbe mit den Nebenwänden fest zu verbinden oder
- es sind – bei freischwebender Anordnung – zusätzliche Sicherungen gegen seitliches Verschieben vorzusehen. Außerdem ist eine Trennfuge von mindestens 8 mm zu belassen.

Drahtputzdecken sind freischwebend anzuordnen, wenn sie starken Temperaturschwankungen (z. B. bei Deckenstrahlungsheizungen) oder starken Erschütterungen ausgesetzt sind, sowie in Bergsenkungsgebieten und wenn der Putz aus Mörtel nach DIN 18 550, Ausgabe Juni 1967, Mörtelgruppe II, besteht.

Bei Decken aus Mörtel der Mörtelgruppe II sind außerdem in Abständen von etwa 5 m Dehnungsfugen vorzusehen.



## 5 Putzträger

Als Putzträger können alle Arten von Metall-Putzträgern verwendet werden. Diese sind straff zu spannen und sorgfältig zu befestigen.

## 6 Putz

Der Putzträger wird mit geeignetem Mörtel nach DIN 18550, Mörtelgruppe II oder IV, ausgedrückt, gespritzt oder in der Schalung von oben ausgegossen. Auf der Sichtseite soll der Putz den Putzträger mindestens 15 mm überdecken (siehe auch Abschnitt 1.3).

## 7 Gewölbeartige Drahtputzdecken

Die Ausführung richtet sich nach den Abschnitten 1 bis 6. Außer den lotrechten Abhängern sind zusätzliche Ver-

spannungen in anderen Richtungen insbesondere rechtwinklig zur Deckenfläche anzuordnen; sie dürfen keine zusätzlichen Kräfte in die Drahtputzdecke übertragen.

## 8 Drahtputzkanäle und -schürzen

8.1 Die Ausführung richtet sich sinngemäß nach den Abschnitten 1 bis 7.

8.2 Die Anzahl der Abhänger und ihre Beanspruchung richten sich nach dem Gewicht der abgewickelten Fläche der Drahtputzkanäle und Drahtputzschürzen.

## 9 Betreten oder Belasten

Drahtputzdecken dürfen nicht betreten oder belastet werden. Erforderliche Laufstege müssen unabhängig von der Drahtputzdecke erstellt werden.



# Baugruben und Gräben Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau

## DIN 4124

Excavations and trenches; slopes, breadths of working spaces, planking and strutting

Diese Norm enthält in den Abschnitten 4 bis 8 sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne der Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten“ (VBG 37).

### Beginn der Gültigkeit:

Diese Norm gilt ab 1. Januar 1982

### Vorbemerkung

Übergangsregelung für stählerne Kanalstreben und Spindelköpfe:

1. Stählerne Kanalstreben und Spindelköpfe, die bereits vor Inkrafttreten dieser Norm eingesetzt waren und den „Grundsätzen für den Bau und die Prüfung der Arbeitssicherheit von in der Länge verstellbaren Aussteifungsmitteln für den Leitungsgrabenbau“ entsprechen, jedoch keine entsprechende Kennzeichnung tragen, dürfen auch weiterhin verwendet werden.
2. Stählerne Kanalstreben und Spindelköpfe, die bereits vor Inkrafttreten der Norm eingesetzt waren und für die ein Festigkeitsnachweis vorliegt, die jedoch nicht in allen Punkten den „Grundsätzen für den Bau und die Prüfung der Arbeitssicherheit von in der Länge verstellbaren Aussteifungsmitteln für den Leitungsgrabenbau“ entsprechen, dürfen bis zum 31. Dezember 1989 verwendet werden, sofern folgende Forderungen eingehalten sind:
  - a) Die Rohre von Kanalspindeln müssen mindestens 40 mm Außendurchmesser und wenigstens 3 mm Wanddicke haben und aus Stahl St 37-2 nach DIN 17 100 gefertigt sein.
  - b) Die Auflagerplatten der Kanalspindeln müssen mindestens 70 mm × 70 mm groß und an den Ecken zum Auflager hin als Krallenplatten leicht abgeknickt oder als aufliegende Winkelprofile ausgebildet sein, um ein Abrutschen zu vermeiden.
  - c) Die Spindel muß eine Führung von mindestens 150 mm in der Hülse behalten.

Diese Norm wurde in dem Fachbereich Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB) des NABau ausgearbeitet. Sie ist vom Institut für Bautechnik in Berlin den obersten Bauaufsichtsbehörden zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe ... „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Baugruben sowie Gräben für Leitungen und Kanäle erfordern eine sorgfältige Vorbereitung und Ausführung. Deshalb dürfen nur solche Fachleute und Unternehmen diese Arbeiten durchführen, die über die notwendigen Kenntnisse und Erfahrungen verfügen und eine einwandfreie Ausführung sicherstellen.

Fortsetzung Seite 2 bis 17

**Inhalt**

|                                               | Seite |                                          | Seite |
|-----------------------------------------------|-------|------------------------------------------|-------|
| <b>1 Geltungsbereich und Zweck</b>            | 2     | <b>7 Senkrechter Grabenverbau</b>        | 11    |
| <b>2 Mitgeltende Normen und Unterlagen</b>    | 2     | 7.1 Allgemeines                          | 11    |
| <b>3 Bauunterlagen</b>                        | 3     | 7.2 Arten des senkrechten Grabenverbaues | 11    |
| <b>4 Herstellung von Baugruben und Gräben</b> | 3     | 7.3 Senkrechter Normverbau               | 11    |
| 4.1 Allgemeines                               | 3     | <b>8 Baugrubenverbau</b>                 | 14    |
| 4.2 Nicht verbaute Baugruben und Gräben       | 3     | 8.1 Spundwände                           | 14    |
| 4.3 Verbaute Baugruben und Gräben             | 5     | 8.2 Trägerbohlwände                      | 15    |
| <b>5 Arbeitsraumbreiten</b>                   | 5     | 8.3 Massive Verbauarten                  | 15    |
| 5.1 Baugruben                                 | 5     | <b>9 Standsicherheitsnachweis</b>        | 15    |
| 5.2 Gräben für Leitungen und Kanäle           | 7     | 9.1 Allgemeines                          | 15    |
| <b>6 Waagerechter Grabenverbau</b>            | 8     | 9.2 Lastannahmen                         | 15    |
| 6.1 Allgemeines                               | 8     | 9.3 Erddruck                             | 16    |
| 6.2 Waagerechter Normverbau                   | 8     | 9.4 Zulässige Spannungen                 | 16    |
|                                               |       | 9.5 Räumliche Stabilität                 | 16    |
|                                               |       | Weitere Normen und Unterlagen            | 17    |

**1 Geltungsbereich und Zweck**

**1.1** Diese Norm gilt für nicht verbaute und für verbaute Baugruben und Gräben, die von Hand oder maschinell ausgehoben und in denen Bauwerke (z. B. Tiefkeller, Tunnel) oder Kanäle (z. B. Entwässerungs-, Fernheiz-, Kabelkanäle) hergestellt bzw. Leitungen (z. B. Kabel, Rohre) verlegt werden.

**1.2** Diese Norm gibt an, nach welchen Regeln Baugruben und Gräben zu bemessen und auszuführen sind. Für einfache Fälle werden Verbauregeln angegeben, bei deren Beachtung besondere statische Nachweise entfallen können (Normverbau).

**1.3** Von dieser Norm abweichende Ausführungen bedürfen nach den bauaufsichtlichen Vorschriften eines Nachweises der Brauchbarkeit, z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, wenn ihre Anwendung nicht nach anderen bauaufsichtlich eingeführten Richtlinien zulässig ist.

**1.4** Für die Abrechnung gelten die Festlegungen dieser Norm nur insoweit, wie dies in DIN 18300 oder DIN 18303 festgelegt ist.

**2 Mitgeltende Normen und Unterlagen**

|                 |                                                                                                                               |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 766         | Rundstahlketten für allgemeine Zwecke und Hebezeuge; Kettenenden, geprüft, kurzgliedrig                                       |
| DIN 1025 Teil 2 | Formstahl; Warmgewalzte I-Träger; Breite I-Träger, IPB- und IB-Reihe, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte |
| DIN 1045        | Beton- und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung                                                                               |
| DIN 1050        | Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung                                                                        |
| DIN 1052 Teil 1 | Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung                                                                                       |
| DIN 1054        | Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds                                                                                   |
| DIN 1055 Teil 1 | Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel                                  |
| DIN 1055 Teil 2 | Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngrößen; Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel                                |

|                 |                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 1055 Teil 3 | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten                                                                                                                                            |
| DIN 1072        | Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen                                                                                                                                              |
| DIN 1073        | Stählerne Straßenbrücken, Berechnungsgrundlagen                                                                                                                                    |
| DIN 4014 Teil 1 | Bohrpfähle herkömmlicher Bauart; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung                                                                                                    |
| DIN 4014 Teil 2 | (Vornorm) Bohrpfähle; Großbohrpfähle; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung                                                                                               |
| DIN 4022 Teil 1 | Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Bodenarten und Fels; Schichtenverzeichnis für Untersuchungen und Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben |
| DIN 4074 Teil 1 | Bauholz für Holzbauteile; Gütebedingungen für Bauschnittholz (Nadelholz)                                                                                                           |
| DIN 4074 Teil 2 | Bauholz für Holzbauteile; Gütebedingungen für Baurundholz (Nadelholz)                                                                                                              |
| DIN 4084        | Baugrund; Gelände- und Böschungsbrechberechnung                                                                                                                                    |
| DIN 4093        | Grundbau; Einpressungen in Untergrund und Bauwerke; Richtlinien für Planung und Ausführung                                                                                         |
| DIN 4114 Teil 1 | Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Vorschriften                                                                                       |
| DIN 4114 Teil 2 | Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Richtlinien                                                                                        |
| DIN 4123        | Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen                                                                                                     |
| DIN 4125 Teil 1 | Erd- und Felsanker; Verpreßanker für vorübergehende Zwecke im Lockergestein; Bemessung, Ausführung und Prüfung                                                                     |
| DIN 4125 Teil 2 | Erd- und Felsanker; Verpreßanker für dauernde Verankerungen (Daueranker) im Lockergestein; Bemessung, Ausführung und Prüfung                                                       |
| DIN 4126 Teil 1 | (z. Z. noch Entwurf) Schlitzwände; Ortbeton-Schlitzwände; Konstruktion und Ausführung                                                                                              |

DIN 17 100 Allgemeine Baustähle, Gütenorm  
VBG 37 Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten“<sup>1)</sup>

Grundsätze für den Bau und die Prüfung der Arbeitssicherheit von in der Länge verstellbaren Aussteifungsmitteln für den Leitungsrabenbau<sup>1)</sup>

Straßenverkehrszulassungsordnung (StvZO) vom 23. 4. 1965

### 3 Bauunterlagen

Zur Beurteilung der Standsicherheit der Böschungen oder des Verbaues von Baugruben oder Gräben sind im allgemeinen folgende Angaben und Unterlagen erforderlich:

- Maße der Baugrube bzw. des Grabens,
- Baugrundverhältnisse, Bodenschichtung, Ergebnisse bodenmechanischer Versuche,
- Grundwasserverhältnisse,
- Gründungstiefe, Fundamentausbildung und Abstand angrenzender Bauwerke,
- Belastungen oder Erschütterungen innerhalb und außerhalb der Baugrube bzw. des Grabens,
- Leitungen, Kanäle und dergleichen im Bereich der Baugrube oder des Grabens,
- Verbauart, gegebenenfalls mit Konstruktionszeichnung,
- Standsicherheitsnachweis (sofern er durch die Festlegungen in dieser Norm nicht entbehrlich wird).

### 4 Herstellung von Baugruben und Gräben

#### 4.1 Allgemeines

**4.1.1** Bei Erd-, Fels- und Aushubarbeiten sind Erd- und Felswände so abzuböschen oder zu verbauen, daß Beschäftigte nicht durch Abrutschen von Massen gefährdet werden können. Dabei sind alle Einflüsse, welche die Standsicherheit des Bodens beeinträchtigen können, zu berücksichtigen.

**4.1.2** Erd- und Felswände dürfen beim Aushub nicht unterhöhlt werden. Trotzdem entstandene Überhänge sowie beim Aushub freigelegte Findlinge, Bauwerksreste, Bordsteine, Pflastersteine und dergleichen, die abstürzen oder abrutschen können, sind unverzüglich zu beseitigen.

**4.1.3** Im Bereich benachbarter baulicher Anlagen ist der Aushub unter Beachtung von DIN 4123 vorzunehmen.

**4.1.4** An den Rändern von Baugruben und Gräben, die betreten werden müssen, sind mindestens 0,60 m breite, möglichst waagerechte Schutzstreifen anzuordnen und von Aushubmaterial, Hindernissen und nicht benötigten Gegenständen freizuhalten. Bei Gräben bis zu einer Tiefe von 0,80 m kann auf einer Seite auf den Schutzstreifen verzichtet werden.

**4.1.5** Baugruben und Gräben von mehr als 1,25 m Tiefe dürfen nur über geeignete Einrichtungen, z. B. Leitern oder Treppen, betreten und verlassen werden. Gräben von mehr als 0,80 m Breite sind in ausreichendem Maße mit Überhängen, z. B. Laufbrücken oder Laufstegen, zu versehen.

#### 4.2 Nicht verbaute Baugruben und Gräben

**4.2.1** Nicht verbaute Baugruben und Gräben bis höchstens 1,25 m Tiefe dürfen ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche

- bei nichtbindigen Böden<sup>2)</sup> nicht stärker als 1:10,
- bei bindigen Böden<sup>2)</sup> nicht stärker als 1:2 geneigt ist. In mindestens steifen bindigen Böden<sup>3)</sup> sowie bei Fels darf bis zu einer Tiefe von 1,75 m ausgehoben werden, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende

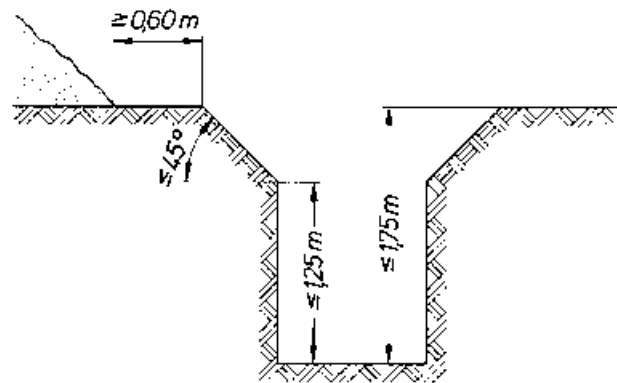


Bild 1. Graben mit abgeböschten Kanten

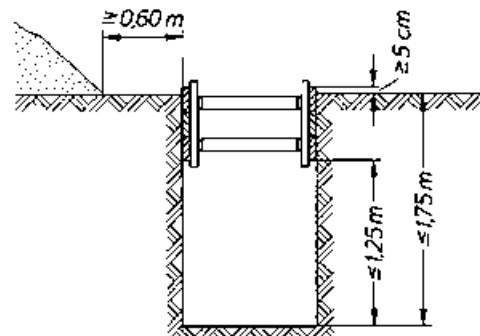


Bild 2. Teilweise gesicherter Graben

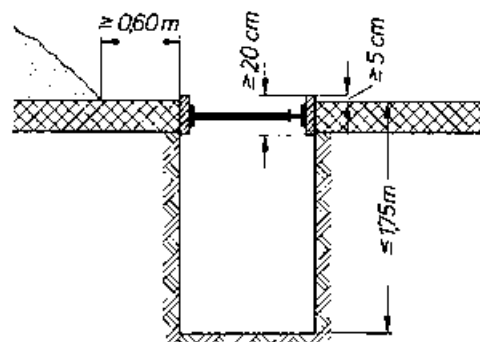


Bild 3. Graben mit Saumböhlen

<sup>1)</sup> Erhältlich beim Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V., Langwartweg 103, 5300 Bonn.

<sup>2)</sup> Nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 2.1.1.1, ist ein Boden nichtbindig, wenn der Gewichtsanteil der Bestandteile mit Korngrößen unter 0,06 mm 15 % nicht übersteigt. Bei größerem Gewichtsanteil als 15 % wird der Boden als bindig bezeichnet.

<sup>3)</sup> Nach DIN 4022 Teil 1, Ausgabe November 1969, Abschnitt 9, gilt:

- Weich ist ein Boden, der sich leicht kneten läßt.
- Steif ist ein Boden, der sich schwer kneten, aber in der Hand zu 3 mm dicken Röllchen ausrollen läßt, ohne zu reißen oder zu zerbröckeln.
- Halbfest ist ein Boden, der beim Versuch, ihn zu 3 mm dicken Röllchen auszurollen, zwar bröckelt und reißt, aber doch noch feucht genug ist, um ihn erneut zu einem Klumpen formen zu können.

Bereich der Wand unter einem Winkel  $\beta \leq 45^\circ$  abgeböscht (siehe Bild 1) oder gesichert wird (siehe Bild 2) und die Geländeoberfläche nicht steiler als 1:10 ansteigt. Bei einem festen Straßenoberbau ist auch eine Sicherung mit mindestens 20 cm breiten Saumböhlen zulässig (siehe Bild 3). Einschränkungen hierzu siehe die Abschnitte 4.2.3 bis 4.2.5.

**4.2.2** Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m bzw. 1,75 m müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Die Böschungsneigung richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der sie offen zu halten sind und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Böschung wirken.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

- a) bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden  $\beta = 45^\circ$ ,
- b) bei steifen oder halbfesten bindigen Böden  $\beta = 60^\circ$ ,
- c) bei Fels  $\beta = 80^\circ$ .

Einschränkungen hierzu siehe die Abschnitte 4.2.3 bis 4.2.5. Für die Beurteilung der Konsistenz bindiger Böden genügen Handversuche nach DIN 4022 Teil 1<sup>3)</sup>.

**4.2.3** Geringere Wandhöhen als nach Abschnitt 4.2.1 bzw. geringere Böschungsneigungen als nach Abschnitt 4.2.2 sind vorzusehen, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden. Solche Einflüsse können z. B. sein:

- a) Störungen des Bodengefüges wie Klüfte oder Verwerfungen,
- b) zur Einschnittsohle hin einfallende Schichtung oder Schieferung,
- c) nicht oder nur wenig verdichtete Verfüllungen oder Aufschüttungen,
- d) Grundwasserabsenkung durch offene Wasserhaltungen,
- e) Zufluß von Schichtenwasser,
- f) nicht entwässerte Fließsandböden,
- g) starke Erschütterungen aus Verkehr, Rammarbeiten, Verdichtungsarbeiten oder Sprengungen.

**4.2.4** Ist damit zu rechnen, daß die Standsicherheit einer nicht verbauten Wand durch Wasser, Trockenheit, Frost oder ähnliches gefährdet wird, so sind entweder die freigelegten Flächen gegen derartige Einflüsse zu sichern

oder es ist die Wandhöhe bzw. die Böschungsneigung entsprechend Abschnitt 4.2.3 zu verringern.

**4.2.5** Die Standsicherheit nicht verbauter Wände ist nach DIN 4084 nachzuweisen, wenn

- a) bei senkrechten Wänden die im Abschnitt 4.2.1 genannten Bedingungen nicht erfüllt sind,
- b) die Böschung mehr als 5 m hoch ist oder bei geböschten Wänden die im Abschnitt 4.2.2, Absätze a) und b), angegebenen Böschungswinkel überschritten werden, wobei eine Böschungsneigung von mehr als  $80^\circ$  in keinem Fall zulässig ist,
- c) einer der im Abschnitt 4.2.3 genannten Einflüsse vorliegt und die zulässige Wandhöhe bzw. die Böschungsneigung nicht nach vorliegenden Erfahrungen zuverlässig festgelegt werden kann,
- d) vorhandene Leitungen oder andere bauliche Anlagen gefährdet werden können,
- e) das Gelände neben der Graben- bzw. Böschungskante stärker als 1:10 ansteigt oder unmittelbar neben dem Schutzstreifen von 0,60 m eine stärker als 1:2 geneigte Erdaufschüttung bzw. Stapellasten von mehr als  $10 \text{ kN/m}^2$  zu erwarten sind,
- f) die nach der Straßenverkehrszulassungsordnung vom 23. 4. 1965 (StVZO) allgemein zugelassenen Straßenfahrzeuge sowie Bagger oder Hebezeuge bis zu 12 t Gesamtgewicht nicht einen Abstand von mindestens 1,00 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- g) schwerere Fahrzeuge und Fahrzeuge mit höheren Achslasten, z. B. Straßenroller und andere Schwertransportfahrzeuge sowie Bagger oder Hebezeuge von mehr als 12 t Gesamtgewicht nicht einen Abstand von mindestens 2,00 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten.

**4.2.6** Bermen sind anzuordnen, falls dies zum Auffangen von abrutschenden Steinen, Felsbrocken, Findlingen, Bauwerksresten und dergleichen oder zum Einrichten von Wasserhaltungsanlagen erforderlich ist. Bermen, die zum Auffangen abrutschender Teile dienen, müssen mindestens 1,50 m breit sein und in Stufen von höchstens 3,00 m Höhe angeordnet werden (siehe Bild 4). Auf die Bermen abgerutschter Boden ist unverzüglich zu entfernen.

<sup>3)</sup> Siehe Seite 3

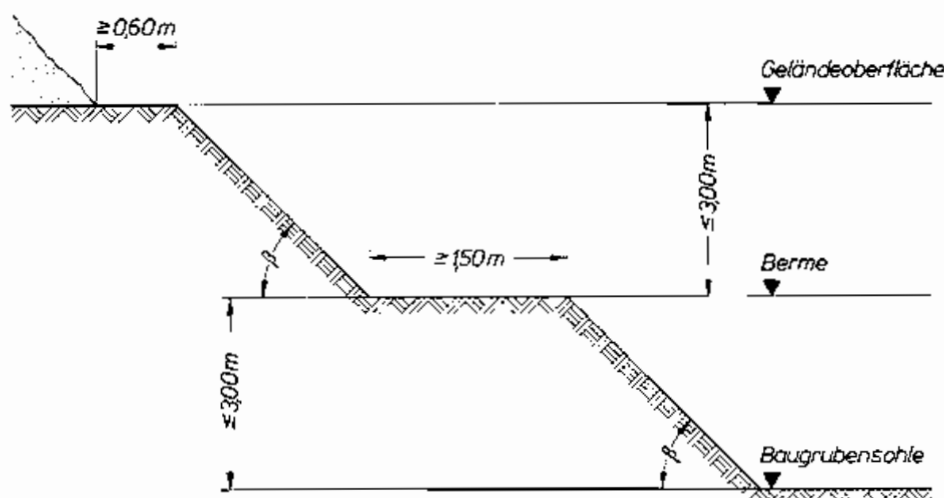


Bild 4. Baugrubenböschung mit Berme zum Auffangen abrutschender Teile

**4.2.7** Böschungen, die steller geneigt sind als im Abschnitt 4.2.2, Absätze a) und b), angegeben ist, sowie Böschungen, aus denen sich einzelne Steine, Felsbrocken, Findlinge, Fundamentreste und dergleichen lösen können, müssen regelmäßig überprüft und gegebenenfalls abgeräumt werden. Dies gilt insbesondere nach längeren Arbeitsunterbrechungen, nach starken Regen- oder Schneefällen, nach dem Lösen größerer Erd- oder Felsmassen, bei einsetzendem Tauwetter und nach Sprengungen.

**4.2.8** Die Abschnitte 4.2.1 bis 4.2.7 gelten nicht für Gräben, die nicht betreten werden und durch die weder Menschen noch Leitungen oder andere bauliche Anlagen gefährdet werden.

### 4.3 Verbaute Baugruben und Gräben

**4.3.1** Baugruben und Gräben sind zu verbauen, wenn nicht nach den Angaben des Abschnittes 4.2 gearbeitet wird. Dabei muß der obere Rand des Verbaues die Geländeoberfläche um mindestens 5 cm überragen.

**4.3.2** Als Verbau kommen im wesentlichen folgende Verkleidungs- und Aussteifungs- bzw. Verankerungskonstruktionen in Frage:

- a) waagerechter Grabenverbau nach Abschnitt 6,
- b) senkrechter Grabenverbau nach Abschnitt 7,
- c) großflächige Verbauplatten, sofern sie von der Prüfstelle des Fachausschusses „Tiefbau“ beim Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften<sup>4)</sup> in sicherheitstechnischer Hinsicht überprüft und als geeignet beurteilt worden sind,
- d) Spundwände nach Abschnitt 8.1,
- e) Trägerbohlwände nach Abschnitt 8.2,
- f) Schlitzwände nach Abschnitt 8.3.1,
- g) Pfahlwände nach Abschnitt 8.3.2,
- h) durch Injektion oder Vereisung verfestigte Erdwände nach Abschnitt 8.3.3,
- i) Unterfangungswände nach DIN 4123.

**4.3.3** In vorübergehend standfesten Böden dürfen Gräben von mehr als 1,25 m Tiefe maschinell ohne Abböschung oder Verbau ausgehoben werden, sofern dadurch weder Menschen noch Leitungen oder andere bauliche Anlagen gefährdet werden. Diese Gräben dürfen jedoch erst betreten werden, nachdem unter besonderen Sicherheitsmaßnahmen ein fachgerechter Grabenverbau eingebracht ist. Als vorübergehend standfest wird ein Boden bezeichnet, wenn der freigelegte Bereich der Grabenwand in der kurzen Zeit, die zwischen dem Beginn der Ausschachtung und dem Einbringen des Verbaues verstreicht, keine wesentlichen Einbrüche aufweist.

Die Forderung nach besonderen Sicherheitsmaßnahmen wird erfüllt, wenn

- a) der Verbau unter Einsatz von Verbaugeräten eingebracht wird oder aus Elementen eines Verbaufahrens besteht, die von der Prüfstelle des Fachausschusses „Tiefbau“ beim Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften<sup>4)</sup> in sicherheitstechnischer Hinsicht überprüft und als geeignet beurteilt worden sind, sowie
- b) die Betriebsanleitungen und die Forderungen der genannten Prüfstelle zur Sicherstellung der Arbeitssicherheit eingehalten werden.

**4.3.4** Die Baugrubenverkleidung soll auf ihrer ganzen Fläche dicht am Boden anliegen. Sie muß eine dichte Wand bilden, so daß durch Fugen und Stöße kein Boden durchtreten kann. Hinter der Baugrubenverkleidung entstandene Hohlräume sind unverzüglich kraftschlüssig zu verfüllen.

Nur bei Fels ist ein Verbau, bei dem die Einzelteile der Baugrubenverkleidung nicht dicht schließend gesetzt sind, auf Nachweis zulässig.

**4.3.5** Gurte sowie Brust- und Rahmenhölzer des Verbaues müssen so eingebaut werden, daß sie an ihren Berührungsfächen satt anliegen. Sie sind gegen Herabfallen, Verdrehen und seitliches Verschieben zu sichern. Sofern Bewegungen der Baugrubenwand mit Rücksicht auf Bauwerke, Leitungen oder dergleichen weitgehend vermieden werden sollen, sind die Steifen oder Anker entsprechend vorzuspannen.

**4.3.6** Steifen sind gegen Herabfallen zu sichern. Bei Verwendung von Kanalstreben und bei Holzsteifen mit aufgesetzten Spindelköpfen sollen die Spindeln abwechselnd zur rechten und zur linken Seite des Verbaues angeordnet werden, um auszuschließen, daß die am stärksten gefährdeten Stellen des gesamten Verbaues alle in einer lotrechten Ebene liegen. Stählerne Kanalstreben und Spindelköpfe müssen den „Grundsätzen für den Bau und die Prüfung der Arbeitssicherheit von in der Länge verstellbaren Aussteifungsmitteln für den Leitungsgrabenbau“<sup>5)</sup> entsprechen. Rundholzsteifen müssen mindestens der Güteklasse II nach DIN 4074 Teil 2 entsprechen und mindestens 10 cm dick sein.

**4.3.7** Keile, Anker, Spannschlösser und Bolzen sind so anzuordnen, daß ein Spannen, Nachtreiben oder Nachziehen möglich ist. Bei Holzsteifen sind Hartholzkeile, bei Stahlsteifen Stahlkeile zu verwenden, sofern die Steifen verkeilt werden sollen. Die Breite von Hartholzkeilen soll nicht kleiner als der Steifendurchmesser sein, die Breite von Stahlkeilen nicht kleiner als die halbe Steifenbreite. Die Keile sind gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern.

**4.3.8** Die Standsicherheit des Verbaues muß in jedem Bauzustand des Verbaues bis zum Erreichen der endgültigen Baugrubensohle und des Rückbaues bis zur vollständigen Verfüllung der Baugrube sichergestellt sein (siehe Abschnitt 9). Der Verbau darf nur zurückgebaut werden, soweit er durch Verfüllen entbehrlich geworden ist. Er ist beim Verfüllen an Ort und Stelle zu belassen, wenn er nicht gefahrlos entfernt werden kann.

**4.3.9** Alle Teile des Verbaues müssen während der Bauausführung regelmäßig überprüft, nötigenfalls instandgesetzt und verstärkt werden. Nach längeren Arbeitsunterbrechungen, nach starken Regenfällen, bei wesentlichen Veränderungen der Belastung, bei einsetzendem Tauwetter und nach Sprengungen muß der Verbau vor Wiederaufnahme der Arbeiten überprüft werden.

## 5 Arbeitsraumbreiten

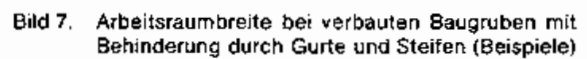
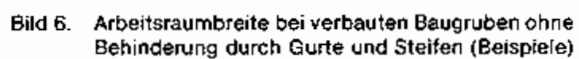
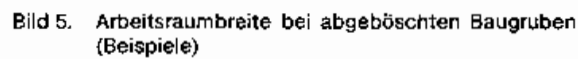
### 5.1 Baugruben

**5.1.1** Mit Rücksicht auf die Sicherheit der Beschäftigten und auf eine einwandfreie Bauausführung müssen Arbeitsräume, die betreten werden, mindestens 0,50 m breit sein. Als Breite des Arbeitsraumes gilt:

- a) bei abgeböschten Baugruben der waagerecht gemessene Abstand zwischen dem Böschungsfuß und der Außenseite des Bauwerks (siehe Bild 5),
- b) bei verbauten Baugruben der lichte Abstand zwischen der Luftseite der Verkleidung und der Außenseite des Bauwerks (siehe Bild 6).

<sup>4)</sup> Federführend ist die Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Am Knie 6, 8000 München 60.

<sup>5)</sup> Zuständig ist die Prüfstelle der Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Am Knie 6, 8000 München 60.





Als Außenseite des Bauwerks gilt die Außenseite des Baukörpers

- zuzüglich der zugehörigen Abdichtungs-, Vorsatz- oder Schutzschichten
- oder zuzüglich der Schalungskonstruktion des Baukörpers.

Jeweils die größere Breite ist maßgebend.

**5.1.2** Sofern waagerechte Gurtungen im Bereich des Bauwerks oder der Schalungskonstruktion weniger als 1,75 m über der Baugrubensohle bzw., beim Rückbau, über der jeweiligen Verfüllungsoberfläche liegen, wird der lichte Abstand von der Vorderkante der Gurtungen gemessen (siehe Bild 7). Bei rückverankerten Baugrubenwänden wird der lichte Abstand vom freien Ende des Stahlzuggliedes bzw. von der Abdeckhaube aus gemessen, wenn der waagerechte Achsabstand der Anker kleiner ist als 1,50 m.

**5.1.3** Bei Fundamenten und Sohlplatten, die nicht eingeschalt, sondern gegen den anstehenden Boden betoniert werden, richtet sich die Breite des Arbeitsraumes nach dem aufgehenden Baukörper, sofern der Überstand  $a$  kleiner ist als 0,50 m (siehe Bild 5 und Bild 6, linke Hälfte). Ist der Überstand  $a$  gleich oder größer als 0,50 m, so richtet sich die Breite des Arbeitsraumes nach der Vorderkante des Fundamentes bzw. der Sohlplatte. Bei geböschten Baugruben darf jedoch der Gründungskörper nicht in die Verlängerung der Böschungsfäche einschneiden.

**5.1.4** Bei rechteckigen Baugruben für runde Schächte bis 1,50 m Außendurchmesser sowie bei kreisförmigen Baugruben für rechteckige Schächte muß an den engsten Stellen zwischen der Luftseite der Verkleidung und der Außenseite des Schachtes nach Abschnitt 5.1.1 ein lichter Abstand von mindestens 0,35 m vorhanden sein. Abschnitt 5.1.2 gilt sinngemäß.

## 5.2 Gräben für Leitungen und Kanäle

**5.2.1** Mit Rücksicht auf die Sicherheit der Beschäftigten und auf eine einwandfreie Bauausführung müssen Gräben für Leitungen und Kanäle eine ausreichende lichte Breite aufweisen. Als lichte Grabenbreite gelten, sofern nicht die Einschränkungen nach Abschnitt 5.2.2 maßgebend sind:

- a) bei geböschten Gräben die Sohlbreite in Höhe der Rohrschaftunterkante,
- b) bei unverkleideten, mit senkrechten Wänden ausgehobenen Gräben sowie bei Gräben nach Bild 1 bis Bild 3 der lichte Abstand der Erdwände,
- c) bei waagerechtem Verbau der lichte Abstand der Holzbohlen,
- d) bei senkrechtem Verbau der lichte Abstand der Holzbohlen oder Kanaldielen,
- e) bei gepändetem Verbau der mittlere lichte Abstand der Holzbohlen oder Kanaldielen,
- f) bei großflächigen Stahlverbauplatten der lichte Abstand der Platten,
- g) bei Spundwandverbau der lichte Abstand der baugrubenseitigen Bohlenrücken,
- h) bei Trägerbohlwänden der lichte Abstand der Verböhlung.

Bei gestaffeltem Verbau wird die Grabenbreite im Bereich der untersten Staffel gemessen.

**5.2.2** Die Festlegungen des Abschnitts 5.2.1 gelten nur, soweit nicht folgende Einschränkungen maßgebend sind:

- a) Sofern bei senkrechtem Verbau und äußerem Rohrschaftdurchmesser  $d \geq 0,60$  m waagerechte Gurtungen weniger als 1,75 m über Grabensohle liegen, wird als lichte Grabenbreite der lichte Abstand der Gurtungen rechtwinklig zur Grabenachse gemessen. Bei einem äußeren Rohrschaftdurchmesser von  $d \geq 0,30$  m gilt dies ebenfalls, wenn die Unterkante der waagerechten Gurtungen weniger als 0,50 m über der Oberkante Rohrschaft liegt.
- b) Ist bei einem waagerechten Verbau der planmäßige Achsabstand von Brusthölzern oder stählernen Aufrichtern in dem fertig ausgehobenen und verbauten Graben innerhalb einer Bohlenlänge kleiner als 1,50 m, so gilt als lichte Grabenbreite der lichte Abstand zwischen den Brusthölzern bzw. Aufrichtern. Hilfskonstruktionen zum Umsteifen während des Aushubes bzw. während der Verfüllung und zusätzliche Konstruktionen zur Abstützung der untersten Bohlen entsprechend Abschnitt 6.1.6 zählen hierbei nicht mit, wenn sie unmittelbar neben den planmäßigen Brusthölzern bzw. Aufrichtern angeordnet werden.

**5.2.3** Bei Gräben bis zu einer Tiefe von 1,25 m, die zwar betreten werden, aber keinen betretbaren Arbeitsraum zum Verlegen oder Prüfen von Leitungen haben müssen, z. B. bei Erdkabelgräben oder Dränggräben, sind in Abhängigkeit von der Regelverlegetiefe mindestens die in Tabelle 1 angegebenen lichten Grabenbreiten einzuhalten. Als Regelverlegetiefe wird der Abstand von der Geländeoberfläche bis zur Unterkante des Kabels bzw. der Leitung bezeichnet.

**5.2.4** Bei Gräben, die einen betretbaren Arbeitsraum zum Verlegen oder Prüfen von Leitungen oder Kanälen haben müssen, sind in Abhängigkeit vom Leitungs- bzw. vom äußeren Rohrschaftdurchmesser  $d$  mindestens die in Tabelle 2 angegebenen lichten Grabenbreiten einzuhalten, soweit in den folgenden Abschnitten nichts anderes bestimmt ist. Die mit „Umsteifung“ überschriebene Spalte gilt nur dann, wenn während des Herablassens von langen Rohren planmäßig Umsteifarbeiten erforderlich sind. Bei nicht kreisförmigen Querschnittsformen gilt die größte Außenbreite des Rohrschaftes als äußerer Rohrschaftdurchmesser  $d$ .

**5.2.5** Unabhängig vom Durchmesser der Leitung bzw. des äußeren Rohrschaftes sind bei Gräben mit senkrechten Wänden, die einen betretbaren Arbeitsraum haben müssen, folgende lichte Mindestbreiten einzuhalten, soweit in den folgenden Abschnitten nichts anderes bestimmt ist:

- a)  $b = 0,60$  m bei nicht verbauten Gräben bis 1,75 m Tiefe entsprechend Bild 1 und Bild 3,
- b)  $b = 0,70$  m bei Gräben nach Bild 2 und bei verbauten Gräben bis 1,75 m Tiefe,
- c)  $b = 0,80$  m bei Grabentiefen von mehr als 1,75 m bis einschließlich 4,00 m,
- d)  $b = 1,00$  m bei Grabentiefen von mehr als 4,00 m.

Tabelle 1. Lichte Mindestbreiten für Gräben ohne betretbaren Arbeitsraum

| Regelverlegetiefe   | bis 0,70 m | über 0,70 m<br>bis 0,90 m | über 0,90 m<br>bis 1,00 m | über 1,00 m<br>bis 1,25 m |
|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Lichte Grabenbreite | 0,30 m     | 0,40 m                    | 0,50 m                    | 0,60 m                    |

Tabelle 2. Lichte Mindestbreiten für Gräben mit betretbarem Arbeitsraum

| Äußerer<br>Leitungs- bzw.<br>Rohrschaftdurchmesser<br>$d$<br>in m | Lichte Mindestbreite $b$ in m |                |                        |                    |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------------|--------------------|
|                                                                   | Verbauter Graben              |                | Nicht verbauter Graben |                    |
|                                                                   | Regelfall                     | Umsteifung     | $\beta \leq 60^\circ$  | $\beta > 60^\circ$ |
| bis 0,40                                                          | $b = d + 0,40$                | $b = d + 0,70$ | $b = d + 0,40$         |                    |
| über 0,40 bis 0,80                                                | $b = d + 0,70$                |                |                        |                    |
| über 0,80 bis 1,40                                                | $b = d + 0,85$                |                | $b = d + 0,40$         | $b = d + 0,70$     |
| über 1,40                                                         | $b = d + 1,00$                |                |                        |                    |

**5.2.6** Die Grabenbreiten nach Abschnitt 5.2.4 sind auch dann einzuhalten, wenn wegen vorhandener Bauteile, Leitungen, Kanäle oder anderer Hindernisse der Graben seitlich so verschoben wird, daß die geplante Leitung bzw. der geplante Kanal ausmittigt zu liegen kommt.

**5.2.7** Wird der planmäßig vorgesehene Graben oberhalb der Leitung oder des Kanals auf einer Länge von mehr als 5 m durch ein längs verlaufendes Hindernis eingeengt, so muß die lichte Grabenbreite zwischen dem Hindernis und der gegenüberliegenden Grabenwand mindestens 0,60 m betragen. Außerdem sind im Bereich der Leitung bzw. des Kanals die im Abschnitt 5.2.4 genannten Grabenbreiten einzuhalten, wobei das längsverlaufende Hindernis wie ein Gurt im Sinne von Abschnitt 5.2.2, Absatz a), zu berücksichtigen ist.

**5.2.8** An Zwangspunkten (z. B. bei Entwässerungskanälen aufgrund schwieriger örtlicher Verhältnisse in Teilbereichen bis zu einer Haltungslänge) ist es ausnahmsweise zulässig, die angegebenen Mindestgrabenbreiten zu unterschreiten. In diesen Fällen sind besondere Sicherheitsvorkehrungen zu treffen und ist sicherzustellen, daß eine fachgerechte Bauausführung noch möglich ist.

**5.2.9** Die in den Abschnitten 5.2.3 bis 5.2.7 genannten Grabenbreiten gelten nicht für Gräben, die bei dem vorgesehenen Arbeitsablauf nicht betreten werden müssen.

## 6 Waagerechter Grabenverbau

Außer den Angaben im Abschnitt 4.3 sind bei der Herstellung eines waagerechten Grabenverbaues die nachfolgend genannten Festlegungen zu beachten.

### 6.1 Allgemeines

**6.1.1** Ein Verbau mit waagerechten Bohlen (Holzbohlen, Kanaldielen oder dergleichen) muß stets mit dem Aushub fortschreitend von oben nach unten eingebracht werden. Bei Böden, die nicht so standfest sind, daß sie wenigstens vorübergehend auf die Tiefe einer Bohlenbreite frei stehen bleiben, ist der waagerechte Grabenverbau nicht zulässig.

**6.1.2** Mit dem Einziehen der Bohlen und dem Einbringen der Aussteifung ist spätestens zu beginnen, wenn die Tiefe von 1,25 m erreicht ist. Wird die Standsicherheit des unverbauten Grabens durch eine der im Abschnitt 4.2.3 genannten Ursachen gefährdet, so ist schon bei geringerer Aushubtiefe zu verbauen. Das weitere Einbringen des Verbaues darf hinter dem Aushub bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden nur um eine Bohlenbreite, bei steifen oder halbsteifen bindigen Böden um höchstens zwei Bohlenbreiten zurück sein. Beim Rückbau und Verfüllen der Baugrube ist sinngemäß zu verfahren.

**6.1.3** In den einzelnen Feldern dürfen nur Bohlen von gleicher Länge eingebaut werden. Versetzte Stöße sind unzulässig. An den Enden der einzelnen Einbaufelder ist eine doppelte Versteifung (d. h. Versteifung zu beiden Seiten des Stoßes) zu setzen. Bei Bohlen von mehr als 2,5 m Länge ist mindestens eine weitere Versteifung dazwischen einzuziehen.

**6.1.4** Bauholz für waagerechten Grabenverbau muß mindestens der Güteklasse II nach DIN 4074 Teil 1 entsprechen. Holzbohlen müssen mindestens 5 cm dick, parallel besäumt und vollkantig sein, Bruchhölzer mindestens 0,60 m lang, 8 cm dick und 16 cm breit. Bohlen anstelle von Bruchhölzern sind nicht zulässig. Brustträger aus Stahl müssen mindestens aus einem Profil U 100 nach DIN 1026 bestehen und mindestens der Güte St 37-2 entsprechen.

**6.1.5** Ein Verbau ohne Bruchhölzer oder stählerne Aufrichter ist nicht zulässig. Bruchhölzer bzw. Aufrichter sind durch mindestens zwei Steifen abzustützen. Bei trockenen oder gleichkörnigen nichtbindigen Böden sowie stets bei Feinsand- und Schluffböden ist ein waagerechter Verbau zusätzlich zu sichern, z. B. durch Einziehen von mindestens 2 m langen Bruchhölzern bzw. Aufrichtern, deren Stöße in der Höhe versetzt sind. In schwierigen Fällen sind Bruchhölzer bzw. Aufrichter anzuordnen, die von der Geländeoberfläche bis zur jeweiligen Aushubsohle durchlaufen.

**6.1.6** Für das Abstützen der untersten Bohlen sind bei Rohren von mehr als 0,50 m äußerem Schaftdurchmesser besondere Maßnahmen erforderlich, z. B. Verstärkung der Bruchhölzer oder Einbau von Verbauträgern mit Zug- und Druckgliedern (siehe Bild 8).

### 6.2 Waagerechter Normverbau

**6.2.1** Sofern die im folgenden genannten Voraussetzungen erfüllt sind, darf der im Abschnitt 6.2.2 beschriebene waagerechte Normverbau ohne besonderen Standsicherheitsnachweis verwendet werden:

- Die Geländeoberfläche verläuft annähernd waagerecht.
- Es steht ein nichtbindiger Boden oder ein bindiger Boden an, der von Natur aus eine steife oder halbfeste Konsistenz aufweist oder durch eine geeignete Wasserhaltung, z. B. durch eine Vakuumanlage, in einen solchen Zustand versetzt wird.
- Bauwerkslasten üben keinen Einfluß auf Größe und Verteilung des Erddrucks aus.
- Straßenfahrzeuge und Baugeräte halten einen ausreichend großen Abstand vom Verbau ein. Siehe Abschnitte 6.2.3 bis 6.2.5.

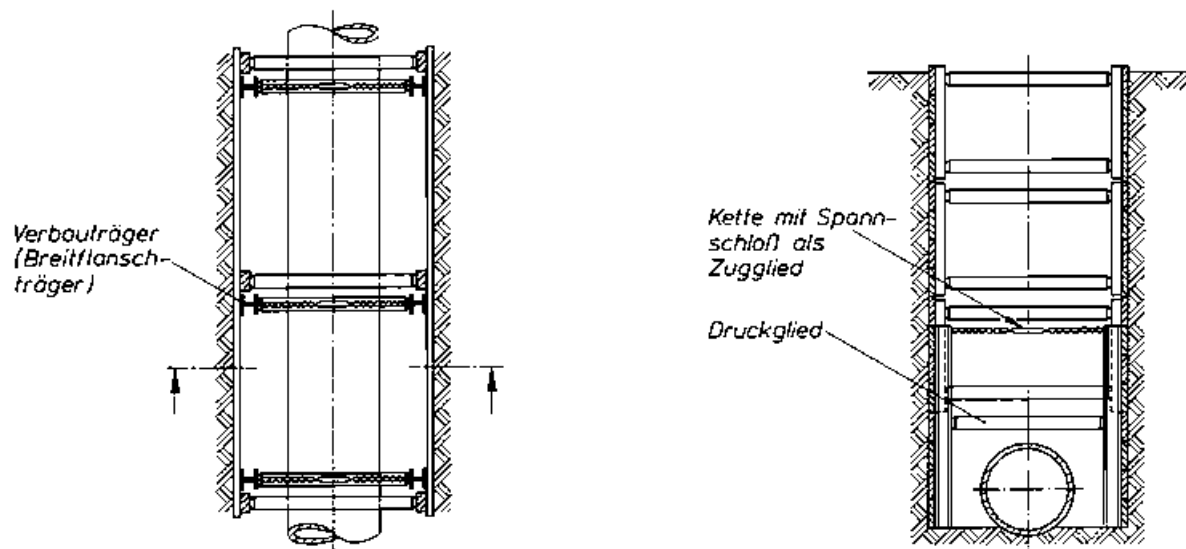


Bild 8. Verbauträger mit Druck- und Zugliedern zum Abstützen der untersten Bohlen eines waagerechten Grabenverbaues

Tabelle 3. Waagerechter Normverbau mit Bruthölzern 8 cm × 16 cm

| Zeile | Bemessungsgröße                                                 | Bohlendicke $s$ |        |        |        |        |
|-------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|
|       |                                                                 | 5 cm            | 6 cm   |        | 7 cm   |        |
| 1     | Größte Wandhöhe $h$                                             | 3,00 m          | 3,00 m | 4,00 m | 5,00 m | 5,00 m |
| 2     | Größte Stützweite $l_1$ der Bohlen                              | 1,90 m          | 2,10 m | 2,00 m | 1,90 m | 2,10 m |
| 3     | Größte Kraglänge $l_2$ der Bohlen                               | 0,50 m          | 0,50 m | 0,50 m | 0,50 m | 0,50 m |
| 4     | Größte Stützweite $l_3$ der Bruthölzer                          | 0,70 m          | 0,70 m | 0,65 m | 0,60 m | 0,60 m |
| 5     | Größte Kraglänge $l_4$ der Bruthölzer                           | 0,30 m          | 0,30 m | 0,30 m | 0,30 m | 0,30 m |
| 6     | Größte Kraglänge $l_u$ der Bruthölzer                           | 0,60 m          | 0,60 m | 0,55 m | 0,50 m | 0,50 m |
| 7     | Größte Knicklänge $s_k$ von Rundholzsteifen $\varnothing$ 10 cm | 1,65 m          | 1,55 m | 1,50 m | 1,45 m | 1,35 m |
| 8     | Größte Steifenkraft $P$                                         | 31 kN           | 34 kN  | 37 kN  | 40 kN  | 43 kN  |

Tabelle 4. Waagerechter Normverbau mit Bruthölzern 12 cm × 16 cm

| Zeile | Bemessungsgröße                                                 | Bohlendicke $s$ |        |        |        |        |
|-------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|
|       |                                                                 | 5 cm            | 6 cm   |        | 7 cm   |        |
| 1     | Größte Wandhöhe $h$                                             | 3,00 m          | 3,00 m | 4,00 m | 5,00 m | 5,00 m |
| 2     | Größte Stützweite $l_1$ der Bohlen                              | 1,90 m          | 2,10 m | 2,00 m | 1,90 m | 2,10 m |
| 3     | Größte Kraglänge $l_2$ der Bohlen                               | 0,50 m          | 0,50 m | 0,50 m | 0,50 m | 0,50 m |
| 4     | Größte Stützweite $l_3$ der Bruthölzer                          | 1,10 m          | 1,10 m | 1,00 m | 0,90 m | 0,90 m |
| 5     | Größte Kraglänge $l_4$ der Bruthölzer                           | 0,40 m          | 0,40 m | 0,40 m | 0,40 m | 0,40 m |
| 6     | Größte Kraglänge $l_u$ der Bruthölzer                           | 0,80 m          | 0,80 m | 0,75 m | 0,70 m | 0,70 m |
| 7     | Größte Knicklänge $s_k$ von Rundholzsteifen $\varnothing$ 12 cm | 1,95 m          | 1,85 m | 1,80 m | 1,75 m | 1,65 m |
| 8     | Größte Steifenkraft $P$                                         | 49 kN           | 54 kN  | 57 kN  | 59 kN  | 64 kN  |

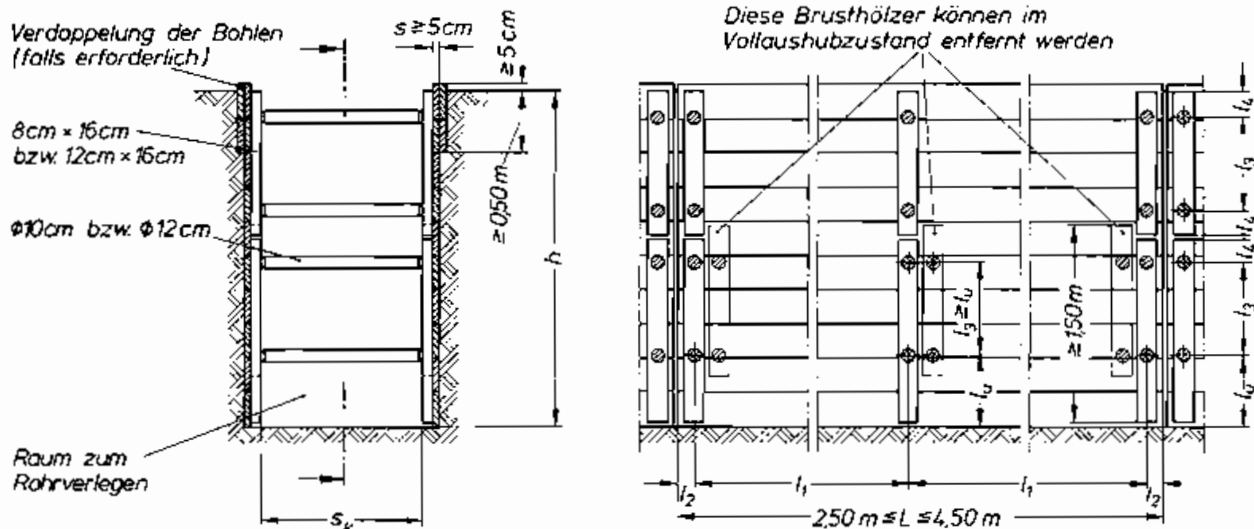


Bild 9. Waagerechter Normverbau (ohne Darstellung der Befestigungsmittel)

**6.2.2** Der waagerechte Normverbau ist im Bild 9 dargestellt. Die Feldweite und die Kragarmlänge der Bohlen, der Durchmesser, der senkrechte Abstand und die zulässige Knicklänge der Steifen richten sich nach der Bohlendicke und der Wandhöhe. Im einzelnen gilt folgendes:

- Für Bohlen von 2,50 bis 4,50 m Länge mit Bruthölzern 8 cm × 16 cm bzw. 12 cm × 16 cm und Rundholzsteifen von 10 cm bzw. 12 cm Durchmesser können die erforderlichen Angaben für Holz der Güteklasse II nach DIN 4074 Teil 1 aus den Tabellen 3 und 4 entnommen werden.
- Sollen Steifen mit anderem Durchmesser oder aus anderem Material verwendet werden, so ist ihre Tragfähigkeit entsprechend der größten vorhandenen Knicklänge für die in Tabelle 3 bzw. in Tabelle 4, Zeile 8, angegebenen Kräfte nachzuweisen. Siehe Abschnitt 9.4.4.
- Die untersten Bruthölzer müssen mindestens 1,50 m lang sein, sofern sie um mehr als das Maß  $l_4$  über der Baugrubensohle gestützt werden sollen, um einen genügend großen Arbeitsraum, z. B. zum Verlegen von Rohren, zu schaffen. Außerdem darf der Abstand  $l_4$  der untersten Steife von der Sohle höchstens so groß sein, wie der Achsabstand der untersten zur nächsthöheren Steife, jedoch nicht größer als in den Tabellen 3 und 4, Zeile 6, angegeben.
- Die in den Tabellen 3 und 4 für die Baugrubentiefe 3,00 m und Bohlendicke 5 cm angegebene Stützweite der Bohlen darf bei Baugrubentiefen bis zu 2,00 m auf  $l_1 = 2,10$  m vergrößert werden.

**6.2.3** Im Hinblick auf den Straßenverkehr setzt die Anwendung des Normverbaues nach Abschnitt 6.2.2 folgendes voraus:

- Die nach § 34 der Straßenverkehrszulassungsordnung vom 23. 4. 1965 (StVZO) allgemein zugelassenen Straßenfahrzeuge halten einen Abstand von mindestens 0,60 m zur Hinterkante der Bohlen ein.
- Schwerere Fahrzeuge sowie Fahrzeuge mit höheren Achslasten, z. B. Straßenroller und andere Schwertransportfahrzeuge, halten einen Abstand von mindestens 1,00 m zur Hinterkante der Bohlen ein.
- Ein Abstand von 1,00 m ist auch immer dann einzuhalten, wenn der Straßenoberbau weniger als 15 cm dick ist oder wegen seines Zustandes keine ausreichende Lastverteilung sicherstellt.

Bagger und Hebezeuge bis 18 t Gesamtgewicht (siehe Abschnitt 6.2.6), die unbelastet am Grabenrand entlang fahren, sind als Straßenfahrzeuge nach Absatz a) anzusehen.

**6.2.4** Im Hinblick auf Baufahrzeuge, die nach StVZO allgemein zugelassen sind sowie auf Bagger und Hebezeuge bis 12 t Gesamtgewicht (siehe Abschnitt 6.2.6) setzt die Anwendung des Normverbaues nach Abschnitt 6.2.2 voraus, daß während der Arbeit ein Abstand von mindestens 0,60 m zur Hinterkante der Bohlen eingehalten wird. Ein Abstand braucht nicht eingehalten zu werden, wenn

- ein fester Straßenoberbau (z. B. Beton, bituminöse Schichten, in festem Verband liegendes Steinpflaster) von mindestens 15 cm Dicke bis an den Verbau reicht oder
- unabhängig von der tatsächlichen Baugrubentiefe der in den Tabellen 3 und 4 für die Tiefe  $h = 5,00$  m angegebene Verbau verwendet wird oder
- die 5 cm bzw. 6 cm dicken Bohlen bis auf eine Tiefe von mindestens 0,50 m unterhalb der Geländeoberfläche beidseitig doppelt eingebaut werden und bei Baugrubentiefen bis zu 3,00 m darüber hinaus die Stützweite  $l_3$  der Bruthölzer im obersten Feld auf das Maß verringert wird, das in den Tabellen 3 und 4 für eine Baugrubentiefe von  $h = 5,00$  m angegeben ist oder
- durch Baggermatratzen, die während der Arbeit durch das Gerät nicht einseitig am Rand belastet sind, eine ausreichende Lastverteilung erzielt wird.

**6.2.5** Im Hinblick auf Baufahrzeuge, die wegen ihrer Achslasten auf öffentlichen Straßen nicht zugelassen sind, sowie auf Bagger und Hebezeuge von 12 bis 18 t Gesamtgewicht (siehe Abschnitt 6.2.6) setzt die Anwendung des Normverbaues nach Abschnitt 6.2.2 voraus, daß während der Arbeit ein Abstand von 1,00 m zur Hinterkante der Bohlen eingehalten wird; es genügt ein Abstand von 0,60 m, wenn

- ein fester Straßenoberbau (z. B. Beton, bituminöse Schichten, in festem Verband liegendes Steinpflaster) von mindestens 15 cm Dicke bis an den Verbau reicht oder
- die in den Tabellen 3 und 4 angegebenen Stützweiten  $l_1$  der Bohlen um 0,20 m verringert werden oder
- durch Baggermatratzen, die während der Arbeit durch das Gerät nicht einseitig am Rand belastet sind, eine ausreichende Lastverteilung erzielt wird.

Ein Abstand braucht nicht eingehalten zu werden, wenn eine der im Abschnitt 6.2.4 genannten Bedingungen erfüllt ist und darüber hinaus die in den Tabellen 3 und 4 angegebenen Stützweiten  $l_1$  der Bohlen um 0,20 m verringert werden.

**6.2.6** Das Gesamtgewicht von Baggern und Hebezeugen im Sinne der Abschnitte 6.2.4 und 6.2.5 setzt sich zusammen aus dem Eigengewicht des Gerätes und dem Gewicht des geförderten Bodens bzw. der angehängten Last.

**6.2.7** Für die Festlegung des lichten Abstandes zwischen den Fahrzeugen, Baggern oder Hebezeugen und der Hinterkante der Bohlen sind maßgebend:

- a) die Aufstandsflächen der Fahrzeuge bzw. der Baugeräte, sofern ihre Fahrtrichtung parallel zum Graben verläuft,
- b) die senkrechte Projektion der Räder bzw. der Raupenkettens, sofern die Fahrzeuge oder Baugeräte von der Seite her an den Graben heranfahren,
- c) die Aufstandsflächen der Pratzen bzw. die Maße der lastverteilenden Unterlage, sofern die Baugeräte zur Erhöhung der Tragfähigkeit zusätzlich abgestützt werden.

**6.2.8** Damit die erforderliche Lastverteilung auf der Geländeoberfläche sichergestellt wird, müssen die Pratzen von Baggern und Hebezeugen bzw. die lastverteilenden Unterlagen eine Grundfläche von

- a) 0,40 m<sup>2</sup> bei Baugeräten bis 12 t Gesamtgewicht,
- b) 0,50 m<sup>2</sup> bei Baugeräten mit mehr als 12 t Gesamtgewicht

aufweisen, sofern kein fester Straßenoberbau nach Abschnitt 6.2.4, Absatz a), vorhanden ist.

Im übrigen wird bei Baufahrzeugen und gummibereiteten Baugeräten Zwillingsbereifung vorausgesetzt.

## 7 Senkrechter Grabenverbau

### 7.1 Allgemeines

Außer den Angaben im Abschnitt 4.3 sind bei der Herstellung eines senkrechten Grabenverbaues die nachfolgend genannten Festlegungen zu beachten.

**7.1.1** Bauholz für senkrechten Grabenverbau muß mindestens der Güteklasse II nach DIN 4074 Teil 1 entsprechen. Holzbohlen müssen mindestens 5 cm dick, parallel besäumt und vollkantig sein. Zu Güte und Maßen von Spundbohlen und Kanaldielen siehe die „Technischen Lieferbedingungen für Stahlspundbohlen“. Gurthölzer müssen einen Querschnitt von mindestens 12 cm × 16 cm, Gurtträger mindestens die Maße eines IPB 100 nach DIN 1025 Teil 2 haben, Hängeseisen einen Querschnitt von mindestens 10 mm × 30 mm oder einen Durchmesser von mindestens 16 mm. Alle Stahlteile müssen mindestens der Güte St 37-2 entsprechen.

**7.1.2** Bei locker gelagerten nichtbindigen Böden und bei weichen bindigen Böden, die ein Verkleiden mit waagerechten Bohlen nicht zulassen, müssen die Holzbohlen oder Kanaldielen in jedem Bauzustand so weit in den Untergrund einbinden, daß ein Aufbruch ausgeschlossen ist. Mindestens sind sie mit dem Fortschreiten der Ausschachtung jeweils so weit einzutreiben, daß sie in jedem Bauzustand mit ihrer Spitze mindestens 0,30 m im Boden stecken.

**7.1.3** Bei Böden, die ein Verkleiden mit waagerechten Bohlen zulassen, müssen die Holzbohlen oder Kanaldielen nur dann in den Boden unterhalb der jeweiligen Aushubsohle einbinden, wenn dies wegen der Standsicherheit erforderlich ist.

**7.1.4** Gurthölzer (Rahmenhölzer) und Gurtträger sind durch Hängeseisen, Ketten oder andere gleichwertige Vorrichtungen an der Baugrubenwand anzuhängen. Sind die Holzbohlen oder Kanaldielen nicht in der Lage, das Eigengewicht der Gurthölzer und der Steifen in den Untergrund abzutragen, dann sind Unterlagshölzer entsprechend den Bildern 10 und 12 anzuordnen und die Gurthölzer an ihnen aufzuhängen. Die Unterlagshölzer müssen einen Durchmesser bzw. eine Kantenlänge von mindestens 16 cm aufweisen, auf den beiden Seiten des Grabens mindestens 0,60 m aufliegen und in die Geländeoberfläche eingelassen oder mit Material eingebettet werden.

## 7.2 Arten des senkrechten Grabenverbaues

### 7.2.1 Verbau mit Holzbohlen (siehe Bild 13)

Der senkrechte Grabenverbau mit Holzbohlen ist nur zweckmäßig, wenn der Boden so weit vorübergehend standfest ist, daß die Bohlen dem Aushub nachfolgen können. Der Aushub darf jedoch auch bei steifen oder halbfesten bindigen Böden der Verbohlung auf eine Tiefe von höchstens 0,50 m, und dies auf eine Länge von nicht mehr als 5 m, voraussetzen. Bei vorübergehend standfesten nichtbindigen oder weichen bindigen Böden ist die Voraussetzung des Aushubes auf 0,25 m und auf höchstens drei Bohlen nebeneinander zu begrenzen.

### 7.2.2 Verbau mit Kanaldielen (siehe Bild 10)

Die Kanaldielen müssen in ihrer ganzen Länge gleiche Form haben und an die benachbarten Dielen nach dem Eintreiben gut anschließen. Verbeulte oder verbogene Dielen dürfen nicht verwendet werden. An die Stelle von Kanaldielen können auch Leichtspundwände, Tafelprofile, Rammbleche oder dergleichen treten.

### 7.2.3 Gestaffelter Verbau (siehe Bild 11)

Der senkrechte Verbau mit Holzbohlen bzw. Kanaldielen kann auch als gestaffelter Verbau ausgeführt werden. Die Überdeckungen müssen dabei im Bereich eines Gurttes liegen und mindestens 0,20 m betragen.

### 7.2.4 Gepfändeter Verbau (siehe Bild 12)

Beim gepfändeten Verbau werden Holzbohlen oder Kanaldielen mit einer leichten Neigung (Pfändung) in mehreren Verbaustufen bis zur Sohle eingebaut. Die Bohlen oder Kanaldielen der oberen Pfändungen müssen mindestens 0,20 m unter die Oberkante der Bohlen oder Dielen der nächsten Pfändung einbinden. Beim gepfändeten Verbau sind im allgemeinen Unterlagshölzer nach Abschnitt 7.1.4 erforderlich. Von diesen kann nur bei Kanaldielen und nur dann abgesehen werden, wenn nach einer Vorschachtung bis zu einer Tiefe von höchstens 1,25 m unter Geländeoberfläche die Kanaldielen auf der ganzen Länge vor dem Erdaushub vorgetrieben und die oberen Hauptrahmen unverschiebbar an den vorgetriebenen Kanaldielen befestigt werden.

## 7.3 Senkrechter Normverbau

**7.3.1** Der im Abschnitt 7.3.2 beschriebene senkrechte Normverbau darf ohne besonderen Standsicherheitsnachweis verwendet werden, sofern die im Abschnitt 6.2.1, Absätze a) bis c), genannten Voraussetzungen erfüllt sind und Straßenfahrzeuge einen Abstand von mindestens 0,60 m zur Hinterkante der Bohlen einhalten. Das gleiche gilt für Bagger und Hebezeuge, die unbelastet am Grabenrand entlang fahren. Nach der StVZO zugelassene Baufahrzeuge sowie Bagger und Hebezeuge bis zu 12 t Gesamtgewicht brauchen keinen Abstand einzuhalten. Zum Abstand von schweren Baufahrzeugen und Baugeräten siehe Abschnitt 7.3.3.

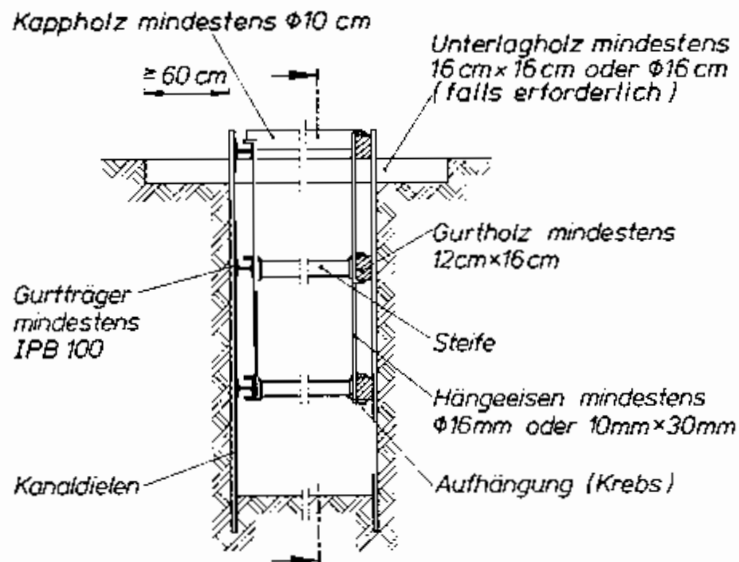


Bild 10. Senkrechter Verbau mit Kanaldielen (Beispiele)

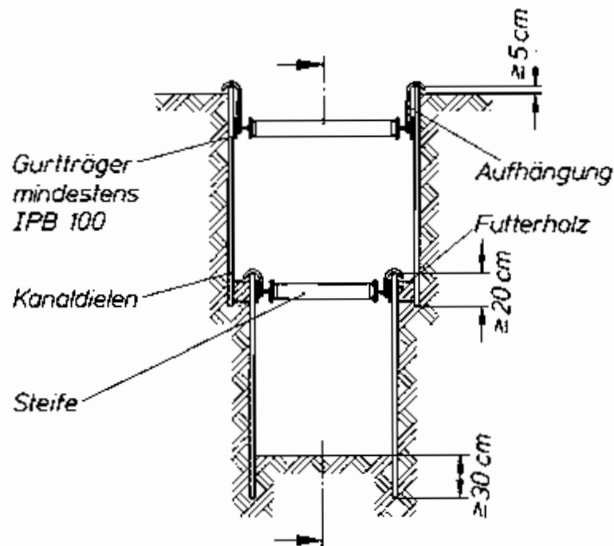


Bild 11. Gestaffelter senkrechter Verbau (Beispiel)

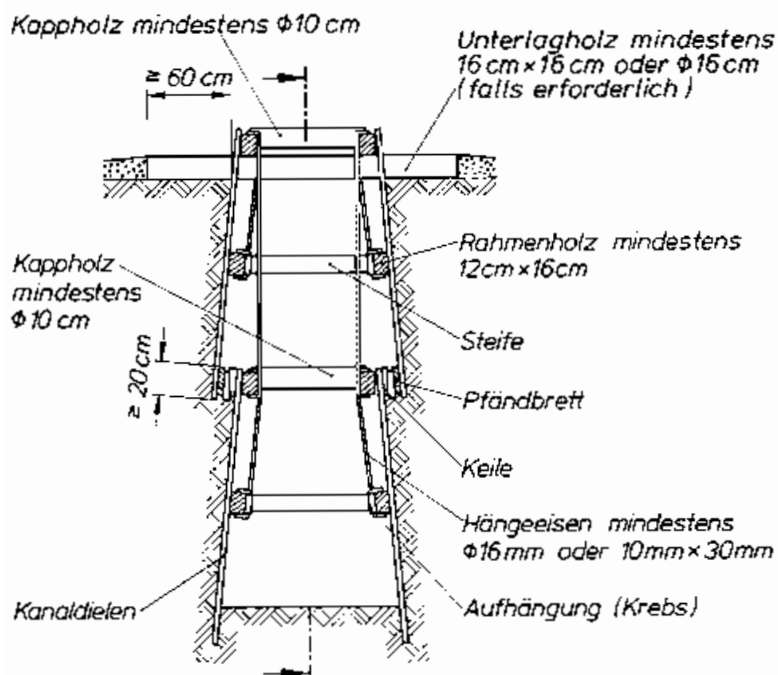


Bild 12. Gefändelter Verbau mit Kanaldielen (Beispiel)

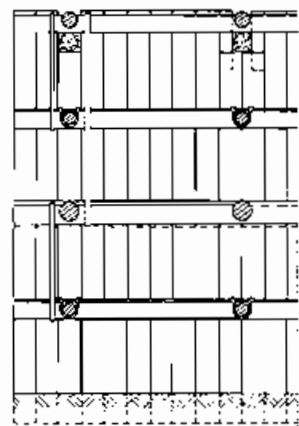
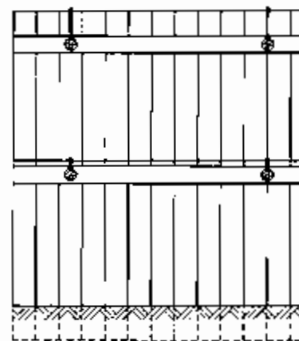
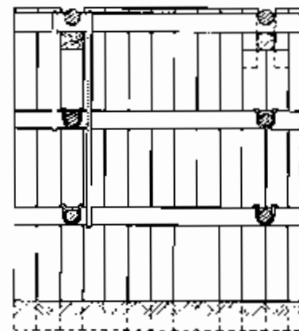


Tabelle 5. Senkrechter Normverbau mit Gurthölzern 16 cm × 16 cm

| Zeile | Bemessungsgröße                                          | Bohlendicke $s$ |        |        |        |        |
|-------|----------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|
|       |                                                          | 5 cm            | 6 cm   |        | 7 cm   |        |
| 1     | Größte Wandhöhe $h$                                      | 3,00 m          | 3,00 m | 4,00 m | 5,00 m | 5,00 m |
| 2     | Größte Kraglänge $l_0$ der Bohlen                        | 0,50 m          | 0,60 m | 0,80 m | 0,80 m | 0,70 m |
| 3     | Größte Stützweite $l_1$ der Bohlen                       | 1,80 m          | 2,00 m | 1,90 m | 1,80 m | 2,00 m |
| 4     | Größte Kraglänge $l_u$ der Bohlen                        | 1,20 m          | 1,40 m | 1,30 m | 1,20 m | 1,40 m |
| 5     | Größte Stützweite $l_2$ der Gurthölzer                   | 1,60 m          | 1,50 m | 1,40 m | 1,30 m | 1,20 m |
| 6     | Größte Kraglänge $l_3$ der Gurthölzer                    | 0,80 m          | 0,75 m | 0,70 m | 0,65 m | 0,60 m |
| 7     | Größte Knicklänge $s_k$ von Rundholzsteifen $\phi$ 12 cm | 1,70 m          | 1,65 m | 1,50 m | 1,30 m | 1,25 m |
| 8     | Größte Steifenkraft $P$                                  | 61 kN           | 62 kN  | 70 kN  | 79 kN  | 80 kN  |

Tabelle 6. Senkrechter Normverbau mit Gurthölzern 20 cm × 20 cm

| Zeile | Bemessungsgröße                                          | Bohlendicke $s$ |        |        |        |        |
|-------|----------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|
|       |                                                          | 5 cm            | 6 cm   |        | 7 cm   |        |
| 1     | Größte Wandhöhe $h$                                      | 3,00 m          | 3,00 m | 4,00 m | 5,00 m | 5,00 m |
| 2     | Größte Kraglänge $l_0$ der Bohlen                        | 0,50 m          | 0,60 m | 0,60 m | 0,60 m | 0,70 m |
| 3     | Größte Stützweite $l_1$ der Bohlen                       | 1,80 m          | 2,00 m | 1,90 m | 1,80 m | 2,00 m |
| 4     | Größte Kraglänge $l_u$ der Bohlen                        | 1,20 m          | 1,40 m | 1,30 m | 1,20 m | 1,40 m |
| 5     | Größte Stützweite $l_2$ der Gurthölzer                   | 2,30 m          | 2,20 m | 2,00 m | 1,80 m | 1,70 m |
| 6     | Größte Kraglänge $l_3$ der Gurthölzer                    | 1,15 m          | 1,10 m | 1,00 m | 0,90 m | 0,85 m |
| 7     | Größte Knicklänge $s_k$ von Rundholzsteifen $\phi$ 14 cm | 1,90 m          | 1,85 m | 1,65 m | 1,45 m | 1,40 m |
| 8     | Größte Steifenkraft $P$                                  | 88 kN           | 91 kN  | 100 kN | 111 kN | 114 kN |

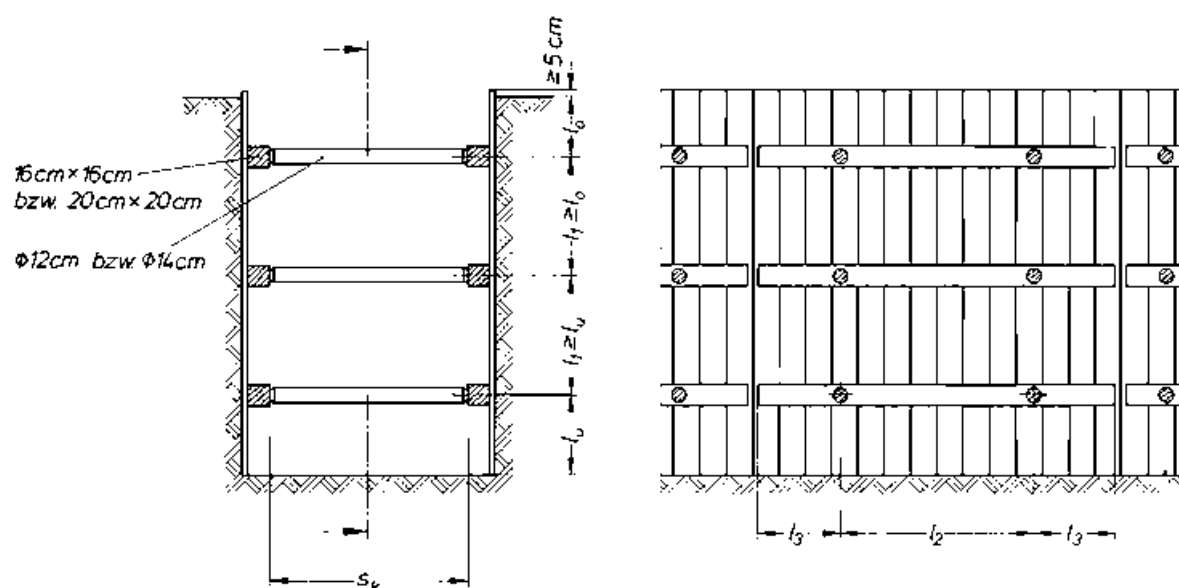


Bild 13. Senkrechter Normverbau mit Verbauteilen aus Holz (ohne Darstellung der Befestigungsmittel)

7.3.2 Der senkrechte Normverbau ist im Bild 13 dargestellt. Die Feldweite und die Kragarmlänge der Bohlen, der waagerechte Abstand und die zulässige Knicklänge der Steifen richten sich nach der Bohlendicke und der Wandhöhe. Im einzelnen gilt folgendes:

- Für Gurthölzer 16 cm × 16 cm bzw. 20 cm × 20 cm und für Holzsteifen von 12 cm bzw. 14 cm Durchmesser können die erforderlichen Angaben für Holz der Güteklasse II nach DIN 4074 Teil 1 aus den Tabellen 5 und 6 entnommen werden.
- Sollen Steifen mit anderem Durchmesser oder aus anderem Material verwendet werden, so ist ihre Tragfähigkeit entsprechend der größten vorhandenen Knicklänge für die in Tabelle 5 bzw. Tabelle 6, Zeile 8, angegebenen Kräfte nachzuweisen, siehe Abschnitt 9.4.4.
- Der Abstand  $l_0$  von der Geländeoberfläche bis zur obersten Steifenlage darf nicht größer sein als der Achsabstand von der ersten zur zweiten Steifenlage und nicht größer als in den Tabellen 5 und 6, Zeile 2, angegeben.
- Der Abstand  $l_u$  von der Baugrubensohle bis zur untersten Steifenlage darf nicht größer sein als der Achsabstand von der untersten zur darüberliegenden Steifenlage und nicht größer als in den Tabellen 5 und 6, Zeile 4, angegeben.
- Werden die Gurthölzer jeweils an den äußeren Fünftelpunkten der Gurtlänge gestützt, so kann der in den Tabellen 5 und 6 angegebene Steifenabstand  $l_2$  um ein Drittel vergrößert werden.
- Anstelle von Holzbohlen dürfen auch Kanaldielen und anstelle der Gurthölzer Stahlprofile verwendet werden, sofern sie imstande sind, ein gleich großes Biegemoment aufzunehmen. Eine Staffelung der Kanaldielen ist zulässig. Die Überdeckung muß jedoch im Bereich eines Gurtes liegen und mindestens 0,20 m betragen.

7.3.3 Im Hinblick auf Baufahrzeuge, die wegen ihrer Achslasten auf öffentlichen Straßen nicht zugelassen sind, sowie auf Bagger und Hebezeuge von 12 bis 18 t Gesamtgewicht setzt die Anwendung des Normverbauens nach Abschnitt 7.3.2 voraus, daß während der Arbeit ein Abstand von mindestens 1,00 m zur Hinterkante der Bohlen eingehalten wird; ein kleinerer Abstand ist ausreichend, wenn

- die in den Tabellen 5 und 6 angegebenen Stützweiten  $l_1$  der Bohlen um 0,20 m verringert werden,
- ein fester Straßenoberbau (z. B. Beton, bituminöse Schichten, in festem Verband liegendes Steinpflaster) von mindestens 15 cm Dicke bis an den Verbau reicht,

- durch Baggermatratzen, die während der Arbeit durch das Gerät nicht einseitig am Rand belastet sind, eine ausreichende Lastverteilung erzielt wird,
- die in den Tabellen 5 und 6 angegebenen Kraglängen  $l_0$  der Bohlen um 0,20 m verringert werden.

Sofern eine der Bedingungen a) bis c) erfüllt ist, genügt ein Abstand von 0,60 m. Sofern die Bedingung a) und zusätzlich eine der Bedingungen b) bis d) erfüllt sind, braucht kein Abstand eingehalten zu werden.

7.3.4 Im Hinblick auf das Gesamtgewicht von Baggern und Hebezeugen, die Aufstandsflächen der Fahrzeuge und Baugeräte sowie die Art der Bereifung von Baufahrzeugen und gummbereiften Baugeräten gelten die Abschnitte 6.2.6 und 6.2.7.

## 8 Baugrubenverbau

Sofern die Maße einer Baugrube oder eines Grabens, die erforderlichen steifenfreien Räume, die Forderung nach Wasserdichtigkeit oder geringer Verformbarkeit der Baugrubenwand, die Bodenverhältnisse oder andere Gründe die Anwendung des waagerechten oder des senkrechten Grabenverbauens nicht zulassen, kann entsprechend den jeweiligen Anforderungen eine der nachfolgend beschriebenen Verbauarten angewendet werden. Dabei sind die Angaben des Abschnittes 4.3 zu beachten.

### 8.1 Spundwände (siehe Bild 6)

8.1.1 Zu Güte und Maßen von Spundbohlen und Kanaldielen siehe die „Technischen Lieferbedingungen für Stahlspundbohlen“ und die Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“<sup>6)</sup>.

8.1.2 Ausgesteifte oder verankerte Spundwände sind mit Zangen oder Gurten zusammenzufassen, sofern nicht mindestens jede Doppelbohle gestützt ist. Wo die Zangen oder Gurte nicht an der Spundwand anliegen, ist der Zwischenraum so weit auszufuttern, wie es für eine einwandfreie Kraftübertragung erforderlich ist.

8.1.3 Steifen und Anker dürfen nur gegen Zangen und Gurte gesetzt werden, sofern nicht jede Doppelbohle für sich gestützt wird oder bei Stützung nur jeder zweiten Doppelbohle ein Nachweis der Lastübertragung geführt wird.

<sup>6)</sup> Siehe „Weitere Normen und Unterlagen“

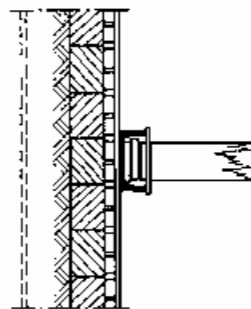
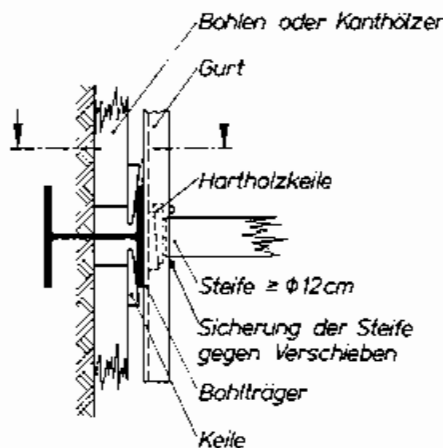


Bild 14. Einzelheiten einer Trägerbohlwand (Beispiel)



## 8.2 Trägerbohlwände (siehe Bilder 6, 7 und 14)

**8.2.1** Trägerbohlwände bestehen aus Stahlträgern mit einer waagrecht gespannten Ausfachung aus Holzbohlen, Kanthölzern, Kanaldielen, Stahlbetonfertigteilen, Ort beton oder dergleichen. An die Stelle von Stahlträgern können auch Bohrröhre oder Bohrpfähle treten, wenn bei der Herstellung oder beim Ausschachten entsprechende Vorrichtungen zur Auflagerung der Ausfachung vorgesehen werden.

**8.2.2** Holzbohlen, Kanthölzer oder Rundhölzer für Trägerbohlwände müssen mindestens der Güteklasse III nach DIN 4074 Teil 1 bzw. Teil 2 entsprechen. Holzbohlen müssen mindestens 5 cm, Rundhölzer mindestens 10 cm dick sein.

**8.2.3** Die Ausfachung muß stets mit dem Aushub fortschreitend eingebracht werden. Mit dem Einziehen der Ausfachung ist spätestens zu beginnen, wenn die Tiefe von 1,25 m erreicht ist. Der Einbau der weiteren Ausfachung darf hinter dem Aushub bei steifen oder halbfesten bindigen Böden höchstens um 1 m, bei vorübergehend standfesten nichtbindigen Böden (siehe Abschnitt 4.3.3) höchstens um 0,50 m zurück sein. Bei wenig standfesten Böden, zum Beispiel bei locker gelagerten gleichkörnigen Sand- und Kiesböden, kann es erforderlich sein, die Höhe der Abschachtung auf die Höhe der Einzelteile der Ausfachung zu beschränken. Beim Rückbau ist sinngemäß zu verfahren.

**8.2.4** Die Einzelteile der Ausfachung müssen so lang sein, daß sie auf jeder Seite mindestens auf einem Fünftel der Flanschbreite aufliegen; dabei sind jedoch die in anderen Vorschriften festgelegten Mindestwerte einzuhalten. Sie müssen mit Keilen, die zwischen der Ausfachung und den Trägerflanschen einzuschlagen sind, oder mit anderen gleichwertigen Mitteln fest und unverschiebbar gegen den Boden gepreßt werden. Besteht Gefahr, daß die Bohlen abrutschen, z. B. bei locker gelagerten nichtbindigen Böden oder bei geschichteten Böden mit Einlagerungen von weichen bindigen Böden oder Fließsand (enggestufter, wassergesättigter Feinsand), so sind sie durch aufgenagelte Laschen oder Hängestangen zu sichern. Das gleiche gilt unabhängig vom anstehenden Boden immer dann, wenn der Abstand benachbarter Bohlträger mit der Tiefe zunimmt. Sofern Gefahr besteht, daß die Keile sich lockern und herausfallen, sind sie durch Leisten zu sichern.

**8.2.5** Sofern größere Bewegungen des Baugrunds unbedenklich sind, können durchlaufende Bohlen mit Klammern vor den Bohlträgern befestigt, statt Bohlen auch Rundhölzer verwendet oder die Bohlen zur Sicherung gegen Abrutschen gegen die erdseitigen Flansche der Bohlträger verkeilt werden.

**8.2.6** Bei Böden, die zum Fließen neigen, kann es zweckmäßig sein, senkrechte, gestaffelte oder gepfändete Kanaldielen zwischen den einzelnen Bohlträgern einzurammen und durch waagrechte Gurte auf die Bohlträger abzustützen. In bezug auf die Einbindetiefe der Kanaldielen gilt Abschnitt 7.1.2.

**8.2.7** Sollen Bewegungen der Baugrubenwand und des Bodens in der Nähe von Gebäuden, Leitungen und dergleichen weitgehend verhindert werden, so sind die Einzelteile der Ausfachung möglichst mit einer Vorbiegung einzubauen und mit einfachen oder doppelten Holzkeilen zu verkeilen. Außerdem sind die Steifen entsprechend vorzuspannen. Darüber hinaus kann es zweckmäßig sein, die Ausfachung spätestens dann einzubringen, sobald die Wand auf eine Höhe von 0,50 m freigeschachtet ist. Gegebenenfalls ist eine Verbauart nach Abschnitt 8.3 zu wählen.

**8.2.8** Die Steifen können entweder unmittelbar zwischen die Bohlträger oder zwischen Gurte gesetzt werden. Werden die Steifen unmittelbar zwischen gegenüberliegenden Bohlträgern angeordnet, dann ist wenigstens ein Gurt in

der oberen Hälfte der Baugrubenwand auf größere Abschnitte der Baugrube zug- und druckfest durchzuführen. Das gleiche gilt bei verankerten und bei nicht gestützten Baugrubenwänden.

## 8.3 Massive Verbauarten

**8.3.1** Schlitzwände sind Wände im Untergrund, für die zunächst in Wandbreite Schlitzte ausgehoben und mit einer Stützflüssigkeit am Einsturz gehindert werden. Anschließend werden die Wände aus Stahlbeton unter gleichzeitigem Verdrängen der Stützflüssigkeit hergestellt (siehe DIN 4126 Teil 1 (z. Z. noch Entwurf)).

**8.3.2** Bei Pfahlwänden in steifen oder halbfesten bindigen Böden reicht es aus, wenn sich die einzelnen Pfähle berühren. Sofern eine gewisse Dichtigkeit der Wand gegen Grundwasser angestrebt wird und bei Böden, die zum Fließen neigen, ist dafür zu sorgen, daß sich die einzelnen Pfähle einer Pfahlwand überschneiden. Im übrigen gilt DIN 4014 Teil 1 und DIN 4014 Teil 2 (Vornorm).

**8.3.3** Bei einer Verfestigung des Bodens durch Injektionen nach DIN 4093 oder durch Vereisung ist dafür zu sorgen, daß durch die möglichen Hebungen des Bodens keine benachbarten Gebäude oder andere Anlagen gefährdet werden. Die Verfestigung ist spätestens beim Aushub zu überprüfen.

## 9 Standsicherheitsnachweis

### 9.1 Allgemeines

**9.1.1** Durch das Ausschachten wird der Gleichgewichtszustand des Bodens gestört. Der zur Aufnahme der Erdruddruckkräfte vorgesehene Verbau muß in seinen Maßen rechnerisch bestimmt und in seiner Standsicherheit statisch nachgewiesen werden, sofern nicht der Normverbau nach den Abschnitten 6.2 oder 7.3 verwendet wird.

**9.1.2** Der Verbau muß den höchsten zu erwartenden Belastungen in ungünstigster Stellung standhalten. Alle Teile sind so zu bemessen, daß die zulässigen Beanspruchungen nach Abschnitt 9.4 nicht überschritten werden.

**9.1.3** Zum Standsicherheitsnachweis für den Verbau siehe die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“<sup>6)</sup>.

### 9.2 Lastannahmen

**9.2.1** Die Lasten sind nach DIN 1055 Teil 1 bis Teil 3 und nach DIN 1072 anzunehmen, soweit nicht genauere Untersuchungen über die tatsächlich zu erwartenden Lasten aus Straßenverkehr, Baustellenverkehr oder Baubetrieb angestellt werden. Bei Schienenverkehr sind die einschlägigen Sondervorschriften zu beachten.

**9.2.2** Die für die Ermittlung von Erddruck und Erdwiderstand benötigten Bodenkenngrößen sind nach DIN 1055 Teil 2 zu ermitteln. Bei Baugruben und Gräben von mehr als 5 m Tiefe sind bodenmechanische Untersuchungen stets vorzunehmen, sofern die örtlichen Erfahrungen keinen ausreichenden Aufschluß geben. Hat die Kohäsion des Bodens einen ausschlaggebenden Einfluß auf die Standsicherheit des Verbaues, dann sind Verlauf, Mächtigkeit und Konsistenz der bindigen Schichten beim Aushub zu überprüfen.

**9.2.3** Die Wirkung von Frostperioden, von Quellungen, Setzungen und Erschütterungen des Baugrunds, ferner der Einfluß der Wasserstände und ihre Änderung sowie etwa gestörte Bodenverhältnisse sind zu beachten.

<sup>6)</sup> Siehe „Weitere Normen und Unterlagen“

**9.2.4** Sollen Teile des Verbaues durch lotrechte Lasten beansprucht werden, so sind sie dafür zu bemessen. Werden Stahlsteifen zusätzlich durch Verkehrslasten beansprucht, so gilt DIN 1073.

### 9.3 Erddruck

**9.3.1** Im allgemeinen kann ein Verbau für den einfachen aktiven Erddruck bemessen werden. Darf sich der Boden mit Rücksicht auf eine benachbarte bauliche Anlage nicht entspannen, dann ist der Verbau entsprechend Empfindlichkeit, Zustand und Entfernung dieser Anlage für einen höheren als den aktiven Erddruck, höchstens aber für den Ruhedruck zu bemessen und dementsprechend konstruktiv auszubilden.

**9.3.2** Reicht bei bindigen Böden die zu erwartende Verschiebung der Wand nicht aus, um in der Gleitfuge den Grenzzustand herbeizuführen, so darf die Scherfestigkeit des Bodens nicht voll in Rechnung gestellt werden.

**9.3.3** Soweit bei der statischen Untersuchung eines durch mehrere Steifenlagen gestützten waagerechten oder senkrechten Grabenverbaues kein genauer Nachweis geführt wird, darf die Erddrucklast unter Berücksichtigung gleichmäßig verteilter Auflasten nach der klassischen Erddrucktheorie ermittelt und näherungsweise in ein flächengleiches Rechteck umgewandelt werden. Um die mit dieser Näherung verbundenen Unsicherheiten auszugleichen, sind die mit dem Erddruckrechteck ermittelten Auflagerkräfte zur Bemessung der Steifen, Gurte u.ä. um mindestens 20 % zu erhöhen. Wird bei solchen mehrfach gestützten Wänden der Erddruck trapezförmig angenommen, kann ein Zuschlag ganz oder teilweise entfallen.

### 9.4 Zulässige Spannungen

**9.4.1** Bei der Bemessung von vorwiegend auf Biegung beanspruchten Holzteilen von Verbaukonstruktionen, Hilfsbrücken und Baugrubenabdeckungen darf auf die Abminderung der zulässigen Spannungen nach DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 9.4, verzichtet werden. Bei Verwendung von neuen oder neuwertigen Hölzern gilt darüber hinaus folgendes:

- Die zulässigen Spannungen nach DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Tabelle 6, dürfen allgemein um 20 % erhöht werden.
- Bei Druck rechtwinklig zur Faserrichtung ist eine Erhöhung um 100 % zulässig, sofern das quer zur Faser beanspruchte Holz höchstens doppelt so breit ist wie die Druckfläche und die mit der erhöhten Pressung verbundenen Verformungen unbedenklich sind.
- Werden über die Höhe der Baugrubenwand Lastfiguren angesetzt, die der zu erwartenden Erddruckfigur besser entsprechen als das im Abschnitt 9.3.3 und in den Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ zugelassene Rechteck, so dürfen die zulässigen Biegespannungen bei vorwiegend auf Biegung beanspruchten Holzteilen des Verbaues um 50 % erhöht werden.

Die beim Prüfen, Überspannen oder Lösen von Steifen oder Ankern auftretenden Spannungen brauchen nicht nachgewiesen zu werden.

**9.4.2** Für die Bemessung von vorwiegend auf Biegung beanspruchten Stahlteilen von Verbaukonstruktionen, Hilfsbrücken und Baugrubenabdeckungen gilt:

- Beim Nachweis des Lastfalles H dürfen die in DIN 1050 für Biegedruck, Biegezug und Schub im Lastfall HZ angegebenen zulässigen Spannungen angenommen werden. Die Vergleichsspannung darf höchstens 80 % der Streckgrenze erreichen.

- Eine entsprechende Erhöhung ist auch beim Nachweis des Lastfalles HZ zulässig, bei Biegedruck und Biegezug jedoch höchstens bis zu 80 % der Streckgrenze, bei der Vergleichsspannung bis höchstens 85 % der Streckgrenze.

- Beim Prüfen, Überspannen oder Lösen von Steifen oder Ankern dürfen die Biegedruck-, Biegezug- und Vergleichsspannungen bis zu 90 % der Streckgrenze erreichen.

Die genannten Spannungserhöhungen setzen voraus, daß beim Spannungsnachweis alle Schwächungen der Stahlprofile durch Bohrungen, querlaufende Schweißnähte oder stärkere Abrostungen im Bereich größerer Biegemomente berücksichtigt werden. Im übrigen gelten die Angaben sinngemäß auch für Spundwandstahl.

**9.4.3** Für die Bemessung von vorwiegend auf Biegung beanspruchten Bauteilen aus Stahlbeton gilt abweichend von DIN 1045:

- Bei der Querschnittsbemessung für den Bauzustand darf mit einem Sicherheitsbeiwert  $\gamma = 1,5$  anstelle  $\gamma = 1,75$  oder mit um 15 % verminderten Schnittgrößen gerechnet werden. Beim Prüfen, Überspannen oder Lösen von Steifen oder Ankern genügt der Ansatz eines Sicherheitsbeiwertes  $\gamma = 1,3$  oder eine Verminderung der Schnittgrößen um 25 %.
- Bei Teilflächenbelastung darf unter Gebrauchslast der Sicherheitsbeiwert  $\gamma = 1,75$  statt  $\gamma = 2,10$  zugrunde gelegt werden, beim Prüfen, Überspannen oder Lösen von Steifen oder Ankern  $\gamma = 1,5$ .
- Die Beschränkung der Rißbreite braucht nur nachgewiesen zu werden, wenn der für die Ermittlung der Bewehrung maßgebende Bauzustand länger dauert als 2 Jahre. Dabei dürfen die Beiwerte  $\gamma$  gegenüber DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Tabelle 15, verdoppelt werden.

Für die Rechenwerte der Schub- und Torsionsspannungen gelten die in DIN 1045 festgelegten Grenzen.

**9.4.4** Bei Steifen aus Stahl oder Stahlbeton und ihren Anschlüssen sowie bei allen Verbindungsmitteln sind im allgemeinen die zulässigen Beanspruchungen nach DIN 1050 bzw. DIN 1045 einzuhalten. Bei Rundholzsteifen ist eine Erhöhung der zulässigen Druckspannung um mehr als den in DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 9.1.6, genannten Betrag von 20 % hinaus nicht statthaft. Bei stählernen Kanalstreben und bei Streben mit Spindelköpfen gelten die bei der Prüfung der Arbeitssicherheit (siehe Abschnitt 4.3.6) festgestellten Nutzlasten.

**9.4.5** Für die Bemessung von Zugankern aus Stabstahl gelten die zulässigen Spannungen nach DIN 1050. Zum Nachweis der Tragfähigkeit von Verpreßankern gilt DIN 4125 Teil 1 und Teil 2, für Ketten DIN 766.

### 9.5 Räumliche Stabilität

**9.5.1** Der Nachweis der Stabilität hat sich nicht nur auf die einzelnen Tragteile des Verbaues (Knicken, Biegedrillknicken, Kippen, Beulen) zu erstrecken, sondern auch auf den räumlichen Zusammenhang der einzelnen Teile nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2.

**9.5.2** Sofern die Knicklängen von Steifen herabgesetzt werden soll, sind die hierzu benötigten Gurte und Verbände an der Oberseite und an der Unterseite der Steifen anzubringen. Anstelle der Verbände an der Unterseite können andere gleichartig wirkende Konstruktionen eingebaut werden.

**9.5.3** Konstruktionen, die der Herabsetzung der Knicklänge von Steifen dienen, wie Mittelunterstützungen, Gurte

und Verbände, sind für eine quer zu diesen Steifen gerichtete Last zu bemessen, die mit  $\frac{1}{100}$  der Summe der in den angeschlossenen Steifen vorhandenen Normalkräfte angenommen werden darf. Sind zwei oder mehrere dieser Konstruktionen nebeneinander angeordnet, so ist jede einzeln für die angegebenen Lasten zu bemessen. Das gleiche gilt für gemeinsame Verbände. Starre Anschlüsse, z. B. Schweiß- oder HV-Verbindungen, sind mit Rücksicht auf mögliche Zwängungskräfte für das Doppelte der so errechneten Lasten zu bemessen.

### Weitere Normen und Unterlagen

DIN 18 300 VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen; Erdarbeiten

DIN 18 303 VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen; Verbauarbeiten

Merkblatt über das Zufüllen von Leitungsräumen <sup>7)</sup>

Technische Lieferbedingungen für Stahlspundbohlen <sup>8)</sup>

Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ der Hafenbautechnischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. <sup>9)</sup>

Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. <sup>9)</sup>

<sup>7)</sup> Herausgegeben und zu beziehen von der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Maastrichter Straße 45, Köln

<sup>8)</sup> BVM-Runderlaß W6-6064 VA 57 vom 28. 3. 1967, zu beziehen durch den Verkehrs- und Wirtschafts-Verlag Dr. Borgmann, Dortmund, Best.-Nr. 3035

<sup>9)</sup> Zu beziehen durch den Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin



# Verpreßpfähle (Ortbeton- und Verbundpfähle) mit kleinem Durchmesser

## Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung

# DIN 4128

Injection piles (in-situ concrete piles and composite piles) with small diameter; construction procedure, design and permissible loads

Pieux d'injection (Pieux en béton de chantier et pieux composites) de petit diamètre: production, dimensionnement et charges admissibles

Diese Norm entstand in mehrjährigen Beratungen eines gemeinsamen Ausschusses des Fachbereiches Baugrund des Normenausschusses Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe ... „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Da Entwurf, Berechnung und Ausführung von Verpreßpfählen gründliche Kenntnis der Bauart und große Erfahrung erfordern, dürfen damit nur solche Unternehmen und Ingenieure betraut werden, die diese Voraussetzungen erfüllen und eine fachgerechte Ausführung sicherstellen. Als verantwortlicher Bauleiter des Unternehmens darf nur bestimmt werden, wer die Bauart und ihre Ausführung gründlich kennt. Die Arbeiten dürfen nur durch geschulte Bohrmeister, Poliere oder Vorarbeiter, die Verpreßpfähle bereits mit Erfolg hergestellt haben, beaufsichtigt werden. Für die Herstellung der Pfähle ist genügend Bauzeit einzuplanen.

Für Bohrpfähle herkömmlicher Art siehe DIN 4014 Teil 1.

## Inhalt

|                                                                                               | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Anwendungsbereich und Zweck .....                                                           | 2     |
| 2 Bezeichnung .....                                                                           | 2     |
| 3 Begriffe .....                                                                              | 2     |
| 4 Erkundung des Baugrunds .....                                                               | 2     |
| 5 Erkundung bestehender baulicher Anlagen .....                                               | 2     |
| 6 Konstruktion des Einzelpfahls .....                                                         | 2     |
| 7 Herstellung .....                                                                           | 3     |
| 8 Güteprüfung .....                                                                           | 4     |
| 9 Entwurf und Nachweise .....                                                                 | 4     |
| Anhang A. Inhaltsangabe für das Protokoll zum Herstellen von Verpreßpfählen nach DIN 4128 ... | 6     |
| Zitierte Normen und andere Unterlagen .....                                                   | 7     |

Fortsetzung Seite 2 bis 7

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt als Grundlage für die Planung und Herstellung und zur Beurteilung der Tragfähigkeit von nicht vorgespannten Verpreßpfählen (Ortbeton- und Verbundpfähle) mit Schaftdurchmessern kleiner als 300 mm bei kreisförmigen Schaftquerschnitten oder vergleichbaren ähnlichen Querschnittsformen. Die erforderlichen Mindestdurchmesser sind bei Ortbetonpfählen 150 mm, bei Verbundpfählen 100 mm. Die Pfähle werden vertikal oder geneigt hergestellt und in der Regel axial beansprucht. Die Pfähle übertragen ihre Lasten überwiegend über Mantelreibung in den Untergrund, sofern der Pfahl nicht auf Fels aufsteht.

Verpreßpfähle werden für vorübergehende Zwecke, in der Regel nicht länger als 2 Jahre, und für dauernde Zwecke angewendet.

Es gelten die allgemeinen Grundsätze für Pfahlgründungen in DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.

## 2 Bezeichnung

Die Bezeichnung eines Verpreßpfahls (V) lautet:

Verpreßpfahl DIN 4128 – V

## 3 Begriffe

### 3.1 Verpreßpfahl

Der **Verpreßpfahl** ist ein Ortbeton- oder Verbundpfahl, bei dem die Kraftübertragung zum umgebenden Baugrund durch Verpressen mit Beton oder Zementmörtel erreicht wird.

Der **Ortbetonpfahl** hat eine durchgehende Längsbewehrung aus Betonstahl. Er kann mit Beton nach DIN 1045 oder mit Zementmörtel hergestellt werden.

Der **Verbundpfahl** hat ein durchgehendes vorgefertigtes Tragglied aus Stahlbeton oder Stahl. Das Tragglied wird entweder in einen Hohlraum im Baugrund eingestellt oder mit Hilfe eines gegenüber dem Tragglied vergrößerten Fußes, z. B. als Rammverpreßpfahl, in den Boden eingebracht. Der Hohlraum kann dabei bereits vor dem Einbringen des Traggliedes gefüllt sein. Das Verpreßgut umschließt dabei das Tragglied auf ganzer Länge im Baugrund. Die Kraft wird durch Verbund vom Tragglied in das Verpreßgut längs der gesamten oder eines Teils der Pfahllänge übertragen.

### 3.2 Innere und äußere Tragfähigkeit

Die **innere Tragfähigkeit** eines Verpreßpfahls wird durch Versagen der Pfahlbaustoffe bestimmt.

Die **äußere Tragfähigkeit** eines Verpreßpfahls wird durch Versagen des den Pfahl stützenden Baugrunds bestimmt.

### 3.3 Krafteintragungslänge

Die Krafteintragungslänge ist die Teillänge des Pfahlschaftes über die die Pfahlkraft in den Baugrund übertragen wird.

### 3.4 Pfahlschaftdurchmesser

Der Pfahlschaftdurchmesser ist der größte Außendurchmesser des Bohrwerkzeugs, des Bohrrohrs, der Verrohrung oder des Rammshuhs. Bei Herstellung mit Außen-

spülung darf der Pfahlschaftdurchmesser gleich Bohrrohr-Außendurchmesser zuzüglich 20 mm angenommen werden.

### 3.5 Verpressen, Nachverpressen

**Verpressen** ist der Vorgang, bei dem das Verpreßgut unter einem höheren als dem hydrostatischen Druck eingebracht wird. Der Druck kann durch Luftdruck oder Flüssigkeitsdruck auf das Verpreßgut aufgebracht werden.

**Nachverpressen** ist der Vorgang, bei dem eine ein- oder mehrmalige Verpressung nach dem Abbinden oder dem Aushärten der ersten Verpressung durchgeführt wird.

## 4 Erkundung des Baugrunds

Vor Beginn der Pfahlherstellung sind die Schichtenfolge und Beschaffenheit des Baugrunds und die Grundwasser-Verhältnisse nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 3 bis in ausreichende Tiefe unter der Pfahl-sole zu erkunden.

In nichtbindigen Böden sollen die Festigkeitseigenschaften durch Sondierungen (Druck-, Standard-, Ramm- oder Seitendrucksondierungen) und die Korngrößenverteilung der einzelnen Bodenschichten ermittelt werden.

In bindigen Böden sollen die Korngrößenverteilung, die Konsistenzzahl, die einaxiale Druckfestigkeit und die Scherfestigkeit der einzelnen Bodenschichten ermittelt werden.

In Fels und felsartigen Böden sind Aufschluß- und Untersuchungsmethoden zu wählen, die neben der Feststellung der Schichtenfolge, der Gesteinsarten und der Gesteinsfestigkeit auch Rückschlüsse auf die Gebirgsfestigkeit, Wasserdurchlässigkeit und Wasserempfindlichkeit zulassen.

Grundwasser und Baugrund sind auf beton- und andere baustoffschädliche Eigenschaften zu untersuchen, auch gegebenenfalls auf solche, welche die mechanischen Eigenschaften einer stützenden Flüssigkeit beeinträchtigen können.

## 5 Erkundung bestehender baulicher Anlagen

Bereits bei der Planung ist bei Arbeiten an oder in der Nähe von bestehenden baulichen Anlagen deren Tiefenlage, die Breite und die Höhe der Gründungkörper sowie die Art der Konstruktion der verwendeten Baustoffe und deren Festigkeit zu erkunden. Soweit keine Standsicherheitsberechnungen zur Verfügung stehen, sind die Lasten zu ermitteln. Horizontallasten sind dabei besonders zu beachten.

Der bauliche Zustand, insbesondere hinsichtlich Verformungs- und Erschütterungsempfindlichkeit, ist bei der Wahl des Herstellungsverfahrens der Verpreßpfähle zu beachten.

## 6 Konstruktion des Einzelpfahls

### 6.1 Ortbetonpfahl

Ortbetonpfähle sind nach DIN 1045 zu bewehren. Für die Betondeckung der Bewehrung gilt Tabelle 1. Sofern diese Mindestmaße nicht durch das Herstellungsverfahren sichergestellt werden, sind zur zentrischen Führung der Bewehrung Abstandhalter anzuordnen, die auch nach dem Ziehen der Verrohrung bzw. des Bohrrohrs noch eine ausreichende Überdeckung sicherstellen, z. B.

Federkorabstandhalter. Besonders bei Pfählen, die flacher als  $15^\circ$  gegen die Vertikale geneigt sind, sind die Abstandhalter so auszuführen, daß keine Gefahr des Absinkens des Bewehrungskorbes im Frischbeton besteht.

## 6.2 Verbundpfahl

Das Tragglied des Verbundpfahls ist zentrisch anzuordnen, gegebenenfalls mit Hilfe von geeigneten Abstandhaltern (siehe Abschnitt 6.1) und ist über die gesamte Pfahllänge durchzuführen.

Für die Ausbildung von Traggliedern aus Stahlbeton ist DIN 1045 zu beachten.

Bei Traggliedern aus Stahl kann der Querschnitt als runder Vollstab, Rohr oder Profilstahl, ausgebildet sein. Die Ausbildung soll nach DIN 1050 erfolgen. Außer den dort aufgeführten Stählen dürfen auch andere bauaufsichtlich zugelassene Stähle mit einer Nenn-Streckgrenze bis zu  $500 \text{ N/mm}^2$  eingebaut werden. Tragglieder aus Stahl sind auf ganzer Länge gegen Korrosion zu schützen. Für die Betondeckung des Traggliedes gilt Tabelle 1.

## 6.3 Maßnahmen bei aggressivem Baugrund oder Grundwasser

Sind der Baugrund oder das Grundwasser betonangreifend im Sinne von DIN 4030 oder aggressiv im Sinne des DVGW-Arbeitsblattes GW 9, so sind die Angaben der Tabelle 1 zu beachten.

# 7 Herstellung

## 7.1 Herstellung des Hohlraums

Zur Herstellung des Hohlraums für den Verpreßpfahl eignen sich Bohr-, Ramm- und Rüttelverfahren. Zur Förderung des Bohrguts darf mit Innen- und Außenspülung

gearbeitet werden. Das Lösen des Bodens allein mit Spülverfahren ohne Verrohrung ist nicht zulässig. Über die gesamte Länge muß ein standfester Hohlraum von planmäßigem geometrischen Querschnitt hergestellt werden. Das Herstellungsverfahren muß dem anstehenden Baugrund angepaßt sein.

Die Achsabstände der Pfähle im Bereich der Krafteintragungslängen sollen mindestens  $0,80 \text{ m}$  betragen. Diese Mindestachsabstände dürfen unterschritten werden, wenn eine Schädigung der Nachbarpfähle bei der Herstellung ausgeschlossen werden kann.

Flacher als  $15^\circ$  zur Vertikalen geneigte Hohlräume dürfen nur mit Hilfe von ausreichend steifen Bohrrohren oder Verrohrungen hergestellt werden.

Die Pfähle dürfen nicht flacher als  $80^\circ$  zur Vertikalen geneigt sein.

Die Hohlräume sind bezüglich der Lage, Länge und Neigung zu kontrollieren.

Bei ausreichend steifen Bohrrohren bzw. Verrohrungen kann die Neigung in der Regel am obersten Bohrrohr oder der Verrohrung gemessen werden.

Bei Pfahlgruppen ist die Kontrolle der Neigung besonders wichtig.

Abweichend von DIN 4014 Teil 1 dürfen die Stöße der Verrohrung über Innennippel (Innenmuffen) erfolgen, wenn beim Ziehen der Verrohrung Schäden an der Bewehrung oder am Tragglied ausgeschlossen werden können.

Beim Bohren unter dem Grundwasserspiegel muß durch Überdruck der Spül- oder Stützflüssigkeiten verhindert werden, daß Boden in den Hohlraum eintreibt.

Das Bohrloch muß von Bohrrückständen gesäubert werden.

Tabelle 1. Mindestmaße der Betondeckung der Bewehrung bzw. des Stahltraggliedes

| Zeile | Aggressivitätsgrad                                                                                          |                                                                           | Betondeckung <sup>1), 5)</sup><br>in mm |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|       | Betonangriff nach DIN 4030                                                                                  | Zulässige Stahlaggressivität<br>nach DVGW-Arbeitsblatt GW 9               |                                         |
| 1     | nicht angreifend                                                                                            |                                                                           | 30                                      |
| 2     | nicht angreifend, jedoch mit einem Sulfatgehalt, der nach DIN 4030 als schwach angreifend klassifiziert ist | aggressiv, schwach aggressiv oder praktisch nicht aggressiv <sup>4)</sup> | 30 <sup>2)</sup>                        |
| 3     | schwach angreifend                                                                                          |                                                                           | 35 <sup>3)</sup>                        |
| 4     | stark angreifend                                                                                            |                                                                           | 45 <sup>3)</sup>                        |

1) Die Werte gelten für Beton; bei Verwendung von Zementmörtel dürfen die Werte um  $10 \text{ mm}$  vermindert werden.

2) Zur Herstellung des Pfahlschaftes ist ein HS-Zement zu verwenden.

3) Die Pfähle dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn durch ein Gutachten eines Sachverständigen in Fragen der Stahl- und Betonkorrosion bestätigt wird, daß das Dauertragverhalten durch zeitabhängige Verminderung der Mantelreibung nicht beeinträchtigt wird. Anstelle der Erhöhung der Betondeckung dürfen im Bereich außerhalb der Krafteintragungslänge andere Schutzmaßnahmen getroffen werden (siehe DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 13.3), die Betondeckung muß jedoch mindestens Tabelle 1, Zeile 1 entsprechen.

4) Bei Verpreßpfählen für vorübergehende Zwecke dürfen die Pfähle auch in gegenüber Stahl stark aggressiven Böden eingebaut werden, wenn von einem Sachverständigen nachgewiesen wird, daß das Tragverhalten nicht beeinträchtigt wird.

5) Bei Pfählen für vorübergehende Zwecke dürfen die Werte um  $10 \text{ mm}$  verringert werden.

## 7.2 Verpressen

Als Verpreßgut wird Beton oder Zementmörtel verwendet. Beim Herstellen des Schaftes ist ein Verpreßdruck aufzubringen, der im Bereich der Krafteintragungslänge mindestens 5 bar betragen soll.

Der Beton ist nach DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 6.5.2 herzustellen. Abweichend davon muß der Mindestzementgehalt des Betons 500 kg/m<sup>3</sup> betragen. Der Beton muß mindestens der Festigkeitsklasse B 25 entsprechen. Abweichend von DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 6.5.7.1 darf der im Kontraktorverfahren, siehe DIN 4126 Teil 1 (z. Z. Entwurf), eingebrachte Beton unter den Bedingungen für Beton B I hergestellt werden. Wenn Pfähle in injizierbarem oder klüftigem Baugrund verpreßt werden, ist der Zementanteil entsprechend zu erhöhen.

Das Größtkorn der Zuschlagstoffe darf nicht größer als die Hälfte der Betondeckung oder der lichte Abstand der Bewehrungsstäbe sein. Bei Pfählen mit kleinerem Schaftdurchmesser als 200 mm darf der Durchmesser des Größtkorns 8 mm nicht überschreiten.

Bei Verwendung von Zementmörtel sind Stoffe nach DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 6, zu verwenden. In Abweichung von DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 2.1.3.1, darf auf die Zugabe von Betonzuschlag verzichtet werden. Die Druckfestigkeit des Zementmörtels muß mindestens der Festigkeitsklasse B 25 des Betons entsprechen.

Die Verpreßarbeiten in der Krafteintragungslänge müssen unmittelbar nach dem Fertigstellen des Hohlraums erfolgen. Die Einbringung des Verpreßguts ist von der Sohle beginnend nach oben fortschreitend durchzuführen.

Das Verpreßgut muß durch Pumpen über Rohre, Schläuche oder das Bohrgestänge eingebracht werden. Ihre Austrittsöffnung muß beim Ziehen mindestens 3,0 m im Verpreßgut enden.

## 7.3 Nachverpressen

Nachverpressen ist immer dann erforderlich, wenn der Hohlraum nicht nach Abschnitt 7.2, Absatz 1 verpreßt worden ist.

Die Verpreßeinrichtung sollte symmetrisch im Pfahlquerschnitt angeordnet werden. Nachverpreßgut, -drücke und -mengen sind dem Baugrund und den örtlichen Verhältnissen anzupassen. Das Nachverpreßgut ist so zusammenzusetzen, daß Aufsprengungen wieder ausgefüllt werden. Unter Last stehende Pfähle dürfen nicht nachverpreßt werden.

## 7.4 Herstellungsprotokoll

Für alle Verpreßpfähle müssen während des Herstellens Protokolle geführt werden. Die dem verwendeten Pfahltyp entsprechenden Daten sind dabei dem Anhang A zu entnehmen.

## 8 Güteprüfung

Für den Nachweis der Güte der Baustoffe gilt DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 7. Bei Verwendung von Zementmörtel ist abweichend von DIN 1045 der Nachweis der Druckfestigkeit nach DIN 4227 Teil 5 zu führen. Für die Güteprüfungen sind jedoch an je 7 Arbeitstagen, bzw. je Baustelle 2 Serien von 3 Zylindern herzustellen und zu prüfen.

## 9 Entwurf und Nachweise

### 9.1 Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

Die Krafteintragungslänge der Verpreßpfähle muß in ausreichend tragfähigem Baugrund nach DIN 4014 Teil 1, Ausgabe August 1975, Abschnitt 13.1 liegen und soll mindestens 3,0 m betragen. In Fels oder felsähnlichen Böden darf die Krafteintragungslänge angemessen herabgesetzt werden. Sie soll jedoch 0,5 m nicht unterschreiten.

Bei Druckpfählen ist die Mächtigkeit der Bodenschicht darauf zu überprüfen, daß tieferliegende Schichten keine schädlichen Setzungen infolge der Pfahlbelastungen verursachen können.

Bei Verstärkungen bestehender Gründungen dürfen in Abweichung von DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.2.1 die Verpreßpfähle auch zur Übertragung von Teillasten herangezogen werden, wenn die Verträglichkeit des Verformungsverhaltens der beteiligten Gründungselemente berücksichtigt wird.

Die zulässige Pfahlbelastung ist aufgrund von Probebelastungen, welche nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.8 und Anhang durchzuführen sind, festzulegen. Die Probebelastungen sollen mindestens an 2 Pfählen, jedoch wenigstens an 3% aller Pfähle durchgeführt werden. Die Versuche sind dort auszuführen, wo aufgrund von Bodenaufschlüssen das für die Pfahltragfähigkeit ungünstigste Bodenprofil zu erwarten ist, es sei denn, es werden für jedes charakteristische Profil die entsprechenden Probebelastungen vorgenommen.

Bei der Durchführung der Probebelastung ist die Mantelreibung in Bereichen, welche im Gebrauchszustand der Pfahlgründung abgegraben sind, durch konstruktive Maßnahmen auszuschalten. In den Fällen, in denen es erforderlich ist, die Pfahllasten auf eine begrenzte Schaftlänge einzuleiten, sind bei der Probebelastung konstruktive Maßnahmen zu ergreifen, die die Krafteinleitung in anderen Bereichen ausschließen. In Ausnahmefällen darf dieser Mantelreibungsanteil rechnerisch abgeschätzt werden.

Werden Bauwerkspfähle als Probepfähle verwendet, so ist nachzuweisen, daß sie unter der Prüflast keine Einbuße ihrer Tragfähigkeit erleiden.

Die Sicherheit muß mindestens die in Tabelle 2 angegebenen Werte haben. Für die Bestimmung der zulässigen Pfahlbelastung muß vom niedrigsten Versuchswert ausgegangen werden.

Tabelle 2. Sicherheitsbeiwerte  $\eta$  für Verpreßpfähle

| Verpreßpfähle als                                                  |                                     | $\eta$ bei Lastfall nach DIN 1054 |      |     |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------|-----|
|                                                                    |                                     | 1                                 | 2    | 3   |
| Druckpfähle                                                        |                                     | 2,0                               | 1,75 | 1,5 |
| Zugpfähle mit                                                      | 0 bis 45° Abweichung zur Vertikalen | 2,0                               | 1,75 | 1,5 |
|                                                                    | 80° Abweichung zur Vertikalen       | 3,0                               | 2,5  | 2,0 |
| Bei Zugpfählen sind die Werte zwischen 45 und 80° zu interpolieren |                                     |                                   |      |     |



Anmerkung: Nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Tabelle 8 und „Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen“ EAU 1980 – E 26 werden aus statischen und geometrischen Gründen bei Zugpfählen die Sicherheitsbeiwerte  $\eta$  desto niedriger angesetzt, je größer die Abweichung des Zugpfahls zur Vertikalen ist. Demgegenüber werden in dieser Norm die Sicherheitsbeiwerte für als Zugpfähle verwendete Verpreßpfähle wegen der hier in der Regel höheren Ausnutzung der Mantelreibung mit größer werdender Abweichung zur Vertikalen erhöht. Damit soll im Vergleich zu Verpreßankern nach DIN 4125 Teil 1 und Teil 2 wegen des Verzichts auf den Grundsatz der Abnahmeprüfung ein vergleichbares Sicherheitsniveau erhalten werden.

Die Ergebnisse von Zugversuchen an Verpreßpfählen dürfen zur Beurteilung der Tragfähigkeit von Druckpfählen herangezogen werden, wenn die Pfahlkräfte im wesentlichen über die gesamte Länge durch Mantelreibung in den Boden übertragen werden.

Auf die Durchführung von Probelastungen darf verzichtet werden, wenn Ergebnisse von Probelastungen unter vergleichbaren Verhältnissen vorliegen.

Falls im Ausnahmefall keine Probelastungen ausgeführt werden, dürfen die Grenzmantelreibungswerte der Tabelle 3 verwendet werden. Spitzendruck darf zusätzlich nicht in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 3. Grenzmantelreibungswerte für Verpreßpfähle

| Bodenart             | Druckpfähle<br>MN/m <sup>2</sup> | Zugpfähle<br>MN/m <sup>2</sup> |
|----------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Mittel- und Grobkies | 0,20                             | 0,10                           |
| Sand und Kiessand    | 0,15                             | 0,08                           |
| Bindiger Boden       | 0,10                             | 0,05                           |

Die zulässigen Mantelreibungswerte ergeben sich nach Teilung der Grenzmantelreibungswerte nach Tabelle 3 durch den Sicherheitsbeiwert  $\eta$  nach Tabelle 2.

Für Einzelpfähle mit Gesamtlängen bis zu 10 m ohne freistehende Teile sind axiale Pfahlkopfverschiebungen in einer Größenordnung bis 10 mm unter zulässiger Belastung zu erwarten. In diesen Werten sind die elastischen und bleibenden Verschiebungen enthalten.

## 9.2 Innere Tragfähigkeit

Mit Beton hergestellte Ortbetonpfähle sind nach DIN 1045 zu bemessen. Für die Bemessung von Verbundpfählen und nicht DIN 1045 entsprechenden Ortbetonpfählen (z. B. mit Zementmörtel hergestellte Verpreßpfähle) ist der Nachweis der Brauchbarkeit zu führen.

Bei Ortbetonpfählen ist der Nachweis der Beschränkung der Rißbreite nach DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 17.6.2 für eine zu erwartende Rißbreite „sehr gering“ zu führen.

Wenn bei Verbundpfählen Beton oder Zementmörtel als Korrosionsschutz verwendet wird, ist sinngemäß zu verfahren.

Andere Maßnahmen gelten nur dann als Korrosionsschutz, wenn nachgewiesen ist, daß sie bei den gegebenen Beanspruchungen auf Dauer einen dem Beton oder Zementmörtel gleichwertigen Schutz darstellen.

## 9.3 Knicksicherheitsnachweis

Wenn die Scherfestigkeit des undrännierten bindigen Bodens nach DIN 18 137 Teil 1 oder DIN 4096 kleiner als 10 kN/m<sup>2</sup> ist, ist in Ergänzung zu DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.2.10 ein Knicksicherheitsnachweis für einen seitlich nicht gestützten Stab zu führen.

## 9.4 Biegebeanspruchung

Ergänzend zu DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.3.3 ist die Biegebeanspruchung infolge Seitendruck entsprechend den Empfehlungen der DGG „Seitendruck auf Pfähle durch Bewegung von weichen bindigen Böden“ zu berücksichtigen.

Um Biegebeanspruchungen einzelner Pfähle aus ungewollter ausmittiger Belastung zu vermeiden, sind die Pfähle so anzuordnen, daß solche Ausmittigkeiten als unschädlich für den Einzelpfahl angesehen werden können.

Anmerkung: Das bedeutet z. B. die Anordnung von mindestens drei Pfählen unter einer Einzellast oder von zwei Pfahlreihen unter einer Linienlast, es sei denn, andere konstruktive Maßnahmen werden ergriffen.

## 9.5 Standsicherheit und Verformungsverhalten des Gesamtsystems

Die Standsicherheit und das Verformungsverhalten des Gesamtsystems ist nachzuweisen. Es ist dabei sinngemäß nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.2.3 und Abschnitt 5.3 zu verfahren.

Bei Verwendung von Verpreßpfählen für Verankerungen ist DIN 4125 Teil 1, Ausgabe Juni 1972, Abschnitte 5.6 bis 5.8 sinngemäß zu berücksichtigen.

Bei Schwell- und Wechselbeanspruchungen ist neben der üblichen Probelastung zur Ermittlung der Grenzlast die Schwell- und Wechselbelastung des Gebrauchszustandes zu simulieren. Die Anzahl der Lastwechsel im Versuch muß ausreichen, um auf das Abklingen der Verformungszunahme auf Null schließen zu können. Bei Schwellbelastungen darf auf diesen Versuch verzichtet werden, wenn der Schwelllastanteil kleiner als 50% der Gebrauchslast ist.

**Anhang A****Inhaltsangabe für das Protokoll zum Herstellen von Verpreßpfählen nach DIN 4128****1 Allgemeine Angaben für das Bauvorhaben**

- 1.1 Firma
- 1.2 Baustelle
- 1.3 Pfahlplan Nr
- 1.4 Bewehrungsplan Nr
- 1.5 Einbauplan Nr
- 1.6 Beschreibung des Pfahlsystems
- 1.7 Zulassung Nr
- 1.8 Bohrgerät / Ramme
- 1.9 Bohrröhr  $\phi_a / \phi_i$
- 1.10 Krone  $\phi_a$  / Pfahlschuhabmessung
- 1.11 Innennippel
- 1.12 Spülung: Luft / Wasser / Suspension / außen / innen
- 1.13 Einbringung des Verpreßguts mit Schlauch / Rohr / Bohrgestänge
- 1.14 Gerät für Verpressen
- 1.15 Verpressen durch Luft / Flüssigkeit
- 1.16 Festigkeitsklasse des Betons / Zementmörtels
- 1.17 Mischungszusammensetzung
  - 1.17.1 Zement: Art, Festigkeitsklasse, Gewichtsanteil je Volumeneinheit
  - 1.17.2 Zuschlag: Größtkorn, Gewichtsanteil je Volumeneinheit
  - 1.17.3 Zusatzmittel: Art, Gewichtsanteil bezogen auf Zementgewicht
  - 1.17.4 Zusatzstoff: Art, Gewichtsanteil je Volumeneinheit
  - 1.17.5 Wasserzementwert
  - 1.17.6 Ergebnis der Eignungsprüfung
- 1.18 Bewehrungsstoß: Überdeckung / Schweißung / oder Stoß des Traggliebes: Muffe / Spannstift

**2 Pfahldaten für jeden einzelnen Pfahl**

- 2.1 Allgemeines
  - 2.1.1 Pfahlnummer
  - 2.1.2 Pfahldurchmesser
  - 2.1.3 Neigung gegen die Vertikale
  - 2.1.4 Pfahlkopflege zur Bohrebene und Bauwerksnull oder absolut
  - 2.1.5 Pfahllänge
  - 2.1.6 Leerstrecke
  - 2.1.7 Krafteintragungslänge
- 2.2 Schichtenfolge entsprechend DIN 4014 Teil 1, Ausgabe August 1975, Anhang oder Rammberichte entsprechend DIN 4026, Ausgabe August 1975, Anhang
- 2.3 Pfahlbewehrung / Tragglied
  - 2.3.1 Länge des Bewehrungskorbes / Traggliebes
  - 2.3.2 OK des Bewehrungskorbes / Traggliebes bezogen auf Bohrebene und Bauwerksnull oder absolut
  - 2.3.3 Anzahl der Stöße
- 2.4 Verpressen, Nachverpressen
  - 2.4.1 Verpreßdruck in der Krafteintragungslänge (Enddruck an Pumpe)
  - 2.4.2 Verbrauchtes Volumen je Ventil des Verpreßguts
  - 2.4.3 Verbrauchtes Gesamtvolumen des Verpreßguts
- 2.5 Ausführungszeiten
  - 2.5.1 Bohren / Rammen
  - 2.5.2 Bewehren / Einbau Tragglied
  - 2.5.3 Verpressen
  - 2.5.4 Nachverpressen
- 2.6 Bemerkungen / Besonderheiten
- 2.7 Unterschriften
  - 2.7.1 Bohrmeister / Polier / Vorarbeiter
  - 2.7.2 Bauleiter des Unternehmers
  - 2.7.3 Vertreter des Bauherrn
- 2.8 Datum

**Zitierte Normen und andere Unterlagen**

|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 1045                                                                                                                                                                      | Beton- und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung                                                                                                                                          |
| DIN 1050                                                                                                                                                                      | Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung                                                                                                                                   |
| DIN 1054                                                                                                                                                                      | Baugrund; zulässige Belastung des Baugrunds                                                                                                                                              |
| DIN 1080 Teil 1                                                                                                                                                               | Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen; Grundlagen                                                                                                                   |
| DIN 4014 Teil 1                                                                                                                                                               | Bohrpfähle herkömmlicher Bauart; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung                                                                                                          |
| DIN 4026                                                                                                                                                                      | Rammpfähle; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung                                                                                                                               |
| DIN 4030                                                                                                                                                                      | Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase                                                                                                                                     |
| DIN 4096                                                                                                                                                                      | Baugrund; Flügelsondierung, Maße des Gerätes, Arbeitsweise, Auswertung                                                                                                                   |
| DIN 4125 Teil 1                                                                                                                                                               | Erd- und Felsanker; Verpreßanker für vorübergehende Zwecke im Lockergestein; Bemessung, Ausführung und Prüfung                                                                           |
| DIN 4125 Teil 2                                                                                                                                                               | Erd- und Felsanker; Verpreßanker für dauernde Verankerungen (Daueranker) im Lockergestein; Bemessung, Ausführung und Prüfung                                                             |
| DIN 4126 Teil 1                                                                                                                                                               | (z. Z. Entwurf) Schlitzwände; Ortbeton-Schlitzwände; Konstruktion und Ausführung                                                                                                         |
| DIN 4227 Teil 5                                                                                                                                                               | Spannbeton; Einpressen von Zementmörtel in Spannkannäle                                                                                                                                  |
| DIN 18 137 Teil 1                                                                                                                                                             | (Vornorm) Baugrund; Untersuchung von Bodenproben, Bestimmung der Scherfestigkeit, Begriffe und grundsätzliche Versuchsbedingungen                                                        |
| EAU (1980)                                                                                                                                                                    | Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ der Hafenbautechnischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau (1981), 6. Auflage, Verlag Ernst & Sohn |
| DVGW-Arbeitsblatt GW 9                                                                                                                                                        | Merkblatt für die Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Eisen und Stahl im Erdboden; ZfGW-Verlag, Frankfurt am Main                                                                   |
| Empfehlungen des AK 5 der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau (DGEG) „Seitendruck auf Pfähle durch Bewegung von weichen bindigen Böden“, Geotechnik 1978, S. 100 ff. |                                                                                                                                                                                          |
| Zu beziehen bei der DGEG Kronprinzenstraße 35 a, 4300 Essen.                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                          |

**Internationale Patentklassifikation**

E 02 D 5/34



# Kranbahnen Stahltragwerke

Grundsätze für Berechnung,  
bauliche Durchbildung und Ausführung

**DIN**  
**4132**

Crane runways; steel structures; design and construction principles

Chemins de roulement de ponts roulants; structures porteuses en acier; principes pour le calcul, la construction et l'exécution

*Diese Norm wurde im Fachbereich Stahlbau des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.*

Maße in mm

**Inhalt**

|                                                                                                        | Seite    |                                                                                                                                                                        | Seite     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Allgemeine Angaben</b>                                                                            | <b>2</b> | <b>5 Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung</b>                                                                                                       | <b>9</b>  |
| 1.1 Anwendungsbereich                                                                                  | 2        | 5.1 Niet- und Schraubenverbindungen                                                                                                                                    | 9         |
| 1.2 Mitgeltende Normen und Unterlagen                                                                  | 2        | 5.1.1 Niete                                                                                                                                                            | 9         |
| <b>2 Bedingungen aus Kranbetrieb</b>                                                                   | <b>2</b> | 5.1.2 Paßschrauben                                                                                                                                                     | 9         |
| <b>3 Lastannahmen</b>                                                                                  | <b>2</b> | 5.1.3 Rohe Schrauben                                                                                                                                                   | 9         |
| 3.1 Hauptlasten (H)                                                                                    | 2        | 5.1.4 Hochfeste Schrauben                                                                                                                                              | 9         |
| 3.1.1 Ständige Lasten                                                                                  | 2        | 5.1.5 Anordnung der Niete und Schrauben                                                                                                                                | 9         |
| 3.1.2 Verkehrslasten von Kranlaufrädern                                                                | 3        | 5.2 Brenngeschnittene Walzerzeugnisse                                                                                                                                  | 9         |
| 3.1.3 Schwingbeiwerte                                                                                  | 3        | 5.3 Schweißverbindungen                                                                                                                                                | 10        |
| 3.1.4 Radlasten aus mehreren Kranen                                                                    | 3        | 5.3.1 Anforderungen an Betriebe und Fachkräfte                                                                                                                         | 10        |
| 3.2 Zusatzlasten (Z)                                                                                   | 3        | 5.3.2 Nahtarten und Nahtgüten                                                                                                                                          | 10        |
| 3.2.1 Lasten quer zur Fahrbahn                                                                         | 3        | 5.3.3 Bauliche Durchbildung geschweißter Bauteile                                                                                                                      | 10        |
| 3.2.1.1 Kranbahnträger                                                                                 | 3        | 5.3.4 Dicke der mit dem Trägersteg verschweißten Gurtplatten                                                                                                           | 10        |
| 3.2.1.2 Kranbahnunterstützungen und -aufhängungen                                                      | 3        | 5.4 Anschlüsse, Stöße                                                                                                                                                  | 10        |
| 3.2.2 Waagerechte Lasten L längs der Fahrbahn aus Anfahren oder Bremsen von Kranen                     | 3        | 5.4.1 Anzahl der Niete und Schrauben                                                                                                                                   | 10        |
| 3.2.3 Zusatzlasten (Z) aus mehreren Kranen                                                             | 4        | 5.4.2 Mittelbare Deckung                                                                                                                                               | 10        |
| 3.2.4 Verkehrslasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten und Geländern                                   | 4        | 5.4.3 Futterstücke                                                                                                                                                     | 10        |
| 3.2.5 Windlasten                                                                                       | 4        | 5.4.4 Beiwinkel und Beibleche                                                                                                                                          | 10        |
| 3.2.5.1 Lasten infolge Wind auf Krane                                                                  | 4        | 5.4.5 Zusammenwirken von Schweißnähten und anderen Verbindungsmitteln                                                                                                  | 10        |
| 3.2.5.2 Lasten infolge Wind auf Kranbahnen                                                             | 4        | 5.5 Besondere Maßnahmen                                                                                                                                                | 10        |
| 3.2.6 Wärmewirkungen                                                                                   | 4        | 5.5.1 Lasteinleitungen und Kraftumlenkungen                                                                                                                            | 10        |
| 3.2.7 Schneelasten                                                                                     | 4        | 5.5.2 Gurtbiegung aus der Radlasteinleitung                                                                                                                            | 10        |
| 3.3 Sonderlastfälle                                                                                    | 4        | 5.6 Korrosionsschutz                                                                                                                                                   | 10        |
| 3.3.1 Kippen bei Laufkatzen mit Hublastführung                                                         | 4        | 5.7 Anforderungen an die Erstellung der Kranbahnen von Brückenkranen                                                                                                   | 11        |
| 3.3.2 Anprall von Kranen gegen Anschläge — Pufferendkräfte                                             | 4        | 5.7.1 Spurweite                                                                                                                                                        | 11        |
| <b>4 Festigkeitsberechnungen und zulässige Spannungen</b>                                              | <b>5</b> | 5.7.2 Lage der Schiene im Grundriß                                                                                                                                     | 11        |
| 4.1 Berechnungsgrundsätze                                                                              | 5        | 5.7.3 Höhenlage der Schienenoberkante                                                                                                                                  | 11        |
| 4.1.1 Allgemeine Angaben                                                                               | 5        | 5.7.4 Lage der Endanschlüsse                                                                                                                                           | 11        |
| 4.1.2 Spannungen aus der Radlasteinleitung                                                             | 5        | <b>6 Tabellen für die Schweißnahtgüten, die Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle und die zulässigen Spannungen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung</b> | <b>12</b> |
| 4.2 Allgemeiner Spannungsnachweis                                                                      | 6        | 6.1 Schweißnahtgüten (Tabelle 4)                                                                                                                                       | 12        |
| 4.3 Stabilitätsnachweis                                                                                | 6        | 6.2 Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle (Tabellen 5 und 6)                                                                                                | 12        |
| 4.4 Betriebsfestigkeitsuntersuchung                                                                    | 6        | 6.3 Zulässige Spannungen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung                                                                                                       | 19        |
| 4.4.1 Allgemeine Angaben                                                                               | 6        | 6.3.1 Zulässige Spannungen für St 37 (Tabellen 7 bis 12)                                                                                                               | 19        |
| 4.4.2 Berechnung nach Beanspruchungsgruppen                                                            | 6        | 6.3.2 Zulässige Spannungen für St 52 (Tabellen 13 bis 18)                                                                                                              | 25        |
| 4.4.3 Spannungsnachweise                                                                               | 6        | 6.4 Angaben des Bauherrn (Tabelle 19)                                                                                                                                  | 31        |
| 4.4.4 Zwängungsspannungen in Fachwerkträgern                                                           | 7        |                                                                                                                                                                        |           |
| 4.4.5 Zulässige Spannungen zu $\sigma_{Be}$ , zu $\tau_{Be}$ , zu $\tau_{a, Be}$ , zu $\sigma_{1, Be}$ | 7        |                                                                                                                                                                        |           |
| 4.5 Zulässige Kräfte und zulässige Spannungen bei Anwendung hochfester Schrauben                       | 9        |                                                                                                                                                                        |           |
| 4.5.1 SLP-Verbindungen                                                                                 | 9        |                                                                                                                                                                        |           |

Fortsetzung Seite 2 bis 32

## 1 Allgemeine Angaben

Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung von Stahltragwerken für Kranbahnen erfordern gründliche Fachkenntnisse. Daher dürfen mit diesen Arbeiten nur solche Ingenieure und Betriebe beauftragt werden, die diese Kenntnisse haben und Gewähr für eine sorgfältige Durchführung bieten. Für die Ausführung geschweißter Tragwerke müssen Fachkräfte und Betriebe die besonderen Anforderungen nach Abschnitt 5.3.1 erfüllen.

Von den Bestimmungen dieser Norm darf in Ausnahmefällen abgewichen werden, wenn dies durch rechnerische Nachweise, gegebenenfalls auch durch entsprechende Versuche, begründet und von der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle anerkannt ist.

Wegen der Streuungen in den Versuchswerten für die Festigkeiten unter häufig wiederholter Beanspruchung und wegen möglicher Ungenauigkeiten in der Vorausbeurteilung des Kranbetriebes ist eine Überprüfung der Kranbahnen auf Anrisse erforderlich. Sie ist in geeigneten Zeitabständen vom Betreiber der Kranbahn (oder seinem Beauftragten) durchzuführen. Der Hersteller hat den Bauherrn bei der Übergabe der Kranbahnen auf die Notwendigkeit dieser späteren Überprüfungen hinzuweisen.

### 1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für Stahltragwerke von Kranbahnen aller Art, hierzu gehören auch Bahnträger für Einschienen-Unterflansch-Laufkatzen sowie fest oder pendelnd aufgehängte Bahnträger für Hängekrane (Deckenkrane). Die Norm ergänzt, erweitert oder beschränkt die hierfür als Grundnorm dienende DIN 1050 sowie die nur auf Tragwerke mit vorwiegend ruhenden Lasten anwendbare DIN 4100 und behandelt auch die für Kranbahnen zu führende Betriebsfestigkeitsuntersuchung. Ebenso wird DIN 1000 als Grundnorm benutzt.

### 1.2 Mitgeltende Normen und Unterlagen

Die nachstehend genannten Normen\*\*) und Richtlinien sind zu beachten, soweit in dieser Norm nichts anderes bestimmt ist:

|                     |                                                                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 1000            | Stahlbauten; Ausführung                                                                         |
| DIN 1050            | Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung                                          |
| DIN 1055 Teil 1     | Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel    |
| DIN 1055 Teil 3     | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten                                                         |
| DIN 1055 Teil 4     | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke        |
| DIN 1055 Teil 5     | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Schneelast und Eislust                                 |
| DIN 4100            | Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung |
| DIN 4114 Teil 1     | Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen; Vorschriften    |
| DIN 4114 Teil 2     | Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen; Richtlinien     |
| DAST-Richtlinie 008 | Richtlinien zur Anwendung des Traglastverfahrens im Stahlbau *)                                 |
| DAST-Richtlinie 010 | Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau *)                                                   |

Weitere Normen und Richtlinien, auf die im Text hingewiesen wird, sind auf Seite 32 zusammengestellt.

## 2 Bedingungen aus Kranbetrieb

Die Berechnung richtet sich nach Art und Anzahl der verkehrenden Krane. Die verschiedenen Kranarten sind in DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, eingestuft

- nach den Hubmöglichkeiten in Hubklassen H 1, H 2, H 3, H 4 (siehe dort Tabelle 23),
- nach den Spannungsspielbereichen und Spannungskollektiven in Beanspruchungsgruppen B 1, B 2, B 3, B 4, B 5 und B 6 (siehe dort Tabellen 14 und 23).

Verkehrt ein Kran mit zwei verschiedenen Nutzlasten unter abweichenden Betriebsbedingungen nach DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Tabelle 23, so sind für beide Fälle die Nachweise nach Abschnitt 4 zu führen.

Besondere Betriebsverhältnisse, so z. B. das planmäßige Zusammenarbeiten zweier Krane als Kranpaar, sind zu berücksichtigen (siehe Abschnitte 3.1.4 und 3.2.3).

Günstigere Betriebsbedingungen oder Hublasten für einzelne Kranbahnabschnitte nach Angaben und Gewährleistung des Bauherrn dürfen entsprechend berücksichtigt werden. Die zu berücksichtigenden Einflüsse, Bedingungen und Verhältnisse sind vom Bauherrn verbindlich anzugeben (siehe Abschnitt 6.4, Tabelle 19). Diese Angaben sind in die Festigkeitsberechnung als Bestandteil aufzunehmen. Nachträgliche Änderungen bedingen neue Untersuchungen.

Es wird vorausgesetzt, daß die vom Bauherrn und Kranhersteller vereinbarten Herstellungstoleranzen der Krane eingehalten werden. Zum Beispiel müssen bei Brückenkränen die Achsen der Laufräder innerhalb der tolerierten Grenzen parallel zueinander sein und auf jeder Seite für sich in einer Höhe liegen.

## 3 Lastannahmen

Die Hauptlasten bilden den Lastfall H, die Haupt- und Zusatzlasten zusammen den Lastfall HZ.

### 3.1 Hauptlasten (H)

Hauptlasten sind die ständigen Lasten nach DIN 1055 Teil 1, die Verkehrslasten von Kranlaufträdern einschließlich Schwingwirkungen und in besonderen Fällen die waagerechten Seitenlasten infolge der „Massenkräfte aus Antrieben“ (siehe Abschnitt 3.2.1.1), wenn diese in einem bestimmten Kranbahnbereich bedingt durch den Kranbetrieb nach Angaben des Bauherrn (Tabelle 19) regelmäßig wiederholt auftreten.

Wegen Einschränkungen für Verkehrslasten aus den Kranlaufträdern siehe Abschnitt 3.2.3.1, wegen Behandlung der Schneelasten als Hauptlasten siehe Abschnitt 3.2.7, 2. Absatz.

Bei gekrümmten Kranbahnen, die von Einschienenkatzen befahren werden (Katzbahnen), sind die auftretenden Fliehkräfte als Hauptlasten zu berücksichtigen.

#### 3.1.1 Ständige Lasten

Über DIN 1055 Teil 3 hinaus gehören hierzu auch ständige Wirkungen von planmäßigen Änderungen der Stützbedingungen, Vorspannungen<sup>1)</sup> und ungewollte Änderungen der Stützbedingungen, falls die planmäßigen nicht wieder hergestellt werden. Bei Tragsicherheitsnachweisen nach Abschnitt 4.1.1, Absatz 4, bleiben diese Einflüsse laut DAST-Richtlinie 008, Abschnitt 3, unberücksichtigt.

<sup>1)</sup> Im Falle von Vorspannungen ist ein Tragsicherheitsnachweis zu führen. Die künftige Grundnorm DIN 18 800 wird hierzu voraussichtlich Regelungen enthalten.

<sup>\*)</sup> Zu beziehen durch Deutscher Stahlbauverlag, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1

<sup>\*\*)</sup> Für Teile von Normen wird die Bezeichnung „Teil“ verwendet, auch wenn die derzeit vorliegende, hier zitierte Ausgabe noch die Bezeichnung „Blatt“ trägt.

### 3.1.2 Verkehrslasten von Kranlaufrädern

Es sind die ungünstigsten Radlasten aus ständiger Last und Hublast der planmäßig verkehrenden Krane in ungünstigster Stellung anzusetzen. Ohne Hublast ist zu rechnen, falls dies ungünstiger ist.

Bei den Beanspruchungsgruppen B1 bis B3 dürfen die Radlasten von Rädern auf Schienen als planmäßig in Schienenkopfmittle angreifend angenommen werden, sofern für besondere Betriebsbedingungen vom Bauherrn nichts anderes festgelegt ist. Bei den Beanspruchungsgruppen B4 bis B6 ist im allgemeinen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung ein außermittiger Lastangriff von  $\pm 1/4$  der Schienenkopfbreite anzunehmen.

### 3.1.3 Schwingbeiwerte

Wegen der Schwingwirkungen in der Kranbahn beim Kran- und Katzfahren sowie beim Anheben und Absetzen der Nutzlasten sind die Radlasten mit dem Schwingbeiwert  $\varphi$  zu vervielfachen. Seine Größe richtet sich nach den Hubklassen H1 bis H4 des Krans und ist für Kranbahnträger und deren Unterstützungen oder Aufhängungen<sup>2)</sup> aus der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1. Schwingbeiwerte  $\varphi$

| Bauteil                           | Hubklasse des Krans |     |     |     |
|-----------------------------------|---------------------|-----|-----|-----|
|                                   | H 1                 | H 2 | H 3 | H 4 |
| Träger                            | 1,1                 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| Unterstützungen oder Aufhängungen | 1,0                 | 1,1 | 1,2 | 1,3 |

Bei der Berechnung von Spannungen aus dem gleichzeitigen Wirken mehrerer Krane ist für den Kran mit dem größten Wert  $\varphi \cdot R$  mit dessen Schwingbeiwert und für die übrigen mit dem Schwingbeiwert der Hubklasse H1 zu rechnen. Ohne Schwingbeiwert sind stets zu berechnen:

Grundbauten, Bodenpressungen, Formänderungen, Stand-sicherheit (siehe auch Abschnitte 3.3.1, 3.3.2 und 4.6).

### 3.1.4 Radlasten aus mehreren Kranen

Zwei Krane gleicher oder verschiedener Bauart, die nach Angaben des Bauherrn vorwiegend als Kranpaar planmäßig zusammenarbeiten, sind wie ein Kran zu behandeln.

Im übrigen sind im Lastfall H Radlasten – jeweils in ungünstigster Stellung – von höchstens

- a) 2 Kranen je Kranbahn
- b) 3 Kranen je Hallenschiff oder  
3 Kranen in mehrschiffigen Bauten  
(jeweils unter Beachtung der Bedingung a)) anzusetzen.

Sollen weitere Krane berücksichtigt werden, so ist dies besonders zu vereinbaren.

Angaben über anzusetzende lotrechte Lasten weiterer Krane als Zusatzlasten siehe Abschnitt 3.2.3.1.

## 3.2 Zusatzlasten (Z)

### 3.2.1 Lasten quer zur Fahrbahn

#### 3.2.1.1 Kranbahnträger

Waagerechte Seitenlasten  $H_M$  infolge der „Massenkräfte aus Antrieben“ oder Seitenlasten  $H_S$  und  $S$  als „Kräfte aus Schräglaufl“<sup>3)</sup> sind entsprechend DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitte 4.1.5 und 4.2.2, je für sich in ungünstigster Größe und Richtung auf die Kranbahn anzusetzen; sie sind vom Bauherrn (Tabelle 19) anzugeben. Die mögliche Überlagerung von Seitenlasten aus den beiden vorgenannten Einflüssen ist durch einen Zuschlag von 10 % zu den Seitenlasten  $H_S$  und  $S$  zu berücksichtigen, sofern kein genauerer Nachweis für diese Überlagerung erfolgt. Der Zuschlag darf entfallen, wenn der größte mögliche

Kraftschlußbeiwert  $f = 0,3$  (DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Tabelle 3) angesetzt wird.

Bezüglich eines Ansatzes der Seitenlasten  $H_M$  als Hauptlasten siehe Abschnitt 3.1. Auch in diesem Falle sind entweder die Lasten  $H_M$  oder  $H_S$  und  $S$  wie vorstehend anzusetzen.

Die Schräglauflkraft  $S$  geht aus von dem in Fahrtrichtung vordersten formschlüssigen Führungsmittel<sup>3)</sup>; der Angriff der Horizontallasten  $H_S$  und  $H_M$  wird in den Aufstandsflächen der Laufräder angenommen<sup>3)</sup>.

Die Seitenlasten  $H_M$  sind (ebenso wie die Seitenlasten  $H_S$ ) auf die seitlich fest gelagerten Räder der Laufradpaare, an denen sie wirken, unter Berücksichtigung der exzentrischen Lage des Massenschwerpunktes des Krans zu verteilen, sofern kein genauerer Nachweis erfolgt.

Bei festen Kranbahnträgern für Hängekrane sind waagerechte Seitenlasten in den Radaufstandsflächen in der Größe von  $1/10$  der größten lotrechten Radlasten (ohne Schwingbeiwert) zu berücksichtigen, sofern kein genauerer Nachweis geführt wird. Dies gilt auch für Seitenlasten bei pendelnd aufgehängten Kranbahnen.

Bei festen Kranbahnträgern, die von Unterflanschlaufkatzen befahren werden (Katzbahnträger), sind waagerechte Seitenlasten in den Radaufstandsflächen in der Größe von  $1/10$  der größten lotrechten Radlasten (ohne Schwingbeiwert) zu berücksichtigen; dies gilt auch für gekrümmte Kranbahnträgerbereiche. Ohne genaueren Nachweis gilt dies ferner für pendelnd aufgehängte Katzbahnträger.

Bei Verkehr von mehreren Kranen sind jeweils nur die für den Kranbahnträger ungünstigsten waagerechten Seitenlasten von einem Kran zu berücksichtigen.

#### 3.2.1.2 Kranbahnunterstützungen und -aufhängungen

Für Bauteile, die Seitenlasten aus Kranbahnen vom Anschluß der Kranbahnträger oder Horizontalträger an die Kranbahnunterstützungen oder -aufhängungen bis in die Fundamente weiterzuleiten haben, sind diese Lasten ebenfalls nach Abschnitt 3.2.1.1 anzunehmen.

### 3.2.2 Waagerechte Lasten L längs der Fahrbahn aus Anfahren oder Bremsen von Kranen (siehe auch Abschnitt 3.2.3.3)

Waagerechte Lasten längs der Fahrbahn entstehen beim Anfahren oder Bremsen.

Die längs einer Schiene in Höhe Schienenoberkante (SO) wirkende waagerechte Last ist für die zu berücksichtigenden Krane (siehe Abschnitt 3.2.3.3) in der Größe

$$L = 1,5 \cdot f \cdot \Sigma R_{KRB} \quad (1)$$

anzunehmen.

Dabei bedeutet:

- $f$  Reibungsbeiwert, bei Stahl auf Stahl  $f = 0,2$
- $\Sigma R_{KRB}$  bei Kranen mit Einzelantrieb die Summe der kleinsten und bei Kranen mit Zentralantrieb die Summe der größten ruhenden Lasten aller angetriebenen oder gebremsten Räder des unbelasteten Krans auf einer Fahrbahnseite.

Diese Lasten in Längsrichtung sind bei anderen Werkstoffpaarungen als Stahl auf Stahl entsprechend zu berücksichtigen.

Minderungen der Längskräfte bei pendelnd aufgehängten Kranbahnen dürfen berücksichtigt werden, sofern sie nachgewiesen werden.

<sup>2)</sup> Das sind die Bauteile, die die Lasten von der Kranbahn bis in die Fundamente weiterzuleiten haben.

<sup>3)</sup> Siehe Beiblatt 1 zu DIN 4132, zu Abschnitt 3.2.1.1, Bilder 4 und 5

**3.2.3 Zusatzlasten (Z) aus mehreren Kranen**

Zwei Krane gleicher oder verschiedener Bauart, die nach Angaben des Bauherrn vorwiegend als Kranpaar planmäßig zusammenarbeiten, sind wie ein Kran zu behandeln.

**3.2.3.1 Verkehrslasten von Kranlaufrädern**

Über die Bestimmungen des Abschnittes 3.1.4 hinaus sind Radlasten weiterer Krane als Zusatzlasten zu berücksichtigen. Anzusetzen sind im Lastfall HZ insgesamt Radlasten mit Schwingbeiwert  $\varphi$  nach Abschnitt 3.1.3 je in ungünstigster Stellung von höchstens

- a) 3 Kranen je Kranbahn,
- b) 4 Kranen je Hallenschiff  
(unter Beachtung der vorgenannten Bedingung), und
- c) 6 Kranen in mehrschiffigen Bauten  
(unter Beachtung der vorgenannten Bedingungen).

Sollen weitere Krane berücksichtigt werden, so ist dies besonders zu vereinbaren.

**3.2.3.2 Lasten quer zur Fahrbahn**

Die Wirkungen von Lasten quer zur Fahrbahn auf Kranbahnunterstützungen und -aufhängungen nach Abschnitt 3.2.1.2 sind in jeweils ungünstigster Stellung zu berücksichtigen von höchstens

- 2 Kranen je Kranbahn
- 2 übereinander laufenden Kranen je Hallenschiff und
- 4 Kranen in mehrschiffigen Bauten  
(unter Beachtung der vorgenannten Bedingungen).

Der zweite Kran je Kranbahn braucht nur angesetzt zu werden, wenn er zum Heben besonders schwerer Lasten mit dem ersten zusammenwirkt und sich bei seiner Berücksichtigung ungünstigere Seitenlasten ergeben.

**3.2.3.3 Lasten in Richtung der Kranbahn**

Die Wirkung von Lasten in Richtung der Kranbahnen nach Abschnitt 3.2.2 ist von höchstens zwei ungünstigsten Kranen anzunehmen oder, wenn ungünstiger, Kippkräfte nach Abschnitt 3.3.1 oder Anprallkräfte nach Abschnitt 3.3.2 von jeweils nur einem ungünstigsten Kran.

**3.2.4 Verkehrslasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten und Geländern**

Auf Laufstegen, Treppen und Podesten ist im allgemeinen eine wandernde Einzellast von 3000 N bei einer Aufstandsfläche von 30 cm × 30 cm anzunehmen. Sofern sie selten und nur ohne Traglasten begangen werden (Zugänge zu Schmierstellen), darf die Einzellast auf 1500 N ermäßigt werden.

Für Geländer ist eine wandernde, waagrecht am Geländerholm nach außen oder innen wirkende Einzellast von 300 N anzunehmen.

Diese Lasten dürfen bei allen durch Verkehrslasten nach Abschnitt 3.1.2 beanspruchten Bauteilen außer acht gelassen werden.

**3.2.5 Windlasten**

Windlasten brauchen nicht berücksichtigt zu werden, wenn sie offensichtlich nicht maßgebend sind; anderenfalls ist eine mögliche Windwirkung auf Krane und Kranbahnen für die beiden Fälle „Krane in Betrieb“ und „Krane außer Betrieb“ zu berücksichtigen.

**3.2.5.1 Lasten infolge Wind auf Krane**

Die Radlasten der Krane (gegebenenfalls auch Lasten von Kippsicherungen) infolge Wind sind vom Bauherrn unter Beachtung von DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.2.1, anzugeben.

**3.2.5.2 Lasten infolge Wind auf Kranbahnen**

Für „Krane in Betrieb“ ist der Staudruck auf die Kranbahn in der Regel mit  $q = 250 \text{ N/m}^2$  anzunehmen. Für „Krane außer Betrieb“ ist der Staudruck nach DIN 1055 Teil 4 anzusetzen.

**3.2.6 Wärmewirkungen**

Wirkungen von Temperaturschwankungen sind gegebenenfalls zu berücksichtigen, wobei im Freien im allgemeinen als Temperaturgrenzen anzunehmen sind:  $-25^\circ\text{C}$  und  $+45^\circ\text{C}$  bei einer Mitteltemperatur von  $+10^\circ\text{C}$ . Ungleiche Erwärmungen im Freien brauchen im allgemeinen nicht berücksichtigt zu werden. Betrieblich bedingte Temperaturschwankungen sowie ungleiche Erwärmungen sind vom Bauherrn anzugeben.

**3.2.7 Schneelasten**

Schneelasten auf Kranbahnen sind auch im Freien im allgemeinen nicht anzunehmen.

Schneelasten von Dächern nach DIN 1055 Teil 5 sind beim Zusammenwirken mit Kranlasten, z. B. in Kranbahnunterstützungen<sup>2)</sup>, als Zusatzlasten, ohne solche Mitwirkung jedoch nach DIN 1050 als Hauptlasten anzunehmen.

**3.3 Sonderlastfälle (siehe auch Abschnitt 3.2.3.3)****3.3.1 Kippen bei Laufkatzen mit Hublastführung**

Die durch Kippen von Laufkatzen mit Hublastführung beim Fahren gegen Hindernisse auftretenden, gegenüber Abschnitt 3.1.2 veränderten Radlasten sind vom Bauherrn anzugeben (siehe DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.3.1) und ohne Schwingbeiwert ( $\varphi = 1$ ) zu berücksichtigen. Außerdem sind nur die ständigen Lasten nach Abschnitt 3.1.1 anzusetzen.

Es sind die zulässigen Spannungen und Sicherheiten des Lastfalles HZ anzuwenden.

**3.3.2 Anprall von Kranen gegen Anschläge – Pufferendkräfte**

Die Anprallkräfte von Kranen beim Fahren gegen Anschläge der Kranbahn sind nach Größe und Angriffsort (Höhe über SO) vom Bauherrn nach DIN 15018 anzugeben und für die betroffenen Bauteile (Träger, Verbände, Portale, Anschläge und Puffer) zu berücksichtigen. Außerdem sind nur noch die Hauptlasten nach Abschnitt 3.1, aber keine Schwingwirkung ( $\varphi = 1$ ) und keine anderen waagrecht angreifenden Zusatzlasten nach Abschnitt 3.2 anzunehmen. Bei mehreren Kranbahnen in ein- und mehrschiffigen Bauten braucht nur der Anprall des jeweils ungünstigsten Kranes berücksichtigt zu werden.

Als zulässige Spannungen sind die 1,1fachen Werte und als Sicherheiten die 0,9fachen Werte des Lastfalles HZ anzuwenden<sup>4)</sup>.

<sup>2)</sup> Siehe Seite 3

<sup>4)</sup> Siehe Beiblatt 1 zu DIN 4132, zu Abschnitt 3.3.2



## 4 Festigkeitsberechnungen und zulässige Spannungen

### 4.1 Berechnungsgrundsätze

#### 4.1.1 Allgemeine Angaben

Es dürfen im allgemeinen nur die Baustähle der Stahlsorten St 37 und St 52 nach DIN 17 100 und andere diesen zuzuordnende Baustähle (vgl. DIN 4100) verwendet werden. Angeschweißte Kranschinen aus anderen Stahlsorten als den in DIN 4100 angegebenen dürfen nicht als mittragend angenommen werden. St 33 darf nur für Teile Verwendung finden, für die eine Betriebsfestigkeitsuntersuchung nach Abschnitt 4.4.1 nicht erforderlich ist.

Für sämtliche Bauteile und wesentliche Verbindungen sind die nach den Abschnitten 4.2 bis 4.7 geforderten Nachweise und Untersuchungen zu erbringen. Die Berechnungsverfahren sind freigestellt, soweit sie dieser Norm nicht widersprechen.

Über die Festlegungen von DIN 1050 und DIN 4100 hinaus ist wegen der häufig wiederholten schwellenden oder wechselnden Spannungen während der Verwendungsdauer der Kranbahn die Betriebsfestigkeit nach Abschnitt 4.4 zu untersuchen. Die Ermittlung von Spannungen nach DIN 1050, Ausgabe Juni 1968, Abschnitt 5.3.3, ist dabei nicht zulässig.

Anstatt des Allgemeinen Spannungsnachweises nach Abschnitt 4.2 kann der Tragsicherheitsnachweis nach der

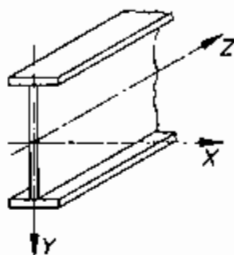


Bild 1. Koordinatensystem für die Bezeichnung der Spannungen

DAST-Richtlinie 008 geführt werden, jedoch ist zusätzlich nachzuweisen, daß unter den Gebrauchslasten die Streckgrenze nicht überschritten wird.

#### 4.1.2 Spannungen aus der Radlasteinleitung

Der Bezeichnung der Spannungen ist das Koordinatensystem nach Bild 1 zugrunde gelegt.

Die Spannungen am oberen Stegblechrand aus der Radlasteinleitung sind durch Überstreichen gekennzeichnet, z. B.  $\bar{\sigma}_y$ .

Für die befahrenen Gurtungen sind die folgenden Spannungen zu berücksichtigen:

- beim Allgemeinen Spannungsnachweis und bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung:

Druckspannungen, gegebenenfalls Zugspannungen,  $\bar{\sigma}_y$  am belasteten Stegblechrand und im Gurtanschluß,

- bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung als zusätzliche Spannungen am belasteten Stegblechrand und im Gurtanschluß:

Schub  $\bar{\tau}_{yz}$  sowie wesentliche Spannungen aus Stegblechbiegung bei Gurttorsion.

Wegen Normal- und Schubspannungen aus Gurtbiegung in Querrichtung (z. B. durch die Lastenleitung über die Breite des Schienenfußes) sowie Schub- und Scherspannungen in den Verbindungsmitteln zwischen mehreren Gurtteilen siehe Abschnitt 5.5.2.

Wenn kein genauere Nachweis geführt wird, darf zur Berechnung der Spannungen  $\bar{\sigma}_y$  bei unmittelbarer Lagerung der Schiene auf dem Gurt nach Bild 2 die Verteilung der einzelnen Radlast auf die Länge  $2h + 50$  mm gleichmäßig angenommen werden. Für diese ist der größte Wert  $\varphi \cdot R$  aus Eigen- und Hublast des Krans bei ungünstigster Katzzstellung anzusetzen und als Höhe  $h$ , bezogen auf die Oberkante der Schiene, für die Untersuchung

des Steges und der Halsnaht:

der Abstand bis zur Unterkante des Gurtes (siehe Bild 2a, 2b),

des Steges bei Walzträgern:

der Abstand bis zur Unterkante des Flanschansatzes (siehe Bild 2 c).

Die Spannung  $\sigma_y$  in der Höhe der Längsnaht nach Bild 2 d darf sinngemäß berechnet werden.

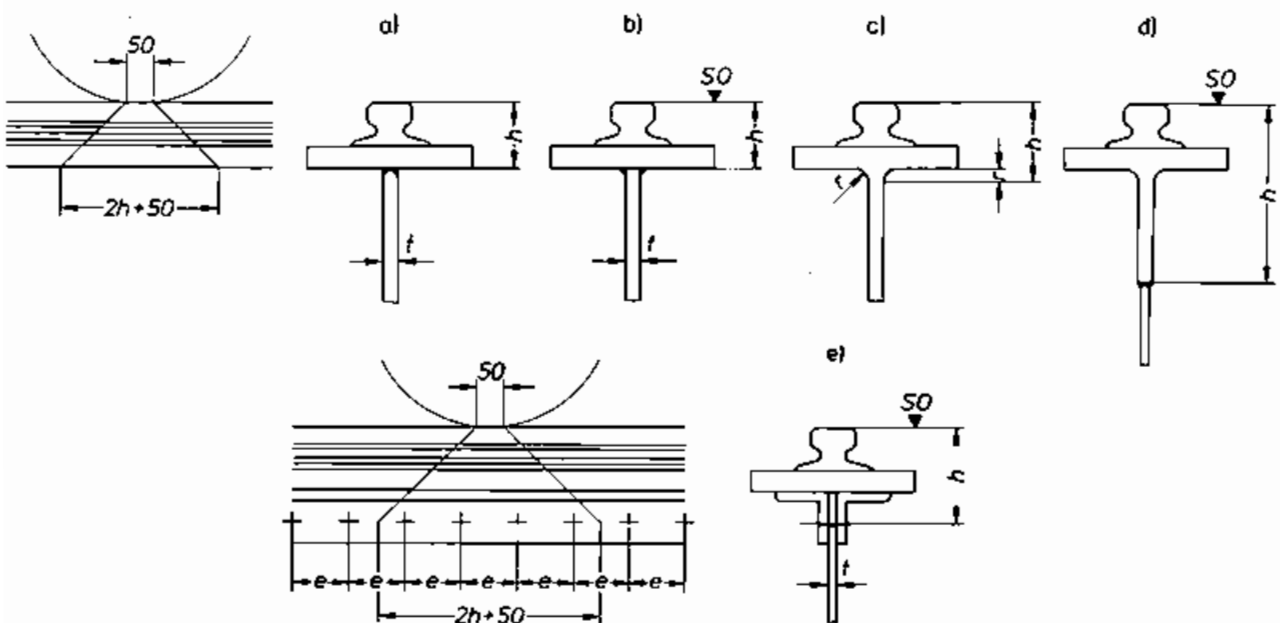


Bild 2. Höhe  $h$  für die Bestimmung von  $\bar{\sigma}_y$

Die Schubspannung  $\bar{\tau}_{yz}$  darf zu

$$\bar{\tau}_{yz} = 0,2 \bar{\sigma}_y \quad (2)$$

angenommen werden.

Bei Anordnung einer elastischen Schienenunterlage dürfen die Spannungen  $\bar{\sigma}_y$  und  $\bar{\tau}_{yz}$  abgemindert werden<sup>5)</sup>. Die veränderte Querverteilung der Auflagerpressung unter der Schiene ist bei der Gurtbiegung in Querrichtung zu berücksichtigen.

Für Halskehlnähte (siehe Bild 2 b) darf eine Kontaktwirkung zwischen Gurt und Steg nicht in Rechnung gestellt werden. In Halsnieten und Halsschrauben braucht die Radlast nicht berücksichtigt zu werden, wenn bei bearbeitetem Stegblechrand ein saftiges Aufliegen des Gurtbleches über die ganze Länge zuverlässig gewährleistet ist. Andernfalls ergibt sich die auf einen Schaft entfallende Last zu

$$N = \varphi R \frac{e}{2h + 50} \quad (3)$$

Die Maße  $e$  und  $h$  sind nach Bild 2 e anzusetzen.

Wenn Bauteile und Verbindungsmittel, die einer Abnutzung oder Schädigung ausgesetzt sind, so ausgebildet und angeordnet werden, daß sie erneuert werden können, dürfen mit dem Bauherrn im Einvernehmen mit der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle erleichternde Bestimmungen vereinbart werden. Das setzt voraus, daß der Zustand der Kranbahn häufiger untersucht wird und ihre Standsicherheit gemäß dem Allgemeinen Spannungsnachweis stets gewährleistet bleibt.

Die durch Einleitung der vertikalen und horizontalen Radlasten von Hängekranen oder Laufkatzen in den Unterflansch der Bahnträger auftretenden Spannungen, z. B. aus der Flanschbiegung, sind bei den Nachweisen zu berücksichtigen.

## 4.2 Allgemeiner Spannungsnachweis

Der Allgemeine Spannungsnachweis ist mit den zulässigen Spannungen nach DIN 1050 und DIN 4100 zu führen, außer für den Sonderlastfall nach Abschnitt 3.3.2.

Bei gleichzeitigem Wirken von Normal- und Schubspannungen dürfen diese Spannungen je für sich die zulässigen Werte nicht überschreiten. Ferner ist die zusammengesetzte Beanspruchung nach DIN 1050, Ausgabe Juni 1968, Abschnitt 6.2, und DIN 4100, Ausgabe Dezember 1968, Abschnitt 3.4, nachzuweisen.

Wegen Führung des Tragsicherheitsnachweises anstelle des Allgemeinen Spannungsnachweises siehe Abschnitt 4.1.1.

## 4.3 Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis ist nach DIN 4114 mit den zulässigen Spannungen nach DIN 1050 zu führen, siehe jedoch Abschnitt 3.3.2.

Der Lastfall H entspricht dem Belastungsfall 1, der Lastfall HZ dem Belastungsfall 2 in DIN 4114.

Die Beulsicherheit von Stegen unter Radlasten ist nachzuweisen.

Wird anstelle des Allgemeinen Spannungsnachweises ein Tragsicherheitsnachweis nach der DAST-Richtlinie 008 geführt, so müssen die dort geforderten Stabilitätsnachweise erbracht werden.

## 4.4 Betriebsfestigkeitsuntersuchung

### 4.4.1 Allgemeine Angaben

Die Betriebsfestigkeitsuntersuchung ist nur im Lastfall H nach Abschnitt 3 (jedoch nicht für die Hauptlasten nach DIN 1050, Ausgabe Juni 1968, Abschnitt 4.12, letzter Satz) für Bauteile und Verbindungsmittel durchzuführen, und

zwar unter Beachtung der Abschnitte 4.1.1 und 4.1.2. Sie darf für Unterstützungen und Aufhängungen<sup>2)</sup> entfallen, wenn sie offensichtlich nicht maßgebend ist. Sie entfällt ferner bei Verkehr von nur einem Kran, der unterhalb der Beanspruchungsgruppe B 1 einzustufen ist, sofern die von ihm hervorgerufenen Spannungen nur ein Spannungsspiel je Kranüberfahrt durchlaufen.

Die hierbei zulässigen Spannungen nach Abschnitt 4.4.5 hängen ab von

- a) der verwendeten **Stahlsorte**,
- b) den **Beanspruchungsgruppen**, nach denen die Kranbahn in Abhängigkeit von den verkehrenden Kranen zu untersuchen ist (siehe Abschnitt 4.4.2),
- c) dem **Kerbfall**, der den Grad der Kerbwirkung berücksichtigt; für wichtige und häufige Bauformen und Verbindungen siehe Tabellen 5 und 6,
- d) dem **Spannungsverhältnis**  $x$ , das ist das Verhältnis der Unterspannung ( $\sigma_u, \tau_u$ ) zu der Oberspannung (max.  $\sigma_o$ , max.  $\tau_o$ ). Die Oberspannung ist die (dem Betrage nach) größte Spannung; als Unterspannung ist der Wert einzusetzen, der das algebraisch kleinste  $x$  ergibt.

$$x_\sigma = \frac{\sigma_u}{\max. \sigma_o}, \quad x_\tau = \frac{\tau_u}{\max. \tau_o}$$

Bei Untersuchungen mit der Summenformel (4) ist  $x$  für jedes zu einem Summanden gehörige Teilkollektiv gesondert zu bestimmen.

### 4.4.2 Berechnung nach Beanspruchungsgruppen

- a) Für die Spannungen max.  $\sigma$ , die ein einzeln verkehrender Kran unter Berücksichtigung des Schwingbeiwertes  $\varphi$  seiner Hubklasse hervorruft, gilt dessen Beanspruchungsgruppe, sofern ein genauerer Nachweis nicht geführt wird; es kann die nächstgünstigere Beanspruchungsgruppe angewendet werden, wenn nach Angaben des Bauherrn weniger als ein Drittel der Arbeitsspiele des Kranes in dem betrachteten Kranbahnbereich stattfindet.

der Kran unter Berücksichtigung des Schwingbeiwertes  $\varphi$  seiner Hubklasse hervorruft, gilt dessen Beanspruchungsgruppe, sofern ein genauerer Nachweis nicht geführt wird; es kann die nächstgünstigere Beanspruchungsgruppe angewendet werden, wenn nach Angaben des Bauherrn weniger als ein Drittel der Arbeitsspiele des Kranes in dem betrachteten Kranbahnbereich stattfindet.

- b) Für Spannungen max.  $\sigma$ , die durch gelegentliches Zusammenwirken von mehreren Kranen (siehe Abschnitt 3.1.4) hervorgerufen werden, gilt

- bei 2 Kranen die um 2 Stufen ermäßigte Beanspruchungsgruppe desjenigen Kranes mit der niedrigeren Beanspruchungsgruppe,
- bei 3 Kranen die um 3 Stufen ermäßigte Beanspruchungsgruppe desjenigen Kranes mit der niedrigsten Beanspruchungsgruppe.

Die Höchstspannung aus der gemeinsamen Wirkung von drei Kranen ist nicht zu berücksichtigen, wenn sie bezogen auf die zulässige Spannung kleiner ist als diejenige aus zwei Kranen.

### 4.4.3 Spannungsnachweise

Für die Beanspruchungen  $\sigma$  und  $\tau$  ist bei Verkehr von nur einem Kran die Einhaltung der zulässigen Spannungen nach Abschnitt 4.4.5 unter Beachtung der nach Abschnitt 4.4.2a gültigen Beanspruchungsgruppe nachzuweisen, wenn (bei genügend langem gleichsinnigem Einflußbereich) nur ein Spannungsspiel je Kranüberfahrt stattfindet.

<sup>5)</sup> Bei Verwendung einer elastischen Schienenunterlage (bisher nur für den atmosphärischen Temperaturbereich verfügbar) von mindestens 6 mm Dicke, Shore-A-Härte 90, darf die Abminderung mit 25 % angenommen werden, wenn kein genauerer Nachweis geführt wird.

<sup>2)</sup> Siehe Seite 3

Dabei ist in den Beanspruchungsgruppen B1 bis B3 anstelle der Kerbfälle K 0, K 1 und K 2 der Kerbfall W 0 zu berücksichtigen, wenn dessen zulässige Spannungen niedriger sind (siehe auch Tabellen 7 bis 9, 13 und 14).

Bei Verkehr von **mehreren** ( $i$ ) Kranen ist wegen der Aufsummierung der Spannungsspiele aus den Einzelkranen und der weiteren Spannungsspiele aus deren gemeinsamer Wirkung die Bedingung

$$\sum_i \left( \frac{\max. \sigma_i}{\text{zul } \sigma_{Be}} \right) + \left( \frac{\max. \sigma}{\text{zul } \sigma_{Be}} \right) \leq 1 \quad (4)$$

Einzel-                      Krane  
krane                      gemeinsam

einzuhalten.

In Formel (4) bedeuten unter dem Summenzeichen:

$\max. \sigma_i$     Höchstspannung infolge des Einzelkranes  $i$

$\text{zul } \sigma_{Be}$     zulässige Spannung der Beanspruchungsgruppe für den Einzelkran  $i$  gemäß Abschnitt 4.4.2 a beim letzten Ausdruck

$\max. \sigma$     Höchstspannung aus mehreren Kranen gemeinsam

$\text{zul } \sigma_{Be}$     zulässige Spannung der Beanspruchungsgruppe für mehrere Krane gemäß Abschnitt 4.4.2 b

Der letzte Ausdruck kann unberücksichtigt bleiben, wenn die Krane gemeinsam keine höhere Spannung hervorrufen als die Einzelkrane.

Exponent  $k$ :

$k = 6,635$  für die Kerbfälle W 0 bis W 2 bei St 37

$k = 5,336$  für die Kerbfälle W 0 bis W 2 bei St 52

$k = 3,323$  für die Kerbfälle K 0 bis K 4

Die Stellen hinter dem Komma dürfen jeweils unberücksichtigt bleiben.

Der Nachweis nach Formel (4) ist zusätzlich für den Kerbfall W 0 zu führen, sofern in den Beanspruchungsgruppen B 1 bis B 3 für die Kerbfälle K 0, K 1 oder K 2 höhere zulässige Spannungen (vgl. Tabelle 3) festgelegt sind als für W 0.

Werden bei der Überfahrt eines Kranes Spannungshöchstwerte  $\sigma$  oder  $\tau$  schon von einzelnen **Kranrädern** oder **Radgruppen** hervorgerufen, so sind diese in dem Nachweis nach Formel (4) je für sich als Wirkungen von Einzelkranen  $i$  mit der zulässigen Spannung nach deren Beanspruchungsgruppen zu berücksichtigen; in der Formel entfällt dann der letzte Ausdruck. Dabei braucht von zwei aufeinander folgenden Spannungshöchstwerten jedoch nur einer (gegebenenfalls der größere) in Formel (4) als Summenglied berücksichtigt zu werden, wenn dazwischen die zu ihm gehörige Mittelspannung nicht unterschritten wird.

Nachweise nach Formel (4) sind in keinem Falle erforderlich, wenn jeder einzelne der auftretenden Spannungshöchstwerte ( $\max. \sigma_i$ ) die 0,85fachen Werte der zulässigen Spannungen der Beanspruchungsgruppe B6 unterschreitet. Unter dieser Bedingung darf die Formel (4) einen größeren Wert als Eins ergeben.

#### 4.4.4 Zwängungsspannungen in Fachwerkträgern

In Fachwerkträgern sind bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung die Zwängungsspannungen zu berücksichtigen. Bei Verzicht auf eine genauere Untersuchung dürfen sie für einfeldrige Fachwerkträger durch Erhöhung der in den Stäben des Gelenksystems errechneten Grundspannungen mit dem Faktor  $\delta$  eingesetzt werden.

Die Grundspannung errechnet sich wie folgt:

- bei indirekter Belastung: Normalspannung im betrachteten Stab des Gelenksystems
- bei direkter Belastung: Überlagerung aus Normalspannung und Biegerandspannung, wobei die Normalspannung wie unter a) und die Biegerandspannung aus dem maximalen Feldmoment des als Einfeldträger in den Nachbarknoten gelenkig gelagerten direkt belasteten Gurtstabes ermittelt wird.

Der Faktor  $\delta$  ist abhängig vom Verhältnis  $s : e$  und aus den Tabellen 2a und 2b zu entnehmen; dabei bedeuten:

$s$  Netzlänge des Stabes

$e$  in der Fachwerkebene gemessener Abstand des maßgebenden Stabrandes von der Stabschwerachse (siehe auch Abschnitt 5.5.1, 2. Absatz).

Maßgebend: Druckgurt: oberer Stabrand  
Zuggurt: unterer Stabrand  
Füllstäbe: größter Abstand

Tabelle 2. Erhöhungsfaktor  $\delta$

| a) Erhöhungsfaktoren $\delta$ für Fachwerke, die in den Knotenpunkten belastet werden (indirekte Belastung) |                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------|
| $s/e$                                                                                                       | $20 \leq s/e \leq 50$         | $s/e > 50$ |
| Gurte<br>Streben                                                                                            | $\frac{1,1}{0,5 + 0,01 s/e}$  | 1,1        |
| Hilfspfosten                                                                                                | 1,35                          | 1,35       |
| b) Erhöhungsfaktoren $\delta$ für Fachwerke, deren Obergurte direkt belastet werden                         |                               |            |
| $s/e$                                                                                                       | $s/e \leq 15$                 | $s/e > 15$ |
| belasteter<br>Obergurt                                                                                      | $\frac{0,4}{0,25 + 0,01 s/e}$ | 1,00       |
| unbelasteter<br>Untergurt,<br>Hilfspfosten                                                                  | 1,35                          | 1,35       |
| Endstrebe                                                                                                   | 2,50                          | 2,50       |
| übrige Streben                                                                                              | 1,65                          | 1,65       |

#### 4.4.5 Zulässige Spannungen $\text{zul } \sigma_{Be}$ , $\text{zul } \tau_{Be}$ , $\text{zul } \sigma_{a, Be}$ , $\text{zul } \sigma_{i, Be}$

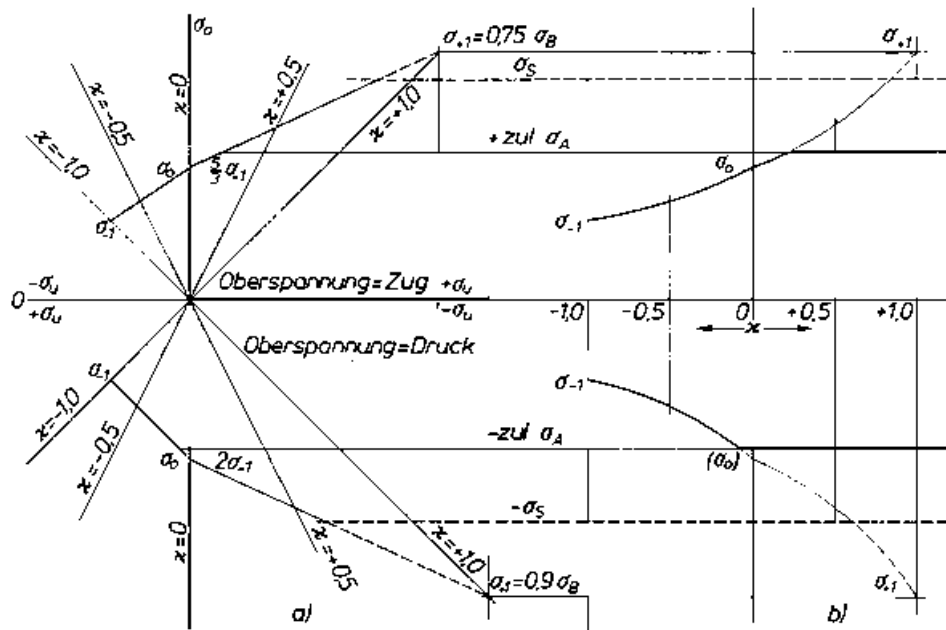
Die zulässigen Spannungen für Bauteile und Verbindungsmittel sind für die Beanspruchungsgruppen B 1 bis B 6 je nach Stahlsorte und Kerbfall in den Tabellen 7 bis 18 in Abhängigkeit vom Spannungsverhältnis  $x$  angegeben. Die Tabellenwerte ergeben sich aus den Festlegungen in der Tabelle 3 und nach dem Schema in Bild 3.

Für Kehlnähte (Tabelle 4, Zeilen 6 und 9) sind die zulässigen Schubspannungen (Tabelle 3, Zeile 7, und Tabellen 7 bis 18 jeweils 4. Spalte von rechts) mit dem Faktor 0,6 abzumindern. Im Schwellbereich  $0 \leq x \leq +1$ , darf auch mit höheren Werten nach folgender Formel gerechnet werden, wobei  $\text{zul } \sigma_{Be, z, 0}$  und  $\text{zul } \sigma_{Be, z, +1}$  für die in Tabelle 3, Zeile 7, angegebenen Kerbfälle einzusetzen ist.

$$\text{zul } \tau_{Be, x > 0} = \frac{0,6 \cdot \text{zul } \sigma_{Be, z, 0} / \sqrt{2}}{1 - \left( 1 - \frac{0,6 \cdot \text{zul } \sigma_{Be, z, 0}}{\text{zul } \sigma_{Be, z, +1}} \right) \cdot x} \quad (5)$$

Tabelle 3. Zulässige Spannungen  $\text{zul } \sigma_{Be}$ ,  $\text{zul } \tau_{Be}$ ,  $\text{zul } \tau_{a, Be}$ ,  $\text{zul } \sigma_{l, Be}$  in  $\text{N/mm}^2$ 

| Beanspruchungsgruppe<br>„m“                                                                                                                                            |                                                                   |             | St 37                                                                                                                                                                 |       |       | St 52                                                  |       |       | St 37 und St 52 <sup>e)</sup>                                                                                                                                                                                       |         |         |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------------------------------------------------------|-------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-------|-------|
|                                                                                                                                                                        |                                                                   |             | W 0                                                                                                                                                                   | W 1   | W 2   | W 0                                                    | W 1   | W 2   | K 0                                                                                                                                                                                                                 | K 1     | K 2     | K 3   | K 4   |
| 1                                                                                                                                                                      | Normalspannung<br>zul $\sigma_{Be, x=-1}$                         | B 1         | 285,4                                                                                                                                                                 | 228,3 | 199,8 | 388,4                                                  | 308,9 | 247,2 | [475,2]                                                                                                                                                                                                             | [424,2] | (356,4) | 254,6 | 152,7 |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   | B 2         | 240,0                                                                                                                                                                 | 192,0 | 168,0 | 313,0                                                  | 249,0 | 199,2 | [336,0]                                                                                                                                                                                                             | (300,0) | (252,0) | 180,0 | 108,0 |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   | B 3         | 201,8                                                                                                                                                                 | 161,4 | 141,3 | 252,2                                                  | 200,6 | 160,5 | (237,6)                                                                                                                                                                                                             | (212,1) | 178,2   | 127,3 | 76,4  |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   | B 4         | 169,7                                                                                                                                                                 | 135,8 | 118,8 | 203,2                                                  | 161,7 | 129,3 | 168,0                                                                                                                                                                                                               | 150,0   | 126,0   | 90,0  | 54,0  |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   | B 5         | 142,7                                                                                                                                                                 | 114,2 | 99,9  | 163,8                                                  | 130,3 | 104,2 | 118,8                                                                                                                                                                                                               | 106,1   | 89,1    | 63,6  | 38,2  |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   | B 6         | 120,0                                                                                                                                                                 | 96,0  | 84,0  | 132,0                                                  | 105,0 | 84,0  | 84,0                                                                                                                                                                                                                | 75,0    | 63,0    | 45,0  | 27,0  |
| 2                                                                                                                                                                      | $\frac{\text{zul } \sigma_{Be, m}}{\text{zul } \sigma_{Be, m+1}}$ |             | 1,189                                                                                                                                                                 |       |       | 1,241                                                  |       |       | 1,414                                                                                                                                                                                                               |         |         |       |       |
| 3                                                                                                                                                                      | zul $\sigma_{Be, x < 0}$<br>(Wechselbereich)                      |             | zul $\sigma_{Be, z, x < 0} = \frac{5}{3-2x} \cdot \text{zul } \sigma_{Be, -1}$                                                                                        |       |       |                                                        |       |       | zul $\sigma_{Be, d, x < 0} = \frac{2}{1-x} \cdot \text{zul } \sigma_{Be, -1}$                                                                                                                                       |         |         |       |       |
| 4                                                                                                                                                                      | zul $\sigma_{Be, x=0}$                                            |             | zul $\sigma_{Be, z, 0} = \frac{5}{3} \cdot \text{zul } \sigma_{Be, -1}$                                                                                               |       |       |                                                        |       |       | zul $\sigma_{Be, d, 0} = 2 \cdot \text{zul } \sigma_{Be, -1}$                                                                                                                                                       |         |         |       |       |
| 5                                                                                                                                                                      | zul $\sigma_{Be, x > 0}$<br>(Schweißbereich)                      |             | zul $\sigma_{Be, z, x > 0} = \frac{\text{zul } \sigma_{Be, z, 0}}{1 - \left(1 - \frac{\text{zul } \sigma_{Be, z, 0}}{\text{zul } \sigma_{Be, z, +1}}\right) \cdot x}$ |       |       |                                                        |       |       | zul $\sigma_{Be, d, x > 0} = \frac{\text{zul } \sigma_{Be, d, 0}}{1 - \left(1 - \frac{\text{zul } \sigma_{Be, d, 0}}{\text{zul } \sigma_{Be, d, +1}}\right) \cdot x} = 1,2 \cdot \text{zul } \sigma_{Be, z, x > 0}$ |         |         |       |       |
| 6                                                                                                                                                                      | zul $\sigma_{Be, x=+1}$<br>und $\sigma_B$                         |             | zul $\sigma_{Be, z, +1} = \frac{\sigma_B}{\nu_{Be}} - \frac{\sigma_B}{4/3} = 0,75 \cdot \sigma_B$                                                                     |       |       |                                                        |       |       | zul $\sigma_{Be, d, +1} = 1,2 \cdot \frac{\sigma_B}{\nu_{Be}} = 1,2 \cdot \frac{\sigma_B}{4/3} = 0,9 \cdot \sigma_B$                                                                                                |         |         |       |       |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   |             |                                                                                                                                                                       |       |       | St 37                                                  |       |       | St 52                                                                                                                                                                                                               |         |         |       |       |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   |             | $\sigma_B$                                                                                                                                                            |       |       | 370,0                                                  |       |       | 520,0                                                                                                                                                                                                               |         |         |       |       |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   |             | zul $\sigma_{Be, z, +1}$                                                                                                                                              |       |       | 277,5                                                  |       |       | 390,0                                                                                                                                                                                                               |         |         |       |       |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   |             | zul $\sigma_{Be, d, +1}$                                                                                                                                              |       |       | 333,0                                                  |       |       | 468,0                                                                                                                                                                                                               |         |         |       |       |
| 7                                                                                                                                                                      | Schubspannung<br>zul $\tau_{Be, x}$                               | Bauteil     | zul $\tau_{Be, x} = \text{zul } \sigma_{Be, z, x} / \sqrt{3}$ mit zul $\sigma_{Be, z, x}$ nach Kerbfall W 0                                                           |       |       |                                                        |       |       |                                                                                                                                                                                                                     |         |         |       |       |
|                                                                                                                                                                        |                                                                   | Schweißnaht | zul $\tau_{Be, x} = \text{zul } \sigma_{Be, z, x} / \sqrt{2}$ mit zul $\sigma_{Be, z, x}$ nach Kerbfall K 0; nach W 0, wenn dafür zul $\sigma_{Be, z, x}$ niedriger   |       |       |                                                        |       |       |                                                                                                                                                                                                                     |         |         |       |       |
| 8                                                                                                                                                                      | Scherspannung<br>zul $\tau_{a, Be, x}$                            |             | zul $\tau_{a, Be, x} = 0,8 \cdot \text{zul } \sigma_{Be, z, x}$                                                                                                       |       |       | mit<br>zul $\sigma_{Be, z, x}$<br>nach<br>Kerbfall W 2 |       |       | Für einschnittige, ungestützte Verbindungen sind vorstehende Werte auf 75% abzumindern.                                                                                                                             |         |         |       |       |
| 9                                                                                                                                                                      | Leibungsspannung<br>zul $\sigma_{l, Be, x}$                       |             | zul $\sigma_{l, Be, x} = 2,0 \cdot \text{zul } \sigma_{Be, z, x}$                                                                                                     |       |       |                                                        |       |       |                                                                                                                                                                                                                     |         |         |       |       |
| <sup>e)</sup> ( ): zul $\sigma_{Be}$ des Kerbfalles W 0 ist überschritten bei St 37<br>[ ]: zul $\sigma_{Be}$ des Kerbfalles W 0 ist überschritten bei St 37 und St 52 |                                                                   |             |                                                                                                                                                                       |       |       |                                                        |       |       |                                                                                                                                                                                                                     |         |         |       |       |

Bild 3. Zusammenhänge zwischen zul  $\sigma_{B, x}$  und zul  $\sigma_{B, x=1}$ 

Die in den Tabellen über die zulässigen Spannungen des Allgemeinen Spannungsnachweises im Lastfall H hinausgehenden (und kursiv ausgedruckten) Spannungswerte sind nur verwendbar.

- wenn ein Tragsicherheitsnachweis nach der DAST-Richtlinie 008 geführt wird oder
- wenn Zwängungsspannungen berücksichtigt werden, z. B. bei der Radiasteinleitung in die Kranbahnträger gemäß Abschnitt 4.1.2 oder bei Fachwerk-Kranbahnträgern entsprechend Abschnitt 4.4.4 und
- bei Anwendung der Formel (4).

#### 4.5 Zulässige Kräfte und zulässige Spannungen bei Anwendung hochfester Schrauben

Es dürfen

- Scher-Lochleibungs-Paßschraubenverbindungen (SLP), gleitfeste Verbindungen mit hochfesten vorgespannten Schrauben (GV) und
- gleitfeste Verbindungen mit hochfesten vorgespannten Paßschrauben (GVP)

unter Beachtung der DAST-Richtlinie 010 angewendet werden. Insbesondere sind die Bestimmungen für den „Dauerfestigkeitsnachweis“ bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung zu beachten.

Hochfeste Schrauben nach DIN 6914 dürfen zur Kraftübertragung in SL-Verbindungen nur verwendet werden, wenn eine Betriebsfestigkeitsuntersuchung nach Abschnitt 4.4.1 nicht erforderlich ist. Nur unter derselben Voraussetzung dürfen hochfeste Schrauben in nicht planmäßig vorgespannten Verbindungen zur Übertragung von Kräften in Richtung der Schraubenachse verwendet werden.

##### 4.5.1 SLP-Verbindungen

Bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung der SLP-Verbindungen sind als zulässige Spannungen zul  $\sigma_{B, x}$  für die verschraubten Bauteile die Werte des Kerbfalles W2 und für die hochfesten Paßschrauben die Werte zul  $\sigma_{B, x}$  nach Tabelle 3, Zeile 8, für die Festigkeitsklasse 5.6 (St52) einzuhalten.

##### 4.5.2 GV- und GVP-Verbindungen

Als zulässige Spannungen zul  $\sigma_{B, x}$  für die verschraubten Bauteile sind bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung für die GV-Verbindungen die Werte des Kerbfalles W1 und für die GVP-Verbindungen die Werte des Kerbfalles W2 einzuhalten. W1 gilt auch für GVP-Verbindungen, die nur bis zul  $N_{GV}$  beansprucht sind.

#### 4.6 Standsicherheits- und sonstige Nachweise

Hierfür gilt DIN 1050.

#### 4.7 Formänderungen

Der Bauherr kann aus baulichen oder betrieblichen Gründen eine Beschränkung der Formänderung vorschreiben (wegen Durchbiegungen siehe Abschnitt 5.7.3).

### 5 Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung

#### 5.1 Niet- und Schraubenverbindungen

##### 5.1.1 Niete

Für Niete sind Klemmlängen (in mm) größer als  $0,2d^2$  ( $d$  in mm) nicht zulässig.

##### 5.1.2 Paßschrauben

Bei Paßschrauben nach DIN 7968 darf das Gewinde nicht in die zu verbindenden Teile hineinreichen. Die Passung muß mindestens H11/h11 (Schrauben nach DIN ISO 898 Teil 1) betragen.

##### 5.1.3 Rohe Schrauben

Rohe Schrauben nach DIN 7990 dürfen zur Kraftübertragung nur in Verbindungen verwendet werden, für die eine Betriebsfestigkeitsuntersuchung nach Abschnitt 4.4.1 nicht erforderlich ist.

##### 5.1.4 Hochfeste Schrauben

Bei Verbindungen mit hochfesten Schrauben sind die Bestimmungen der DAST-Richtlinie 010 für nicht vorwiegend ruhende Belastung zu beachten.

##### 5.1.5 Anordnung der Niete und Schrauben

Für die Rand- und Lochabstände gilt DIN 1050. Für die Anreibmaße der Form- und Stabstähle gelten DIN 997, DIN 998 und DIN 999.

## 5.2 Brenngeschnittene Walzerzeugnisse

Die durch Brennschneiden entstandenen Schnittflächen müssen mindestens eine Güte 23 nach DIN 2310 Teil 3, Ausgabe Februar 1975, Abschnitt 2, bei Kerbfall W 11 (siehe Tabelle 5) und 12 bei Kerbfall W 01 aufweisen.

## 5.3 Schweißverbindungen

### 5.3.1 Anforderungen an Betriebe und Fachkräfte

Geschweißte Stahlbauteile für Kranbahnen nach dieser Norm dürfen nur in Betrieben hergestellt werden, die eine Bescheinigung über ihre Eignung nach Beiblatt 1 zu DIN 4100 mit der Erweiterung auf den Anwendungsbereich von DIN 4132 besitzen<sup>7)</sup>.

Mit der Schweißaufsicht dürfen nur Schweißfachingenieure beauftragt werden, die mit den Besonderheiten dieser Norm, insbesondere mit den Zusammenhängen zwischen Nahtgüten und Kerbfällen, vertraut sind.

Die eingesetzten Schweißer müssen mindestens die Bedingungen der Prüfgruppe B II nach DIN 8560 erfüllen und überwacht werden.

### 5.3.2 Nahtarten und Nahtgüten

Art und Güte einer Naht müssen jeweils demjenigen der in der Tabelle 6 festgelegten Kerbfälle entsprechen, der der Betriebsfestigkeitsuntersuchung nach Abschnitt 4.4 zugrunde gelegt ist (oder einem mit höherer zulässiger Spannung); sie sind unter Benutzung der Sinnbilder nach Tabelle 4 in den Zeichnungen anzugeben.

### 5.3.3 Bauliche Durchbildung geschweißter Bauteile

Die Durchbildung der geschweißten Bauteile muß den Kerbfällen entsprechen, die der Betriebsfestigkeitsuntersuchung zugrunde gelegt sind. Dies gilt auch dann, wenn statt der Betriebsfestigkeitsuntersuchung der Allgemeine Spannungsnachweis maßgebend wird.

Das Anschweißen von Steifen und Schienenklemmplatten an Gurte, die von Kranradlasten befahren werden, ist für Kranbahnen der Beanspruchungsgruppen B 5 und B 6 unzulässig.

### 5.3.4 Dicke der mit dem Trägersteg verschweißten Gurtplatten

Die Gurtplattendicken nach DIN 4100, Ausgabe Dezember 1968, Abschnitt 6.2.4.1, sollen in der Regel nicht überschritten werden. Zugbeanspruchte, durch Radlasten von Laufkranen befahrene Gurtplatten, die mit dem Trägersteg unmittelbar verschweißt sind, dürfen zur Vermeidung hoher Beanspruchungen in den Verbindungen zwischen mehreren Gurtteilen, geeignete Maßnahmen beim Schweißen vorausgesetzt, in einer Dicke bis zu 50 mm, gedrückte Gurte bis zu 80 mm, ausgeführt werden.

## 5.4 Anschlüsse, Stöße

### 5.4.1 Anzahl der Nieten und Schrauben

Jeder Querschnittsteil eines Stabes ist in Kraftrichtung hintereinander je Reihe mit mindestens 2 Nieten oder Schrauben und mit höchstens 6 bei schwellender und 5 bei wechselnder Beanspruchung anzuschließen.

### 5.4.2 Mittelbare Deckung

Bei mittelbarer Deckung eines Stoßes über m Zwischenlagen ist die Anzahl der Niete oder Schrauben, nicht aber Schrauben in gleitfesten Verbindungen nach der DAST-Richtlinie 010, gegenüber der bei unmittelbarer Deckung rechnerisch erforderlichen Zahl  $n$  auf  $n' = n(1 + 0,3m)$  zu erhöhen.

### 5.4.3 Futterstücke

Kraftübertragende Futterstücke, ausgenommen in gleitfesten Verbindungen nach DAST-Richtlinie 010, mit Dicken größer als 6 mm und größer als  $\frac{1}{3}$  des aufzufuttermen

Teiles sind mit mindestens 2 Nieten oder 2 Schrauben oder entsprechenden Schweißnähten (unter Beachtung des Kerbfalles) vorzubinden; andernfalls ist wegen des mittelbaren Anschlusses des unterfütterten Teiles die Anzahl der Anschlußniete oder -schrauben entsprechend Abschnitt 5.4.2 zu vergrößern.

### 5.4.4 Beiwinkel und Beibleche

Bei genieteten und bei geschraubten Anschlüssen, ausgenommen in gleitfesten Verbindungen nach DAST-Richtlinie 010, sind Beiwinkel entweder in einem Schenkel mit dem 1,5fachen oder in beiden Schenkeln mit dem 1,25fachen Wert der anteiligen Schnittgröße anzuschließen.

### 5.4.5 Zusammenwirken von Schweißnähten und anderen Verbindungsmitteln

Sofern die Betriebsfestigkeitsuntersuchung maßgebend ist, darf in gleitfesten Verbindungen aus Schweißnähten und hochfesten Schrauben und in Verbindungen aus Schweißnähten und Nieten oder Paßschrauben, abweichend von DIN 4100, Ausgabe Dezember 1968, Abschnitt 3.2.2, nur dann gemeinsame Übertragung einer Schnittgröße angenommen werden, wenn die Aufteilung der Schnittgröße auf die einzelnen Querschnittsteile unter Berücksichtigung der verschiedenen Formänderungswiderstände der Verbindungsmittel möglich ist und die einzelnen Anteile der Schnittgröße in jedem Querschnittsteil je für sich durch nur eine Verbindungsart übertragen werden.

## 5.5 Besondere Maßnahmen

### 5.5.1 Lasteinleitungen und Kraftumlenkungen

Im Bereich von Lasteinleitungen oder von Kraftumlenkungen an Knicken, Krümmungen, Ausschnitten und Durchbrüchen sind, soweit nach der entsprechenden Festigkeitsberechnung (siehe Abschnitt 4) erforderlich, geeignete bauliche Maßnahmen zu treffen.

Fachwerkstabanschlüsse mit ungünstigen Zwängungsspannungen<sup>8)</sup> sollen möglichst nicht ausgeführt werden. Sie müssen bei vereinfachtem Ansatz der Zwängungsspannungen nach Abschnitt 4.4.4 vermieden werden.

### 5.5.2 Gurtbiegung aus der Radlasteinleitung

Die Biegebeanspruchung in Querrichtung, der die Gurtplatten durch die flächige Lastübertragung von der Kranseile, insbesondere bei elastischen Schienenunterlagen, wegen ihrer linienförmigen Unterstützung durch das Stegblech ausgesetzt sind, ist durch bauliche Maßnahmen möglichst gering zu halten.

Das gleiche gilt für die Schub- und Scherbeanspruchung, der die Verbindungen zwischen mehreren Teilen von durch Kranlaufräder befahrenen Gurten durch ihre lastverteilende Wirkung in Längsrichtung und durch Torsionsmomente ausgesetzt sind.

## 5.6 Korrosionsschutz

Die zulässigen Spannungen nach Abschnitt 4 gelten unter der Voraussetzung, daß die Stahlbauteile gegen Querschnittsminderungen und gegen Bildung von Oberflächenkerben durch Rost ständig ausreichend geschützt sind. Wegen der korrosionsschutzgerechten Durchbildung der Bauteile sowie der Auswahl und richtigen Verarbeitung geeigneter Schutzsysteme einschließlich der erforderlichen Oberflächenvorbereitung ist DIN 55928 Teil 1 bis Teil 8 in Verbindung mit DIN 18364 zu beachten.

<sup>7)</sup> Nach den bauaufsichtlichen Regelungen gilt der Nachweis als erbracht, wenn eine Eignungsbescheinigung für den Geltungsbereich DIN 15 018 oder DV 848 (DS 804 neu) vorliegt.

<sup>8)</sup> Siehe „Der Stahlbau“, Heft 9/1968, Seite 266

In DIN 55928 Teil 5 nicht genannte Korrosionsschutzarten und -systeme dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit durch Gutachten einer geeigneten Materialprüfungsanstalt nachgewiesen wird.

### 5.7 Anforderungen an die Erstellung der Kranbahnen von Brückenkränen

Unmittelbar nach Abschluß der Montage sind für die nur unter der ständigen Last stehenden Kranbahnträger wegen der Maßgenauigkeit die nachfolgenden Bedingungen einzuhalten. Abweichende Bedingungen sind vom Bauherrn anzugeben.

Die Messungen sind bei gleichmäßigen, im Meßbericht festzuhaltenden Temperaturbedingungen mit einwandfreien Meßgeräten durchzuführen.

#### 5.7.1 Spurweite

Die Spurweite  $s$  darf vom Sollmaß höchstens abweichen:

bei  $s \leq 15\text{ m}$ :  $\Delta s = \pm 5\text{ mm}$

bei  $s > 15\text{ m}$ :  $\Delta s = \pm 5 + 0,25 (s - 15)\text{ mm}$   
( $s$  in m einsetzen)

#### 5.7.2 Lage der Schiene im Grundriß

Jede Kranschiene darf höchstens  $\pm 10\text{ mm}$  von der Soll-lage (ihrer Achse) abweichen. Außerdem darf an keiner Stelle in Schienenlängsrichtung auf eine Meßlänge von  $2,0\text{ m}$  ein Stichmaß von  $\pm 1\text{ mm}$  überschritten werden.

Bei Kranen, die beiderseitig durch horizontale Rollen geführt sind, gelten vorstehende Werte auch für deren Lauf-

flächen. Bei einseitig zwangsgeführten Kranen ist das Stichmaß auf  $\pm 0,5\text{ mm}$  abzumindern.

Merkbare Versätze an Schienenstößen dürfen nicht vorhanden sein. Gegebenenfalls sind die Übergänge unter Einhaltung dieser Grenzwerte, z. B. durch Schleifen, auszugleichen.

#### 5.7.3 Höhenlage der Schienenoberkante

Die Schienenoberkante darf von der Sollhöhe nicht mehr als  $\pm 10\text{ mm}$  abweichen. Die Sollhöhe kann konstant sein, gegebenenfalls eine planmäßige Neigung besitzen oder der planmäßigen Überhöhungskurve entsprechen. Die planmäßige Überhöhung soll der Durchbiegung infolge Kranbahneigenlast und der gemittelten Radlasten  $\frac{1}{2} \cdot (\max. R + \min. R)$  des Lastfalles  $H$  ohne Schwingbeiwert entsprechen, sofern diese  $10\text{ mm}$  überschreitet.

Darüber hinaus darf an keiner Stelle in Schienenlängsrichtung auf eine Meßlänge von  $2,0\text{ m}$  ein Stichmaß von  $\pm 2\text{ mm}$  überschritten werden. Merkbare Höhenunterschiede an Schienenstößen dürfen nicht vorhanden sein. Gegebenenfalls sind die Übergänge unter Einhaltung dieses Grenzwertes, z. B. durch Schleifen, auszugleichen.

#### 5.7.4 Lage der Endanschläge

Die Endanschläge dürfen in Richtung der Kranbahn nicht mehr als  $1\text{‰}$  der Spurweite, jedoch nicht mehr als  $20\text{ mm}$ , gegeneinander versetzt sein.

## 6 Tabellen für die Schweißnahtgüten, die Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle und die zulässigen Spannungen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung

### 6.1 Schweißnahtgüten

Tabelle 4. Schweißnahtgüten

| Zeile | Nahtart                                                                        | Nahtausführung<br>Ergänzend zu DIN 4100<br>müssen folgende<br>Anforderungen erfüllt sein:                                   | Sinnbild<br>Beispiele                                                                 | Prüfung auf fehlerfreie<br>Ausführung<br>Prüfverfahren                                                                                                                          | Kurz-<br>zeichen |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1     | Stumpfnah-<br>Sondergüte                                                       | a) Wurzel ausgeräumt und Kapplage<br>gegengeschweißt<br>b) in Spannungsrichtung blechen<br>bearbeitet<br>c) keine Endkrater |    | Zerstörungsfreie<br>Prüfung der Naht<br>auf 100% der Naht-<br>länge, z. B. Durch-<br>strahlung                                                                                  | P 100            |
| 2     | Stumpfnah-<br>Normalgüte                                                       | a) Wurzel ausgeräumt und Kapplage<br>gegengeschweißt<br>c) keine Endkrater                                                  |    | wie Zeile 1 bei<br>$\max \sigma \geq 0,8 \cdot \text{zul } \sigma_{Be}$<br>außer im<br>Druckschwell-<br>bereich                                                                 | P 100            |
| 3     | Stumpfnah<br>(einseitig auf Wurzel-<br>unterlage geschweißt)                   |                                                                                                                             |    | Für die wichtigsten<br>übrigen Nähte zer-<br>störungsfreie Prü-<br>fung in Stichproben<br>auf mind. 10% der<br>Nahtlänge jedes<br>Schweißers                                    | P                |
| 4     | K-Naht mit Doppel-<br>kehlnaht (Wurzel<br>durchgeschweißt)<br>DIN 4100, Bild 7 | a) Wurzel ausgeräumt und durch-<br>geschweißt                                                                               |  | Zerstörungsfreie<br>Prüfung des quer<br>zu seiner Ebene<br>auf Zug bean-<br>spruchten Bleches<br>auf Doppelung und<br>Strukturfehler im<br>Nahtbereich, z. B.<br>Durchschallung | D                |
| 5     | HV-Naht mit Kehl-<br>naht (Kapplage<br>gegengeschweißt)<br>DIN 4100, Bild 5    | b) Nahtübergänge kerbfrei;<br>erforderlichenfalls bearbeitet                                                                |  |                                                                                                                                                                                 |                  |
| 6     | Kehlnaht-<br>Sondergüte<br>DIN 4100, Bild 2                                    | a) Einwandfreie Wurzelverschweißung<br>b) Nahtübergänge kerbfrei;<br>erforderlichenfalls bearbeitet                         |   |                                                                                                                                                                                 |                  |
| 7     | K-Stegnaht mit<br>Doppelkehlnaht<br>DIN 4100, Bild 6                           |                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                 |                  |
| 8     | HV-Stegnaht mit<br>Kehlnaht<br>DIN 4100, Bild 4                                |                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                 |                  |
| 9     | Kehlnaht                                                                       |                                                                                                                             |   |                                                                                                                                                                                 |                  |

### 6.2 Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle

Die Tabellen 5 und 6 geben eine Anleitung zur Einordnung der verschiedenen Bauformen in die Kerbfälle.

Nicht angegebene Bauformen sind sinngemäß einzuordnen.

Bauformen mit noch ungünstigeren Kerbfällen als in Tabelle 6 aufgeführt sind unzulässig.

In den Tabellen ist durch Sperrung angegeben, ob die Schweißnaht, das durch Schweißung beeinflusste durchlaufende Teil oder beide in den jeweiligen Kerbfall eingeordnet sind. Hieraus ergeben sich für Schweißnaht oder Teil gegebenenfalls Einordnungen in unterschiedliche Kerbfälle.



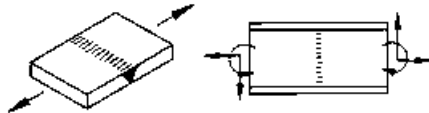
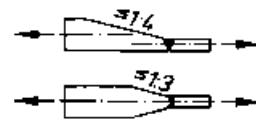
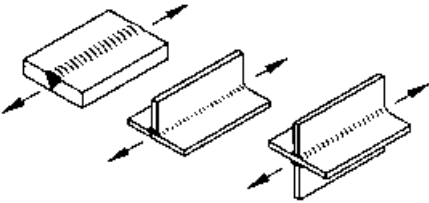
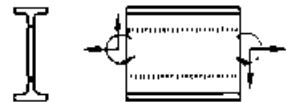
Tabelle 5. Bauteile, geschraubte und genietete Verbindungen  
Kerbfall W0 und Kerbfall W1

| Ordnungs-<br>Nummer | Beschreibung und Darstellung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Sinn-<br>bild |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| W01                 | Teile mit normaler Oberflächenbeschaffenheit und mit Seitenflächen als Walzkanten oder durch Sägeschnitte, wenn überlagerte geometrische Kerbwirkungen nicht vorhanden oder bei der Spannungsermittlung berücksichtigt sind, z. B. bei Ausschnitten. Brenngeschnittene Flächen müssen mindestens die Güte 12 nach DIN 2310 Teil 3, Ausgabe Februar 1975, Abschnitt 2, haben. |               |
| W11                 | Teile mit Scherenschnitt- oder mit Brennschnittflächen mit mindestens Güte 23 nach DIN 2310 Teil 3, Ausgabe Februar 1975, Abschnitt 2, wenn überlagerte geometrische Kerbwirkungen nicht vorhanden oder bei der Spannungsermittlung berücksichtigt sind, z. B. bei Ausschnitten.                                                                                             |               |
| W12                 | Gelochte Teile auch mit Nieten und Schrauben bei Beanspruchung der Nieten und Schrauben bis höchstens 20%, der hochfesten Schrauben in GV-Verbindungen bis 100% der zulässigen Werte<br>Für einschnittige Verbindungen gelten die Einschränkungen der Kerbfälle W22 und W23 auch hier.                                                                                       |               |
| W13                 | Stegansatz von Walzprofilen bei Angriff von Radlasten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |

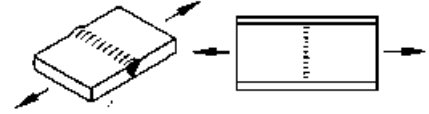
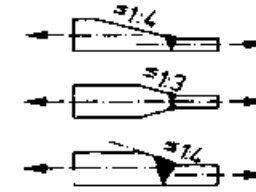
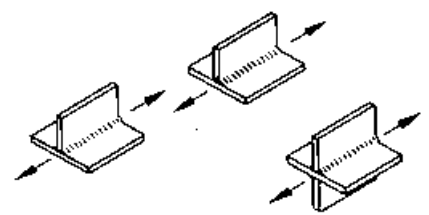
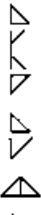
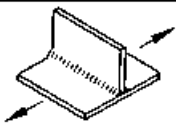
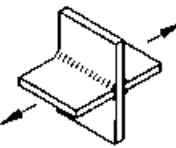
**Kerbfall W2 — Nietung, Paßschrauben nach DIN 7968, SLP- und GVP-Verbindungen**

|     |                                                                                                                                                       |  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| W21 | Gelochte Teile bei zweischnittigem Niet- oder Schraubenanschluß                                                                                       |  |
| W22 | Gelochte Teile bei einschnittigem, aber gestütztem Niet- oder Schraubenanschluß; die Stützung darf nur für die Breite $b \leq 15t$ angenommen werden. |  |
| W23 | Gelochte Teile bei einschnittigem, aber nicht gestütztem Niet- oder Schraubenanschluß mit Nachweis der außermittigen Kraftwirkungen                   |  |

**Tabelle 6. Bauteile und geschweißte Verbindungen**  
**Kerbfall K0 — Geringe Kerbwirkung**

| Ordnungs-<br>Nummer | Beschreibung und Darstellung                                                                                                                                                                                                                                                  | Sinn-<br>bild                                                                        | Kurz-<br>zeichen<br>nach<br>Tabelle 4 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 011                 | Mit Stumpfnah-Sondergüte quer zur Krafrichtung verbundene Teile<br>                                                                                                                         |   | P 100<br>P 100                        |
| 012                 | Mit Stumpfnah-Sondergüte quer zur Krafrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge $\leq 1:4$ oder mit symmetrischem Stoß und Schräge $\leq 1:3$<br> |   | P 100<br>P 100                        |
| 021                 | Mit Stumpfnah-Normalgüte, HV-Naht mit Kehlnaht oder K-Naht mit Doppelkehlnaht längs zur Krafrichtung verbundene Teile<br>                                                                   |   | P oder<br>P 100<br>P oder<br>P 100    |
| 022                 | Mit Stumpfnah-Normalgüte verbundene Stegbleche und Gurtprofile aus Form- und Stabstahl<br>                                                                                                 |  | P oder<br>P 100<br>P oder<br>P 100    |

**Kerbfall K1 — Mäßige Kerbwirkung**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |                                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 111 | Mit Stumpfnah-Normalgüte quer zur Krafrichtung verbundene Teile<br>                                                                                                                         |  | P oder<br>P 100<br>P oder<br>P 100 |
| 112 | Mit Stumpfnah-Normalgüte quer zur Krafrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge $\leq 1:4$ oder mit symmetrischem Stoß und Schräge $\leq 1:3$<br> |  | P oder<br>P 100<br>P oder<br>P 100 |
| 123 | Mit K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht, HV-Stegnaht mit Kehlnaht, Doppelkehlnaht oder Kehlnaht längs zur Krafrichtung verbundene Teile<br>                                                       |  |                                    |
| 131 | Durchlaufendes Teil, an das quer zur Krafrichtung Teile mit durchlaufender K-Naht mit Doppelkehlnaht angeschweißt sind<br>                                                                  |  |                                    |
| 151 | Mit K-Naht mit Doppelkehlnaht quer zur Krafrichtung verbundene Teile***)<br>                                                                                                                |  | D                                  |

\*\*\*): Auf Freiheit von Lamellenrissen ist bei den in Dickenrichtung beanspruchten Bauteilen besonders zu achten.

**Kerbfall K1 – Mäßige Kerbwirkung (Fortsetzung Tabelle 6)**

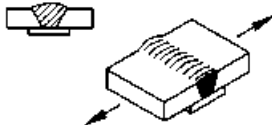
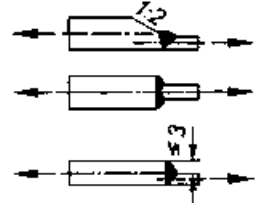
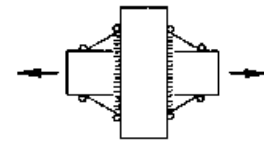
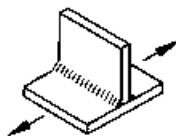
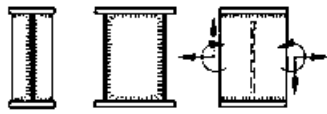
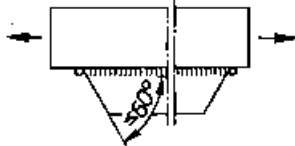
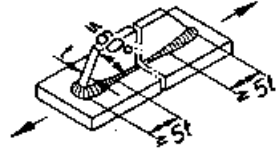
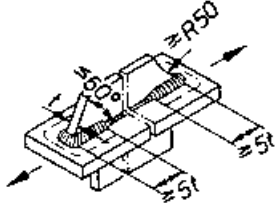
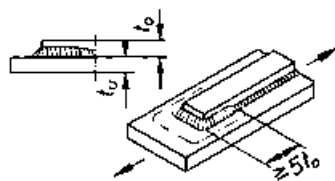
| Ordnungs-<br>Nummer | Beschreibung und Darstellung                                                                                                                            | Sinn-<br>bild | Kurz-<br>zeichen<br>nach<br>Tabelle 4 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| 152                 | K-Naht mit Doppelkehlnaht in Anschlüssen mit Biegung***)                                                                                                |               | D                                     |
| 153                 | K-Naht mit Doppelkehlnaht zwischen Gurt und Steg bei Angriff von Einzellasten Druck und Zug quer zur Naht (gilt nur für Querbeanspruchung der Naht)***) |               | D                                     |

**Kerbfall K2 – Mittlere Kerbwirkung**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------|
| 211 | Mit Stumpfnah-Normalgüte quer zur Kraft-<br>richtung verbundene Teile aus Form- oder<br>Stabstahl außer Flachstahl. (Beim Allgemei-<br>nen Spannungsnachweis ist DIN 4100, Ab-<br>schnitt 5.4, Ausgabe Dezember 1968, zu be-<br>achten.)                                       |  | P 100<br>X P 100                     |
| 212 | Mit Stumpfnah-Normalgüte quer zur Kraft-<br>richtung verbundene Teile verschiedener<br>Dicken mit unsymmetrischem Stoß und<br>Schräge $\leq 1:3$ oder mit symmetrischem Stoß<br>und Schräge $\leq 1:2$                                                                         |  | P oder<br>P 100<br>X P oder<br>P 100 |
| 231 | Durchlaufendes Teil, an das quer zur<br>Kraft- richtung Teile mit durchlaufender Dop-<br>pelkehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind.<br>Nahtübergänge kerbfrei.                                                                                                                  |  |                                      |
| 233 | Gurt- und Stegbleche, an die quer zur<br>Kraft- richtung Schotte oder Steifen mit abge-<br>schnittenen Ecken mit Doppelkehlnaht-Son-<br>dergüte angeschweißt sind. Nahtübergänge<br>kerbfrei.<br>Die Einstufung in den Kerbfall gilt nur für den<br>Bereich der Querkehlnähte. |  |                                      |
| 241 | Durchlaufendes Teil, an dessen Kante<br>an den Enden abgeschrägte oder ausgerun-<br>dete Teile längs zur Kraft- richtung mit Stumpf-<br>nah-Normalgüte angeschweißt sind. Naht-<br>enden kerbfrei bearbeitet.                                                                  |  | P oder<br>P 100<br>X P oder<br>P 100 |
| 242 | Durchlaufendes Teil, an das an den Enden<br>abgeschrägte oder ausgerundete Teile oder<br>Steifen längs zur Kraft- richtung angeschweißt<br>sind. Die Endnähte sind im Bereich $\geq 5t$ als<br>K-Naht mit Doppelkehlnaht ausgeführt. Naht-<br>übergänge kerbfrei.              |  | K<br>Nur<br>End-<br>naht             |
| 244 | Durchlaufendes Teil, auf das ein am Ende<br>mit Neigung $\leq 1:3$ abgeschrägtes Gurtblech<br>aufgeschweißt ist. Die Endnähte sind im Be-<br>reich $\geq 5t$ in Kehlnaht-Sondergüte mit<br>$a = 0,5t$ ausgeführt. Nahtübergänge kerbfrei.                                      |  |                                      |

\*\*\*) Siehe Seite 14

**Kerbfall K3 — Starke Kerbwirkung (Fortsetzung Tabelle 6)**

| Ordnungs-<br>Nummer | Beschreibung und Darstellung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Sinn-<br>bild                                                                                               | Kurz-<br>zeichen<br>nach<br>Tabelle 4 |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 311                 | Mit einseitig auf Wurzelunterlage geschweißter Stumpfnah quer zur Krafttrichtung verbundene Teile<br>                                                                                                                                                                  |                          | P                                     |
| 312                 | Mit Stumpfnah-Normalgüte quer zur Krafttrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge $\leq 1:2$ , mit unsymmetrischem Stoß ohne Schräge mit Dickenunterschieden $\leq 3\text{ mm}$ oder mit symmetrischem Stoß ohne Schräge<br> |                          | P oder<br>P 100<br>P oder<br>P 100    |
| 313                 | Stumpfnah-Normalgüte und durchlaufendes Teil, beide quer zur Krafttrichtung, z.B. an Kreuzungsstellen von Gurtblechen mit Querschnittsverbreiterungen, die durch Stumpfnah-Normalgüte angeschweißt sind. Nahtenden kerbfrei bearbeitet.<br>                            |                          | P oder<br>P 100<br>P oder<br>P 100    |
| 331                 | Durchlaufendes Teil, an das quer zur Krafttrichtung Teile mit durchlaufender Doppelkehlnah angeschweißt sind<br>                                                                                                                                                      |                         |                                       |
| 333                 | Gurt- und Stegbleche, an die quer zur Krafttrichtung Schotte oder Steifen mit ununterbrochener Doppelkehlnah angeschweißt sind. Die Einordnung in den Kerbfall gilt nur für den Bereich der Querkehlnähte.<br>                                                       |                        |                                       |
| 341                 | Durchlaufendes Teil, an dessen Kante an den Enden abgeschrägte Teile längs zur Krafttrichtung mit Kehlnah oder Doppelkehlnah angeschweißt sind. Nahtenden kerbfrei bearbeitet.<br>                                                                                   |                        |                                       |
| 342                 | Durchlaufendes Teil, auf das an den Enden abgeschrägte Teile oder Steifen längs zur Krafttrichtung mit Doppelkehlnah angeschweißt sind. Die Endnähte sind im Bereich $\geq 5t$ kerbfrei bearbeitet.<br>                                                              |                        |                                       |
| 343                 | Durchlaufendes Teil, mit dem ein an den Enden abgeschrägtes oder ausgerundetes und durchgestecktes Blech verschweißt ist. Die Endnähte sind im Bereich $\geq 5t$ als K-Stegnah mit Doppelkehlnah ausgeführt und kerbfrei bearbeitet.<br>                             | <br>Nur<br>End-<br>nah |                                       |
| 344                 | Durchlaufendes Teil, an das ein Gurtblech mit $t_0 \leq 1,5 t_0$ aufgeschweißt ist. Die Endnähte sind im Bereich $\geq 5 t_0$ als Kehlnah-Sondergüte ausgeführt.<br>                                                                                                 |                        |                                       |

**Kerbfall K3 – Starke Kerbwirkung (Fortsetzung Tabelle 6)**

| Ordnungs-<br>Nummer | Beschreibung und Darstellung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Sinn-<br>bild | Kurz-<br>zeichen<br>nach<br>Tabelle 4 |   |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|---|
| 346                 | Durchlaufendes Teil, an das Längs-<br>steifen mit unterbrochener Doppelkehlnaht<br>oder durch Ausschnittsschweißung mit Dop-<br>pelkehlnaht angeschweißt sind. Die Einord-<br>nung in den Kerbfall gilt nur für die Bereiche<br>der kurzen Nahtabschnitte zwischen den End-<br>nähten; für diese siehe Ordnungs-Nummer<br>242, 342 oder 442, je nach Ausbildung. |               |                                       |   |
| 351                 | Mit K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht<br>quer zur Krafrichtung verbundene Teile                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                       | D |
| 352                 | K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht in<br>Anschlüssen mit Biegung                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                       | D |
| 353                 | K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht zwi-<br>schen Gurt und Steg bei Angriff von Einzel-<br>lasten in Stegebene Druck und Zug quer zur<br>Naht (gilt nur für Querbeanspruchung der<br>Naht)                                                                                                                                                                             |               |                                       | D |

**Kerbfall K4 – Besonders starke Kerbwirkung**

|     |                                                                                                                                                                                                                        |  |  |   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|---|
| 412 | Mit Stumpfnah-Normalgüte quer zur Kraft-<br>richtung verbundene Teile verschiedener<br>Dicken mit unsymmetrischem Stoß, ohne<br>Schräge, gestützt.<br>Nichtgestützte Stöße bei Berücksichtigung der<br>Außermittigkeit |  |  | P |
| 413 | Mit Stumpfnah-Normalgüte quer zur Kraft-<br>richtung verbundene Teile an Kreuzungs-<br>stellen, z. B. von Gurtblechen                                                                                                  |  |  | P |
| 433 | Gurt- und Stegbleche, an die Schotte mit<br>ununterbrochener einseitiger Kehlnaht quer<br>zur Krafrichtung angeschweißt sind                                                                                           |  |  |   |
| 441 | Durchlaufendes Teil, an dessen Kante<br>längs zur Krafrichtung rechtwinklig endende<br>Teile angeschweißt sind                                                                                                         |  |  |   |
| 442 | Durchlaufendes Teil, auf das rechtwink-<br>lig endende Teile, z. B. Steifen oder Knaggen<br>zur Schienenbefestigung, längs zur Kraft-<br>richtung mit Doppelkehlnaht aufgeschweißt<br>sind                             |  |  |   |

**Kerbfall K4 – Besonders starke Kerbwirkung (Fortsetzung Tabelle 6)**

| Ordnungs-<br>Nummer | Beschreibung und Darstellung                                                                                                                          | Sinn-<br>bild | Kurz-<br>zeichen<br>nach<br>Tabelle 4 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| 443                 | Durchlaufendes Teil, mit dem ein rechtwinkliges durchgestecktes Blech mit Doppelkehlnaht verschweißt ist                                              |               |                                       |
| 444                 | Durchlaufendes Teil, auf dem ein mit umlaufender Kehlnaht aufgeschweißtes Gurtblech endet                                                             |               |                                       |
| 446                 | Durchlaufende Teile, zwischen denen Bindebleche mit Kehlnaht oder Stumpfnah-Normalgüte eingeschweißt sind                                             |               |                                       |
| 447                 | Durchlaufende Teile, auf die Stäbe mit Kehlnähten ringsumlaufend aufgeschweißt sind                                                                   |               |                                       |
| 448                 | Stäbe aus Rohren, die mit Kehlnähten ringsumlaufend verschweißt sind                                                                                  |               |                                       |
| 449                 | Stoßlaschen, die auf Teile von $t_u \geq t_o$ mit Stirn- und Flankenkehlnähten aufgeschweißt sind                                                     |               |                                       |
| 451                 | Durch Doppelkehlnaht oder HV-Naht mit Kehlnaht auf Wurzelunterlage quer zur Kraftrichtung verbundene Teile (Kreuzstoß)                                |               | <br>D                                 |
| 452                 | Durch Doppelkehlnaht-Anschluß mit Biegung angeschlossenes Teil                                                                                        |               | <br>D                                 |
| 453                 | Doppelkehlnaht zwischen Gurt und Steg bei Angriff von Einzellasten in Stegebene Druck und Zug quer zur Naht (gilt nur für Querbeanspruchung der Naht) |               |                                       |

### 8.6.3 Zulässige Spannungen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung

Bei Verwendung der Zahlenwerte ist Abschnitt 4.4.5, 2. und 3. Absatz besonders zu beachten.

### 8.3.1 Zulässige Spannungen für St 37 (Tabellen 7 bis 12)

|                  |                                     |
|------------------|-------------------------------------|
| <b>Tabelle 7</b> | <b>Beanspruchungsgruppe<br/>B 1</b> |
|------------------|-------------------------------------|

| Spannungsverhältnis<br>$\alpha$ | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in Bauteilen |                  | Zulässige Schar- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrsehnittig |  | Spannungsverhältnis<br>$\alpha$ |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|
|                                 | W0                                                                              |         | W1      |         | W2      |       | K0    |       | K1    |       | K2    |       | K3    |       | K4    |       | $\tau_{Be}$ in Schweißnähten                       | $\sigma_{1, Be}$ |                                                                                                                |  |                                 |
|                                 | Zug                                                                             | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck | Zug   | Druck | Zug   | Druck | Zug   | Druck | Zug   | Druck | Zug   | Druck |                                                    |                  |                                                                                                                |  |                                 |
| - 1,0                           | (285,4)                                                                         | 228,3   | 228,3   | 199,8   | 199,8   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    | 399,6            | - 1,0                                                                                                          |  |                                 |
| - 0,9                           |                                                                                 | 237,8   | (240,3) | 208,1   | 210,3   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    | 416,2            | - 0,9                                                                                                          |  |                                 |
| - 0,8                           |                                                                                 | (248,2) |         | 217,2   | 222,0   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    | 434,4            | - 0,8                                                                                                          |  |                                 |
| - 0,7                           |                                                                                 |         |         | 227,0   | 235,1   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    | 454,0            | - 0,7                                                                                                          |  |                                 |
| - 0,6                           |                                                                                 |         |         | 237,9   | (249,8) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    | 475,8            | - 0,6                                                                                                          |  |                                 |
| - 0,5                           |                                                                                 |         |         | (249,8) |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    | (499,6)          | - 0,5                                                                                                          |  |                                 |
| - 0,4                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | - 0,4                                                                                                          |  |                                 |
| - 0,3                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | - 0,3                                                                                                          |  |                                 |
| - 0,2                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | - 0,2                                                                                                          |  |                                 |
| - 0,1                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | - 0,1                                                                                                          |  |                                 |
| 0                               |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | 0                                                                                                              |  |                                 |
| + 0,1                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | + 0,1                                                                                                          |  |                                 |
| + 0,2                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | + 0,2                                                                                                          |  |                                 |
| + 0,3                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | + 0,3                                                                                                          |  |                                 |
| + 0,4                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | + 0,4                                                                                                          |  |                                 |
| + 0,5                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | + 0,5                                                                                                          |  |                                 |
| + 0,6                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | + 0,6                                                                                                          |  |                                 |
| + 0,7                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | + 0,7                                                                                                          |  |                                 |
| + 0,8                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | + 0,8                                                                                                          |  |                                 |
| + 0,9                           |                                                                                 |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                                    |                  | + 0,9                                                                                                          |  |                                 |
| + 1,0                           | 240,0                                                                           | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0 | 240,0 | 240,0 | 240,0 | 240,0 | 240,0 | 240,0 | 240,0 | 240,0 | 240,0 | 240,0 | 192,0                                              | 490,0            | + 1,0                                                                                                          |  |                                 |

|                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ 160,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Tabelle 8 |                             |
|-----------|-----------------------------|
| St 37     | Beanspruchungsgruppe<br>B 2 |

| Spannungsverhältnis<br>$\chi$ | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       |         |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in Bauteilen | Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschneitig | Spannungsverhältnis<br>$\chi$ |       |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|---------|---------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|
|                               | W0                                                                              |       | W1      |       | W2      |       | K0     |       | K1     |       | K2     |       | K3      |       | K4      |         |                                                    |                                                                                                                |                               |       |
|                               | Zug                                                                             | Druck | Zug     | Druck | Zug     | Druck | Zug    | Druck | Zug    | Druck | Zug    | Druck | Zug     | Druck | Zug     | Druck   |                                                    |                                                                                                                |                               |       |
| - 1,0                         | 240,0                                                                           | 240,0 | 192,0   | 192,0 | 168,0   | 168,0 |        |       |        |       |        |       | 180,0   | 180,0 | 108,0   | 108,0   | 138,6                                              | 169,7                                                                                                          | - 1,0                         |       |
| - 0,9                         |                                                                                 |       | 200,0   | 202,1 | 175,0   | 176,8 |        |       |        |       |        |       | 187,5   | 189,5 | 112,5   | 113,7   |                                                    |                                                                                                                | - 0,9                         |       |
| - 0,8                         |                                                                                 |       | 208,7   | 213,3 | 182,6   | 186,7 |        |       |        |       |        |       | 195,7   | 200,0 | 117,4   | 120,0   |                                                    |                                                                                                                | - 0,8                         |       |
| - 0,7                         |                                                                                 |       | 218,2   | 225,9 | 190,9   | 197,6 |        |       |        |       |        |       | 204,6   | 211,8 | 122,7   | 127,1   |                                                    |                                                                                                                | - 0,7                         |       |
| - 0,6                         |                                                                                 |       | 228,6   | 240,0 | 200,0   | 210,0 | wie W0 |       | wie W0 |       | wie W0 |       | 214,3   | 225,0 | 128,6   | 135,0   |                                                    |                                                                                                                | - 0,6                         |       |
| - 0,5                         |                                                                                 |       | 240,0   |       | 210,0   | 224,0 |        |       |        |       |        |       | 225,0   | 240,0 | 135,0   | 144,0   |                                                    |                                                                                                                | - 0,5                         |       |
| - 0,4                         |                                                                                 |       | (252,6) |       | 221,7   | 240,0 |        |       |        |       |        |       | 236,8   |       | 142,1   | 154,3   |                                                    |                                                                                                                | - 0,4                         |       |
| - 0,3                         |                                                                                 |       |         |       | 233,3   |       |        |       |        |       |        |       | (250,0) |       | 150,0   | 166,2   |                                                    |                                                                                                                | - 0,3                         |       |
| - 0,2                         |                                                                                 |       |         |       | (247,1) |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 158,8   | 180,0   |                                                    |                                                                                                                | - 0,2                         |       |
| - 0,1                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 168,7   | 196,4   |                                                    |                                                                                                                | - 0,1                         |       |
| 0                             |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 180,0   | 216,0   |                                                    |                                                                                                                | 0                             |       |
| + 0,1                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 186,6   | 223,9   |                                                    |                                                                                                                | + 0,1                         |       |
| + 0,2                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 193,6   | 232,3   |                                                    |                                                                                                                | + 0,2                         |       |
| + 0,3                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 201,2   | (241,4) |                                                    |                                                                                                                | + 0,3                         |       |
| + 0,4                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 209,4   |         |                                                    |                                                                                                                | + 0,4                         |       |
| + 0,5                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 218,4   |         |                                                    |                                                                                                                | + 0,5                         |       |
| + 0,6                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 228,1   |         |                                                    |                                                                                                                | + 0,6                         |       |
| + 0,7                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | 238,7   |         |                                                    |                                                                                                                | + 0,7                         |       |
| + 0,8                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       | (250,4) |         |                                                    |                                                                                                                | + 0,8                         |       |
| + 0,9                         |                                                                                 |       |         |       |         |       |        |       |        |       |        |       |         |       |         |         |                                                    |                                                                                                                | + 0,9                         |       |
| + 1,0                         | 240,0                                                                           | 240,0 | 240,0   | 240,0 | 240,0   | 240,0 | 240,0  | 240,0 | 240,0  | 240,0 | 240,0  | 240,0 | 240,0   | 240,0 | 240,0   | 240,0   | 138,6                                              | 169,7                                                                                                          | 480,0                         | + 1,0 |

|              |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|---|---|---|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\chi$ 160,0 | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | - | - | - | - | - | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       |
| $\chi$ 240,0 | - 1,000 | - 1,000 | - 0,500 | - 0,800 | - 0,250 | - 0,400 | - 1,000 | - | - | - | - | - | - 0,375 | - 0,500 | - 0,712 | - 0,350 | - 0,187 | - 0,265 | - 0,350 |



Tabelle 9

St 37

Beanspruchungsgruppe B 3

| Spannungsverhältnis | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |         |         |         |         |         |       |       |        |       |         |         |         |         |         |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in Bauteilen |                  | Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschneitig |       | Spannungsverhältnis |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|--------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|
|                     | W0                                                                              |         | W1      |         | W2      |         | K0    |       | K1     |       | K2      |         | K3      |         | K4      |         | $\tau_{Be}$ in Schweißnähten                       | $\sigma_{t, Be}$ |                                                                                                                |       |                     |
|                     | Zug                                                                             | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug   | Druck | Zug    | Druck | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   |                                                    |                  |                                                                                                                |       |                     |
| - 1,0               | 201,8                                                                           | 201,5   | 161,4   | 161,4   | 141,3   | 141,3   |       |       |        |       | 178,2   | 178,2   | 127,3   | 127,3   | 76,4    | 76,4    | 116,5                                              | 142,7            | 282,5                                                                                                          | - 1,0 |                     |
| - 0,9               | 210,2                                                                           | 212,4   | 168,2   | 170,0   | 147,2   | 148,7   |       |       |        |       | 185,6   | 187,6   | 132,6   | 134,0   | 79,5    | 80,4    | 121,4                                              | 148,6            | 294,4                                                                                                          | - 0,9 |                     |
| - 0,8               | 219,4                                                                           | 224,2   | 175,5   | 179,4   | 153,6   | 157,0   |       |       |        |       | 193,7   | 198,0   | 138,3   | 141,4   | 83,0    | 84,9    | 125,7                                              | 155,1            | 307,2                                                                                                          | - 0,8 |                     |
| - 0,7               | 229,3                                                                           | 237,4   | 183,4   | 189,9   | 160,5   | 166,2   |       |       |        |       | 202,5   | 209,6   | 144,6   | 149,7   | 86,8    | 89,8    | 132,4                                              | 162,1            | 321,0                                                                                                          | - 0,7 |                     |
| - 0,6               | (240,3)                                                                         | (252,3) | 192,2   | 201,8   | 168,2   | 176,6   |       |       | wie W0 |       | 212,1   | 222,7   | 151,5   | 159,1   | 90,9    | 95,5    | (138,7)                                            | (169,9)          | 336,4                                                                                                          | - 0,6 |                     |
| - 0,5               |                                                                                 |         | 201,8   | 215,2   | 176,5   | 188,4   |       |       |        |       | 222,7   | 237,6   | 159,1   | 169,7   | 95,5    | 101,8   |                                                    |                  | 353,2                                                                                                          | - 0,5 |                     |
| - 0,4               |                                                                                 |         | 212,4   | 230,7   | 185,9   | 201,8   |       |       |        |       | 234,5   | (254,6) | 167,5   | 181,8   | 100,5   | 109,1   |                                                    |                  | 371,8                                                                                                          | - 0,4 |                     |
| - 0,3               |                                                                                 |         | 224,3   | (248,4) | 196,2   | 217,3   |       |       |        |       | (247,5) |         | 176,8   | 195,8   | 106,1   | 117,5   |                                                    |                  | 392,4                                                                                                          | - 0,3 |                     |
| - 0,2               |                                                                                 |         | 237,4   |         | 207,6   | 235,5   |       |       |        |       |         |         | 187,2   | 212,1   | 112,3   | 127,3   |                                                    |                  | 415,4                                                                                                          | - 0,2 |                     |
| - 0,1               |                                                                                 |         | (252,2) |         | 220,7   | (256,9) |       |       |        |       |         |         | 198,9   | 231,4   | 119,3   | 138,8   |                                                    |                  | 441,4                                                                                                          | - 0,1 |                     |
| 0                   |                                                                                 |         |         |         | 235,5   |         |       |       |        |       |         |         | 212,1   | (254,6) | 127,3   | 152,8   |                                                    |                  | 471,0                                                                                                          | 0     |                     |
| + 0,1               |                                                                                 |         |         |         | 239,1   |         |       |       |        |       |         |         | 217,2   |         | 134,6   | 161,5   |                                                    |                  | 478,2                                                                                                          | + 0,1 |                     |
| + 0,2               |                                                                                 |         |         |         | (242,9) |         |       |       |        |       |         |         | 222,6   |         | 142,8   | 171,4   |                                                    |                  | (485,8)                                                                                                        | + 0,2 |                     |
| + 0,3               |                                                                                 |         |         |         |         |         |       |       |        |       |         |         | 228,2   |         | 152,0   | 182,4   |                                                    |                  |                                                                                                                | + 0,3 |                     |
| + 0,4               |                                                                                 |         |         |         |         |         |       |       |        |       |         |         | 234,2   |         | 162,5   | 195,0   |                                                    |                  |                                                                                                                | + 0,4 |                     |
| + 0,5               |                                                                                 |         |         |         |         |         |       |       |        |       |         |         | (240,4) |         | 174,5   | 209,4   |                                                    |                  |                                                                                                                | + 0,5 |                     |
| + 0,6               |                                                                                 |         |         |         |         |         |       |       |        |       |         |         |         |         | 188,5   | 226,2   |                                                    |                  |                                                                                                                | + 0,6 |                     |
| + 0,7               |                                                                                 |         |         |         |         |         |       |       |        |       |         |         |         |         | 205,0   | (248,0) |                                                    |                  |                                                                                                                | + 0,7 |                     |
| + 0,8               |                                                                                 |         |         |         |         |         |       |       |        |       |         |         |         |         | 224,5   |         |                                                    |                  |                                                                                                                | + 0,8 |                     |
| + 0,9               |                                                                                 |         |         |         |         |         |       |       |        |       |         |         |         |         | (248,2) |         |                                                    |                  |                                                                                                                | + 0,9 |                     |
| + 1,0               | 240,0                                                                           | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0 | 240,0 | 240,0  | 240,0 | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 138,6                                              | 169,7            | 480,0                                                                                                          | + 1,0 |                     |

|                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\kappa$ 160,0 | -      | -      | -      | -      | -0,703 | -0,764 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -0,489 | -0,591 | +0,377 | +0,083 |
| $\kappa$ 240,0 | -0,602 | -0,682 | -0,181 | -0,345 | +0,124 | -0,178 | -0,602 | -0,682 | -0,602 | -0,682 | -0,356 | -0,485 | +0,493 | -0,081 | +0,867 | +0,671 |

|            |                          |
|------------|--------------------------|
| Tabelle 10 |                          |
| St 37      | Beanspruchungsgruppe B 4 |

| Spannungsverhältnis<br>$\alpha$ | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |         |                   |         |                   |         |                   |       |                   |         |                   |         |                   |         |                   |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in Bauteilen | Zulässige Scher- und<br>Leibungs- und geschraubte<br>Verbindungen<br>gestützt oder mehrschnittig<br>$\tau_{A, Bc}$   $\sigma_{1, Be}$ | Spannungsverhältnis |       |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|-------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
|                                 | W0                                                                              |         | W1                |         | W2                |         | K0                |       | K1                |         | K2                |         | K3                |         | K4                |         |                                                    |                                                                                                                                       |                     |       |
|                                 | Ober-<br>spannung                                                               |         | Ober-<br>spannung |         | Ober-<br>spannung |         | Ober-<br>spannung |       | Ober-<br>spannung |         | Ober-<br>spannung |         | Ober-<br>spannung |         | Ober-<br>spannung |         |                                                    |                                                                                                                                       |                     |       |
|                                 | Zug                                                                             | Druck   | Zug               | Druck   | Zug               | Druck   | Zug               | Druck | Zug               | Druck   | Zug               | Druck   | Zug               | Druck   | Zug               | Druck   |                                                    |                                                                                                                                       |                     |       |
| - 1,0                           | 169,7                                                                           | 169,7   | 135,8             | 135,8   | 118,8             | 118,8   | 168,0             | 168,0 | 150,0             | 150,0   | 126,0             | 126,0   | 90,0              | 90,0    | 54,0              | 54,0    | 98,0                                               | 178,8                                                                                                                                 | 237,6               | - 1,0 |
| - 0,9                           | 176,8                                                                           | 176,8   | 141,5             | 143,0   | 123,7             | 125,0   | 175,0             | 176,8 | 156,3             | 157,9   | 131,3             | 132,6   | 93,8              | 94,7    | 56,3              | 56,3    | 102,1                                              | 123,7                                                                                                                                 | 247,4               | - 0,9 |
| - 0,8                           | 184,5                                                                           | 188,6   | 147,7             | 151,0   | 129,1             | 132,0   | 182,6             | 186,7 | 163,0             | 166,7   | 137,0             | 140,0   | 97,8              | 100,0   | 58,7              | 60,0    | 106,5                                              | 129,1                                                                                                                                 | 258,2               | - 0,8 |
| - 0,7                           | 192,8                                                                           | 199,7   | 154,4             | 159,8   | 135,0             | 139,6   | 190,9             | 197,6 | 170,5             | 176,5   | 143,2             | 148,2   | 102,3             | 105,9   | 61,4              | 63,5    | 111,3                                              | 135,0                                                                                                                                 | 270,0               | - 0,7 |
| - 0,6                           | 202,0                                                                           | 212,1   | 161,7             | 169,8   | 141,4             | 148,5   | 200,0             | 210,0 | 178,6             | 187,5   | 150,0             | 157,5   | 107,1             | 112,5   | 64,3              | 67,5    | 116,6                                              | 141,4                                                                                                                                 | 282,8               | - 0,6 |
| - 0,5                           | 212,1                                                                           | 226,3   | 169,8             | 181,1   | 148,5             | 158,4   | 210,0             | 224,0 | 187,5             | 200,0   | 157,5             | 168,0   | 112,5             | 120,0   | 67,5              | 72,0    | 122,5                                              | 148,5                                                                                                                                 | 297,0               | - 0,5 |
| - 0,4                           | 223,3                                                                           | (242,4) | 178,7             | 194,1   | 156,3             | 169,7   | 221,1             | 240,0 | 197,4             | 214,3   | 165,8             | 180,0   | 118,4             | 128,6   | 71,1              | 77,1    | 128,9                                              | 156,3                                                                                                                                 | 312,6               | - 0,4 |
| - 0,3                           | 235,7                                                                           |         | 188,6             | 209,0   | 165,0             | 182,8   | 233,3             |       | 208,3             | 230,6   | 175,0             | 193,6   | 125,0             | 138,5   | 75,0              | 83,1    | 136,1                                              | 165,0                                                                                                                                 | 330,0               | - 0,3 |
| - 0,2                           | (249,6)                                                                         |         | 199,7             | 226,4   | 174,7             | 198,0   | (247,1)           |       | 220,6             | (250,0) | 185,3             | 210,0   | 132,4             | 150,0   | 79,4              | 90,0    | (144,1)                                            | (174,7)                                                                                                                               | 349,4               | - 0,2 |
| - 0,1                           |                                                                                 |         | 213,2             | (247,0) | 185,6             | 216,0   |                   |       | 234,4             |         | 196,9             | 229,1   | 140,8             | 163,6   | 84,4              | 98,2    |                                                    |                                                                                                                                       | 371,2               | - 0,1 |
| 0                               |                                                                                 |         | 226,4             |         | 198,0             | 237,6   |                   |       | (250,0)           |         | 210,0             | (252,0) | 150,0             | 180,0   | 90,0              | 108,0   |                                                    |                                                                                                                                       | 396,0               | 0     |
| + 0,1                           |                                                                                 |         | 230,6             |         | 203,8             | (244,6) |                   |       |                   |         | 215,2             |         | 157,2             | 188,6   | 96,5              | 115,8   |                                                    |                                                                                                                                       | 407,6               | + 0,1 |
| + 0,2                           |                                                                                 |         | 235,1             |         | 210,0             |         |                   |       |                   |         | 220,7             |         | 165,2             | 198,2   | 104,1             | 124,9   |                                                    |                                                                                                                                       | 420,0               | + 0,2 |
| + 0,3                           |                                                                                 |         | 239,6             |         | 216,6             |         |                   |       |                   |         | 226,5             |         | 174,0             | 208,8   | 112,9             | 136,5   |                                                    |                                                                                                                                       | 433,2               | + 0,3 |
| + 0,4                           |                                                                                 |         | (244,4)           |         | 223,6             |         |                   |       |                   |         | 232,6             |         | 183,8             | 220,6   | 123,3             | 148,0   |                                                    |                                                                                                                                       | 447,2               | + 0,4 |
| + 0,5                           |                                                                                 |         |                   |         | 231,1             |         |                   |       |                   |         | 239,1             |         | 194,7             | 233,6   | 135,9             | 163,1   |                                                    |                                                                                                                                       | 462,2               | + 0,5 |
| + 0,6                           |                                                                                 |         |                   |         | 239,1             |         |                   |       |                   |         | (245,9)           |         | 207,1             | (248,5) | 151,4             | 181,7   |                                                    |                                                                                                                                       | 478,2               | + 0,6 |
| + 0,7                           |                                                                                 |         |                   |         | (247,7)           |         |                   |       |                   |         |                   |         | 221,1             |         | 170,8             | 205,0   |                                                    |                                                                                                                                       | (495,4)             | + 0,7 |
| + 0,8                           |                                                                                 |         |                   |         |                   |         |                   |       |                   |         |                   |         | 237,2             |         | 195,9             | 235,1   |                                                    |                                                                                                                                       |                     | + 0,8 |
| + 0,9                           |                                                                                 |         |                   |         |                   |         |                   |       |                   |         |                   |         | (255,8)           |         | 229,7             | (275,6) |                                                    |                                                                                                                                       |                     | + 0,9 |
| + 1,0                           | 240,0                                                                           | 240,0   | 240,0             | 240,0   | 240,0             | 240,0   | 240,0             | 240,0 | 240,0             | 240,0   | 240,0             | 240,0   | 240,0             | 240,0   | 240,0             | 240,0   | 138,6                                              | 169,7                                                                                                                                 | 480,0               | + 1,0 |

|                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\alpha$ 160,0 | -      | -      | -0,622 | -0,698 | -0,356 | -0,485 | -      | -      | -0,843 | -0,875 | -0,488 | -0,575 | +0,136 | -0,125 | +0,647 | +0,481 |
| $\alpha$ 240,0 | -0,268 | -0,414 | +0,316 | -0,132 | +0,611 | +0,035 | -0,250 | -0,400 | -0,063 | -0,250 | +0,514 | -0,050 | +0,816 | +0,544 | +0,925 | +0,814 |

Tabelle 11

St 37 Beanspruchungsgruppe B 5

| Spannungsverhältnis | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |         |       |         |       |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in Bauteilen | Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschneitig $\tau_{a,Be}$ | Spannungsverhältnis |       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
|                     | W0                                                                              |         | W1      |         | W2      |         | K0      |         | K1      |         | K2    |         | K3    |         | K4    |         |                                                    |                                                                                                                              |                     |       |
|                     | Zug                                                                             | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug   | Druck   | Zug   | Druck   | Zug   | Druck   |                                                    |                                                                                                                              |                     |       |
| - 1,0               | 142,7                                                                           | 142,7   | 114,2   | 114,2   | 99,9    | 99,9    | 118,8   | 118,8   | 106,1   | 106,1   | 89,1  | 89,1    | 63,6  | 63,6    | 38,2  | 38,2    | 82,4                                               | 79,9                                                                                                                         | 199,8               | - 1,0 |
| - 0,9               | 148,7                                                                           | 150,2   | 119,0   | 120,2   | 104,1   | 105,2   | 123,8   | 125,1   | 110,5   | 111,7   | 92,8  | 93,8    | 66,3  | 67,0    | 39,8  | 40,2    | 85,8                                               | 83,3                                                                                                                         | 208,2               | - 0,9 |
| - 0,8               | 155,1                                                                           | 158,6   | 124,0   | 126,9   | 108,6   | 111,0   | 129,1   | 132,0   | 115,3   | 117,9   | 96,8  | 99,0    | 69,2  | 70,7    | 41,5  | 42,4    | 89,5                                               | 86,9                                                                                                                         | 217,2               | - 0,8 |
| - 0,7               | 162,2                                                                           | 167,9   | 129,7   | 134,3   | 113,5   | 117,5   | 135,0   | 139,8   | 120,6   | 124,8   | 101,2 | 104,8   | 72,3  | 74,9    | 43,4  | 44,9    | 93,6                                               | 90,8                                                                                                                         | 227,0               | - 0,7 |
| - 0,6               | 169,9                                                                           | 178,4   | 135,9   | 142,7   | 118,9   | 124,9   | 141,4   | 148,5   | 126,3   | 132,6   | 106,1 | 111,4   | 75,8  | 79,5    | 45,5  | 47,7    | 98,1                                               | 95,1                                                                                                                         | 237,8               | - 0,6 |
| - 0,5               | 178,4                                                                           | 190,3   | 142,7   | 152,2   | 124,9   | 133,2   | 148,5   | 158,4   | 132,6   | 141,5   | 111,4 | 118,8   | 79,5  | 84,9    | 47,7  | 50,9    | 103,0                                              | 99,9                                                                                                                         | 249,8               | - 0,5 |
| - 0,4               | 187,8                                                                           | 203,9   | 150,2   | 163,2   | 131,4   | 142,7   | 156,3   | 169,7   | 139,6   | 151,6   | 117,2 | 127,3   | 83,7  | 90,9    | 50,2  | 54,5    | 108,4                                              | 105,1                                                                                                                        | 262,8               | - 0,4 |
| - 0,3               | 198,2                                                                           | 219,5   | 158,6   | 175,7   | 138,7   | 153,7   | 165,0   | 182,8   | 147,4   | 163,2   | 123,7 | 137,1   | 88,4  | 97,9    | 53,0  | 58,7    | 114,4                                              | 111,0                                                                                                                        | 277,4               | - 0,3 |
| - 0,2               | 209,9                                                                           | 237,8   | 167,9   | 190,4   | 146,9   | 166,5   | 174,7   | 198,0   | 156,0   | 176,8   | 131,0 | 148,5   | 93,6  | 106,1   | 56,1  | 63,6    | 121,2                                              | 117,5                                                                                                                        | 293,8               | - 0,2 |
| - 0,1               | 223,0                                                                           | (259,5) | 178,4   | 207,6   | 156,1   | 181,6   | 185,6   | 216,0   | 165,8   | 192,9   | 139,2 | 162,0   | 99,4  | 115,7   | 59,7  | 69,4    | 128,7                                              | 124,9                                                                                                                        | 312,2               | - 0,1 |
| 0                   | 237,8                                                                           |         | 190,3   | 228,4   | 166,5   | 199,8   | 198,0   | 237,6   | 176,8   | 212,2   | 148,5 | 178,2   | 106,1 | 127,3   | 63,6  | 76,4    | 137,3                                              | 133,2                                                                                                                        | 333,0               | 0     |
| + 0,1               | (241,3)                                                                         |         | 196,5   | 235,8   | 173,4   | 208,1   | 203,6   | (244,6) | 183,5   | 220,2   | 155,7 | 186,8   | 113,1 | 135,7   | 68,9  | 82,7    | (139,3)                                            | 138,7                                                                                                                        | 346,8               | + 0,1 |
| + 0,2               |                                                                                 |         | 203,1   | (243,7) | 181,0   | 217,2   | 210,0   |         | 190,6   | 228,7   | 163,7 | 196,4   | 121,1 | 145,3   | 75,2  | 90,2    |                                                    | 144,8                                                                                                                        | 362,0               | + 0,2 |
| + 0,3               |                                                                                 |         | 210,1   |         | 189,2   | 227,0   | 216,6   |         | 198,4   | 238,1   | 172,6 | 207,1   | 130,2 | 156,2   | 82,7  | 99,2    |                                                    | 151,4                                                                                                                        | 378,4               | + 0,3 |
| + 0,4               |                                                                                 |         | 217,7   |         | 198,2   | 237,8   | 223,6   |         | 206,8   | (248,2) | 182,4 | 218,9   | 140,9 | 169,1   | 92,0  | 110,4   |                                                    | 158,6                                                                                                                        | 396,4               | + 0,4 |
| + 0,5               |                                                                                 |         | 225,8   |         | 208,1   | (249,7) | 231,1   |         | 216,0   |         | 193,5 | 232,2   | 153,5 | 184,2   | 103,5 | 124,2   |                                                    | 166,5                                                                                                                        | 416,2               | + 0,5 |
| + 0,6               |                                                                                 |         | 234,5   |         | 219,1   |         | 239,1   |         | 226,0   |         | 205,9 | (247,1) | 168,6 | 202,3   | 118,3 | 142,0   |                                                    | 175,3                                                                                                                        | 438,2               | + 0,6 |
| + 0,7               |                                                                                 |         | (244,0) |         | 231,3   |         | (247,7) |         | 237,0   |         | 220,1 |         | 186,8 | 224,3   | 138,1 | 165,7   |                                                    | 185,0                                                                                                                        | 462,6               | + 0,7 |
| + 0,8               |                                                                                 |         |         |         | (244,9) |         |         |         | (249,1) |         | 236,4 |         | 209,7 | (251,6) | 165,9 | 199,1   |                                                    | (195,9)                                                                                                                      | (489,8)             | + 0,8 |
| + 0,9               |                                                                                 |         |         |         |         |         |         |         | (255,3) |         | 238,9 |         | 238,9 |         | 207,7 | (249,2) |                                                    |                                                                                                                              |                     | + 0,9 |
| + 1,0               | 240,0                                                                           | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0   | 240,0 | 240,0   | 240,0 | 240,0   | 240,0 | 240,0   | 138,6                                              | 192,0                                                                                                                        | 480,0               | + 1,0 |

|              |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\chi$ 160,0 | - 0,730 | - 0,764 | - 0,285 | - 0,428 | - 0,080 | - 0,249 | - 0,356 | - 0,485 | - 0,158 | - 0,326 | + 0,155 | - 0,114 | + 0,545 | + 0,331 | + 0,782 | + 0,678 |
| $\chi$ 240,0 | + 0,064 | - 0,189 | + 0,659 | + 0,154 | + 0,765 | + 0,419 | + 0,611 | + 0,035 | + 0,726 | + 0,319 | + 0,820 | + 0,554 | + 0,903 | + 0,760 | + 0,954 | + 0,885 |

|            |                         |
|------------|-------------------------|
| Tabelle 12 |                         |
| St 37      | Beanspruchungsgruppe B6 |

| Spannungsverhältnis | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |                         |                         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |         |         |         |         |       | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in Bauteilen | Zulässige Scher- und Leibungs-<br>spannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig | Spannungsverhältnis |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                     | W0<br>Ober-<br>spannung                                                         | W1<br>Ober-<br>spannung | W2<br>Ober-<br>spannung | K0<br>Ober-<br>spannung |         | K1<br>Ober-<br>spannung |         | K2<br>Ober-<br>spannung |         | K3<br>Ober-<br>spannung |         | K4<br>Ober-<br>spannung |         |         |         |         |         |       |                                                    |                                                                                                                     |                     |
|                     |                                                                                 |                         |                         | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug     | Druck   |         |         |       |                                                    |                                                                                                                     |                     |
|                     |                                                                                 |                         |                         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |         |         |         |         |       |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 1,0               | 120,0                                                                           | 120,0                   | 96,0                    | 96,0                    | 84,0    | 84,0                    | 75,0    | 75,0                    | 63,0    | 63,0                    | 45,0    | 45,0                    | 27,0    | 27,0    | 59,4    | 67,2    | 168,0   | - 1,0 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 0,9               | 125,0                                                                           | 126,3                   | 100,0                   | 101,1                   | 87,5    | 88,4                    | 78,1    | 78,9                    | 65,6    | 66,3                    | 46,9    | 47,4                    | 28,1    | 28,4    | 61,9    | 70,0    | 175,0   | - 0,9 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 0,8               | 130,4                                                                           | 133,3                   | 104,3                   | 106,6                   | 91,3    | 93,3                    | 81,5    | 83,3                    | 68,5    | 70,0                    | 48,9    | 50,0                    | 29,3    | 30,0    | 64,6    | 73,0    | 182,6   | - 0,8 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 0,7               | 136,4                                                                           | 141,2                   | 109,1                   | 112,9                   | 95,5    | 98,8                    | 85,2    | 88,2                    | 71,6    | 74,1                    | 51,1    | 52,9                    | 30,7    | 31,8    | 67,5    | 76,4    | 191,0   | - 0,7 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 0,6               | 142,9                                                                           | 150,0                   | 114,3                   | 120,0                   | 100,0   | 105,0                   | 89,3    | 93,8                    | 75,0    | 78,8                    | 53,6    | 56,3                    | 32,1    | 33,8    | 70,7    | 80,0    | 200,0   | - 0,6 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 0,5               | 150,0                                                                           | 160,0                   | 120,0                   | 128,0                   | 105,0   | 112,0                   | 93,8    | 100,0                   | 78,8    | 84,0                    | 56,3    | 60,0                    | 33,8    | 36,0    | 74,2    | 84,0    | 210,0   | - 0,5 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 0,4               | 157,9                                                                           | 171,4                   | 126,3                   | 137,1                   | 110,5   | 120,0                   | 98,7    | 107,1                   | 82,9    | 90,0                    | 59,2    | 64,3                    | 35,5    | 38,6    | 78,1    | 88,4    | 221,0   | - 0,4 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 0,3               | 166,7                                                                           | 184,6                   | 133,4                   | 147,7                   | 116,7   | 128,2                   | 104,2   | 115,4                   | 87,5    | 96,9                    | 62,5    | 69,2                    | 37,5    | 41,5    | 82,5    | 93,4    | 233,4   | - 0,3 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 0,2               | 176,5                                                                           | 200,0                   | 141,2                   | 160,0                   | 123,5   | 140,0                   | 110,3   | 125,0                   | 92,8    | 105,0                   | 66,2    | 75,0                    | 39,7    | 45,0    | 101,9   | 98,8    | 247,0   | - 0,2 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| - 0,1               | 187,5                                                                           | 218,2                   | 150,0                   | 174,6                   | 131,3   | 152,7                   | 117,2   | 136,4                   | 98,4    | 114,5                   | 70,3    | 81,8                    | 42,2    | 49,1    | 108,3   | 105,0   | 262,6   | - 0,1 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| 0                   | 200,0                                                                           | 240,0                   | 160,0                   | 192,0                   | 140,0   | 168,0                   | 125,0   | 150,0                   | 105,0   | 126,0                   | 75,0    | 90,0                    | 45,0    | 54,0    | 115,5   | 112,0   | 280,0   | 0     |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 0,1               | 205,7                                                                           |                         | 167,1                   | 200,5                   | 147,3   | 176,8                   | 132,3   | 158,8                   | 112,0   | 134,4                   | 80,9    | 97,1                    | 49,1    | 58,9    | 118,8   | 117,8   | 294,6   | + 0,1 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 0,2               | 211,8                                                                           |                         | 174,8                   | 209,8                   | 155,4   | 186,5                   | 140,4   | 169,5                   | 119,9   | 143,9                   | 87,6    | 105,4                   | 54,1    | 64,9    | 122,3   | 124,3   | 310,8   | + 0,2 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 0,3               | 218,3                                                                           |                         | 183,3                   | 220,0                   | 164,4   | 197,3                   | 149,7   | 178,6                   | 128,1   | 154,9                   | 96,0    | 115,2                   | 60,1    | 72,1    | 126,0   | 131,5   | 328,8   | + 0,3 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 0,4               | 225,2                                                                           |                         | 192,6                   | 231,1                   | 174,6   | 208,5                   | 160,2   | 192,2                   | 139,7   | 167,6                   | 105,9   | 127,1                   | 67,7    | 81,2    | 130,0   | 139,7   | 349,2   | + 0,4 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 0,5               | 232,5                                                                           |                         | 203,0                   | (243,6)                 | 186,1   | 223,3                   | 172,4   | 206,9                   | 152,4   | 182,9                   | 116,1   | 141,7                   | 77,4    | 92,9    | 134,2   | 148,9   | 372,2   | + 0,5 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 0,6               | (240,3)                                                                         |                         | 214,5                   |                         | 199,2   | 239,1                   | 186,5   | 223,8                   | 167,5   | 201,0                   | 133,4   | 160,1                   | 90,5    | 108,6   | (138,7) | 159,4   | 398,4   | + 0,6 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 0,7               |                                                                                 |                         | 227,4                   | (242,0)                 | 214,3   | (257,2)                 | 203,1   | (243,7)                 | 185,9   | 223,1                   | 153,3   | 184,0                   | 108,8   | 130,6   |         | 171,4   | 428,6   | + 0,7 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 0,8               |                                                                                 |                         |                         |                         | 231,9   |                         | 223,1   |                         | 208,9   | (250,7)                 | 180,2   | 216,2                   | 136,5   | 163,8   |         | 185,5   | 463,8   | + 0,8 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 0,9               |                                                                                 |                         |                         |                         | (252,7) |                         | (247,3) |                         | 238,3   |                         | 218,5   | (262,2)                 | 183,0   | 219,6   | (178,7) | (202,2) | (505,4) | + 0,9 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| + 1,0               | 240,0                                                                           | 240,0                   | 240,0                   | 240,0                   | 240,0   | 240,0                   | 240,0   | 240,0                   | (277,5) | 240,0                   | (277,5) | 240,0                   | (277,5) | (333,0) | 138,6   | 192,0   | 480,0   | + 1,0 |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| $\alpha$ 160,0      | - 0,375                                                                         | - 0,500                 | 0                       | - 0,200                 | + 0,252 | - 0,050                 | + 0,398 | + 0,114                 | + 0,553 | + 0,342                 | + 0,728 | + 0,600                 | + 0,858 | + 0,790 |         |         |         |       |                                                    |                                                                                                                     |                     |
| $\alpha$ 240,0      | + 0,597                                                                         | 0                       | + 0,787                 | + 0,472                 | + 0,841 | + 0,605                 | + 0,872 | + 0,682                 | + 0,905 | + 0,764                 | + 0,942 | + 0,857                 | + 0,970 | + 0,925 |         |         |         |       |                                                    |                                                                                                                     |                     |

Tabelle 13

Beanspruchungsgruppe  
**B 1**

## 6.3.2 Zulässige Spannungen für St 52 (Tabellen 13 bis 18)

| Spannungsverhältnis<br>$\kappa$ | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{BE}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         |                         |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in Bauteilen |                 | Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschneitig | Spannungsverhältnis<br>$\kappa$ |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|----------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                 | W0<br>Ober-<br>spannung                                                         |         | W1<br>Ober-<br>spannung |         | W2<br>Ober-<br>spannung |         | K0<br>Ober-<br>spannung |       | K1<br>Ober-<br>spannung |       | K2<br>Ober-<br>spannung |         | K3<br>Ober-<br>spannung |         | K4<br>Ober-<br>spannung |         |                                                    |                 |                                                                                                                |                                 |
|                                 | Zug                                                                             | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck | Zug                     | Druck | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | $\tau_{Be}$ in Schweißnähten                       | $\sigma_{I,Be}$ |                                                                                                                |                                 |
| - 1,0                           | (388,4)                                                                         | (388,4) | 308,9                   | 308,9   | 247,2                   | 247,2   |                         |       |                         |       | 356,4                   | 356,4   | 254,6                   | 254,6   | 152,7                   | 152,7   | 197,8                                              | 494,4           | - 1,0                                                                                                          |                                 |
| - 0,9                           |                                                                                 |         | 321,8                   | 325,2   | 257,5                   | 260,2   |                         |       |                         |       | (371,3)                 | (375,2) | 265,2                   | 268,0   | 159,1                   | 160,7   | 206,0                                              | 515,0           | - 0,9                                                                                                          |                                 |
| - 0,8                           |                                                                                 |         | 335,8                   | 343,2   | 268,7                   | 274,7   |                         |       |                         |       |                         |         | 276,7                   | 282,9   | 166,0                   | 169,7   | 215,0                                              | 537,4           | - 0,8                                                                                                          |                                 |
| - 0,7                           |                                                                                 |         | 351,0                   | (363,4) | 280,9                   | 290,8   |                         |       |                         |       |                         |         | 289,3                   | 299,5   | 173,5                   | 179,6   | 224,7                                              | 561,8           | - 0,7                                                                                                          |                                 |
| - 0,6                           |                                                                                 |         | (367,7)                 |         | 294,3                   | 309,0   | wie W0                  |       | wie W0                  |       |                         |         | 303,1                   | 318,3   | 181,8                   | 190,9   | 235,4                                              | 588,6           | - 0,6                                                                                                          |                                 |
| - 0,5                           |                                                                                 |         |                         |         | 309,0                   | 329,6   |                         |       |                         |       |                         |         | 318,3                   | 339,5   | 190,9                   | 203,6   | 247,2                                              | 618,0           | - 0,5                                                                                                          |                                 |
| - 0,4                           |                                                                                 |         |                         |         | 325,3                   | 353,1   |                         |       |                         |       |                         |         | 335,0                   | (363,7) | 200,9                   | 218,1   | 260,2                                              | 650,6           | - 0,4                                                                                                          |                                 |
| - 0,3                           |                                                                                 |         |                         |         | 343,3                   | (360,3) |                         |       |                         |       |                         |         | 353,6                   |         | 212,1                   | 234,9   | 274,6                                              | 686,6           | - 0,3                                                                                                          |                                 |
| - 0,2                           |                                                                                 |         |                         |         | (363,5)                 |         |                         |       |                         |       |                         |         | (374,4)                 |         | 224,6                   | 254,5   | (290,8)                                            | (727,0)         | - 0,2                                                                                                          |                                 |
| - 0,1                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 238,6                   | 277,6   |                                                    |                 | - 0,1                                                                                                          |                                 |
| 0                               |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 254,5                   | 305,4   |                                                    |                 | 0                                                                                                              |                                 |
| + 0,1                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 263,7                   | 316,4   |                                                    |                 | + 0,1                                                                                                          |                                 |
| + 0,2                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 273,5                   | 328,2   |                                                    |                 | + 0,2                                                                                                          |                                 |
| + 0,3                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 284,1                   | 340,9   |                                                    |                 | + 0,3                                                                                                          |                                 |
| + 0,4                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 295,6                   | 354,7   |                                                    |                 | + 0,4                                                                                                          |                                 |
| + 0,5                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 308,0                   | (369,6) |                                                    |                 | + 0,5                                                                                                          |                                 |
| + 0,6                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 321,5                   |         |                                                    |                 | + 0,6                                                                                                          |                                 |
| + 0,7                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 336,3                   |         |                                                    |                 | + 0,7                                                                                                          |                                 |
| + 0,8                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | 352,5                   |         |                                                    |                 | + 0,8                                                                                                          |                                 |
| + 0,9                           |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         | (370,3)                 |         |                                                    |                 | + 0,9                                                                                                          |                                 |
| + 1,0                           | 360,0                                                                           | 360,0   | 360,0                   | 360,0   | 360,0                   | 360,0   | 360,0                   | 360,0 | 360,0                   | 360,0 | 360,0                   | 360,0   | 360,0                   | 360,0   | 360,0                   | 360,0   | 288,0                                              | 720,0           | + 1,0                                                                                                          |                                 |
|                                 |                                                                                 |         |                         |         |                         |         |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         |                         |         | 207,8                                              | 254,6           |                                                                                                                |                                 |

|                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |   |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|--------|
| $\kappa$ 240,0 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | - | -0,091 | -0,273 |
| $\kappa$ 360,0 | -1,000 | -1,000 | -0,645 | -0,716 | -0,217 | -0,373 | -1,000 | -1,000 | -1,000 | -1,000 | -0,975 | -0,980 | -0,268 | -0,414 | +0,843 | +0,437 |   |        |        |

Tabelle 14

Beanspruchungsgruppe  
**B 2**

**St 52**

| Spannungsverhältnis | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |         |         |         |         |         |         |       |         |         |         |       |         |       |         |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in Schweißnähten | Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig |                  | Spannungsverhältnis |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|---------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|
|                     | W 0                                                                             |         | W 1     |         | W 2     |         | K 0     |       | K 1     |         | K 2     |       | K 3     |       | K 4     |         |                                                        |                                                                                                                |                  |                     |
|                     |                                                                                 |         |         |         |         |         |         |       |         |         |         |       |         |       |         |         |                                                        |                                                                                                                |                  |                     |
| $\lambda$           | Zug                                                                             | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck | Zug     | Druck   | Zug     | Druck | Zug     | Druck | Zug     | Druck   | Zug                                                    | Druck                                                                                                          | $\sigma_{t, Be}$ | $\lambda$           |
| - 1,0               | 313,0                                                                           | 313,0   | 249,0   | 249,0   | 199,2   | 199,2   |         |       | 300,0   | 300,0   | 252,0   | 252,0 | 180,0   | 180,0 | 108,0   | 108,0   | 180,7                                                  | 221,3                                                                                                          | 398,4            | - 1,0               |
| - 0,9               | 326,0                                                                           | 329,5   | 259,4   | 262,1   | 207,5   | 209,7   |         |       | 312,5   | 315,8   | 262,5   | 265,3 | 187,5   | 189,5 | 112,5   | 113,7   | 186,2                                                  | 230,5                                                                                                          | 415,0            | - 0,9               |
| - 0,8               | 340,2                                                                           | 347,8   | 270,7   | 276,7   | 216,5   | 221,3   |         |       | 326,1   | 333,3   | 273,9   | 280,0 | 195,7   | 200,0 | 117,4   | 120,0   | 196,4                                                  | 240,6                                                                                                          | 433,0            | - 0,8               |
| - 0,7               | 355,7                                                                           | (368,2) | 283,0   | 292,9   | 226,4   | 234,4   |         |       | 340,9   | 352,9   | 286,4   | 296,5 | 204,5   | 211,8 | 122,7   | 127,1   | 205,4                                                  | 251,5                                                                                                          | 452,8            | - 0,7               |
| - 0,6               | (372,6)                                                                         |         | 296,4   | 311,3   | 237,1   | 249,0   | wie W 0 |       | 357,1   | (375,0) | 300,0   | 315,0 | 214,3   | 225,0 | 128,6   | 135,0   | (215,1)                                                | (263,5)                                                                                                        | 474,2            | - 0,6               |
| - 0,5               |                                                                                 |         | 311,3   | 332,0   | 249,0   | 265,6   |         |       | (375,0) |         | 315,0   | 336,0 | 225,0   | 240,0 | 135,0   | 144,0   |                                                        |                                                                                                                | 498,0            | - 0,5               |
| - 0,4               |                                                                                 |         | 327,6   | 355,7   | 262,1   | 284,6   |         |       |         |         | 331,6   | 360,0 | 238,8   | 257,1 | 142,1   | 154,3   |                                                        |                                                                                                                | 524,2            | - 0,4               |
| - 0,3               |                                                                                 |         | 345,8   | (383,1) | 276,7   | 306,5   |         |       |         |         | 350,0   |       | 250,0   | 276,9 | 150,0   | 168,2   |                                                        |                                                                                                                | 553,4            | - 0,3               |
| - 0,2               |                                                                                 |         | (366,2) |         | 292,9   | 332,0   |         |       |         |         | (370,6) |       | 264,7   | 300,0 | 158,8   | 180,0   |                                                        |                                                                                                                | 585,8            | - 0,2               |
| - 0,1               |                                                                                 |         |         |         | 311,3   | (362,2) |         |       |         |         |         |       | 281,3   | 327,3 | 168,8   | 196,4   |                                                        |                                                                                                                | 622,6            | - 0,1               |
| 0                   |                                                                                 |         |         |         | 332,0   |         |         |       |         |         |         |       | 300,0   | 360,0 | 180,0   | 216,0   |                                                        |                                                                                                                | 664,0            | 0                   |
| + 0,1               |                                                                                 |         |         |         | 337,0   |         |         |       |         |         |         |       | 307,1   |       | 190,2   | 228,2   |                                                        |                                                                                                                | 674,0            | + 0,1               |
| + 0,2               |                                                                                 |         |         |         | 342,2   |         |         |       |         |         |         |       | 314,5   |       | 201,7   | 242,0   |                                                        |                                                                                                                | 684,4            | + 0,2               |
| + 0,3               |                                                                                 |         |         |         | 347,5   |         |         |       |         |         |         |       | 322,3   |       | 214,7   | 257,6   |                                                        |                                                                                                                | 695,0            | + 0,3               |
| + 0,4               |                                                                                 |         |         |         | 353,0   |         |         |       |         |         |         |       | 330,5   |       | 229,4   | 275,2   |                                                        |                                                                                                                | 706,0            | + 0,4               |
| + 0,5               |                                                                                 |         |         |         | 358,7   |         |         |       |         |         |         |       | 339,1   |       | 246,3   | 295,6   |                                                        |                                                                                                                | 717,4            | + 0,5               |
| + 0,6               |                                                                                 |         |         |         | (364,5) |         |         |       |         |         |         |       | 348,2   |       | 265,9   | 319,1   |                                                        |                                                                                                                | (729,0)          | + 0,6               |
| + 0,7               |                                                                                 |         |         |         |         |         |         |       |         |         |         |       | 357,8   |       | 288,9   | 346,7   |                                                        |                                                                                                                |                  | + 0,7               |
| + 0,8               |                                                                                 |         |         |         |         |         |         |       |         |         |         |       | (367,9) |       | 316,2   | (379,4) |                                                        |                                                                                                                |                  | + 0,8               |
| + 0,9               |                                                                                 |         |         |         |         |         |         |       |         |         |         |       |         |       | 349,3   |         |                                                        |                                                                                                                |                  | + 0,9               |
| + 1,0               | 360,0                                                                           | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0 | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0 | 360,0   | 360,0 | (390,0) | 360,0   | 207,8                                                  | 254,6                                                                                                          |                  | + 1,0               |

|                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\lambda$ 240,0 | -      | -      | -      | -      | -0,575 | -0,660 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -0,375 | -0,500 | +0,464 | +0,186 |
| $\lambda$ 360,0 | -0,674 | -0,739 | -0,229 | -0,383 | +0,523 | -0,107 | -0,674 | -0,739 | -0,583 | -0,667 | -0,250 | -0,400 | +0,722 | 0,000  | +0,926 | +0,743 |

Tabelle 15

Beanspruchungsgruppe  
**B3**

| Spannungs-<br>verhältnis<br>$\alpha$ | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in $N/mm^2$ in den Kerbfällen |         |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in $N/mm^2$ in Schweißnähten |                          | Zulässige Scher- und<br>Leibungs-<br>spannungen für<br>genietete und geschraubte<br>Verbindungen<br>gestützt oder mehrschnittig |                  | Spannungs-<br>verhältnis<br>$\alpha$ |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
|                                      | W0                                                                     |         | W1    |         | W2      |         | K0      |         | K1      |         | K2      |         | K3      |         | K4      |         | in<br>Bau-<br>teilen                                               | in<br>Schweiß-<br>nähten | $\sigma_{t, Be}$                                                                                                                | $\sigma_{l, Be}$ |                                      |
|                                      | Zug                                                                    | Druck   | Zug   | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   |                                                                    |                          |                                                                                                                                 |                  |                                      |
| - 1,0                                | 252,2                                                                  | 252,2   | 200,6 | 200,6   | 160,5   | 160,5   | 237,6   | 237,6   | 212,1   | 212,1   | 178,2   | 178,2   | 127,3   | 127,3   | 76,4    | 76,4    | 145,6                                                              | 168,0                    | 321,0                                                                                                                           | - 1,0            |                                      |
| - 0,9                                | 262,6                                                                  | 265,5   | 208,9 | 211,1   | 167,2   | 168,9   | 247,5   | 250,1   | 220,9   | 223,3   | 185,6   | 187,6   | 132,6   | 134,0   | 79,5    | 80,4    | 151,6                                                              | 175,0                    | 334,4                                                                                                                           | - 0,9            |                                      |
| - 0,8                                | 274,1                                                                  | 280,2   | 218,0 | 222,8   | 174,5   | 178,3   | 258,3   | 264,0   | 230,5   | 235,7   | 193,7   | 198,0   | 138,3   | 141,4   | 83,0    | 84,9    | 158,2                                                              | 182,6                    | 349,0                                                                                                                           | - 0,8            |                                      |
| - 0,7                                | 286,6                                                                  | 296,6   | 228,0 | 236,0   | 182,4   | 188,8   | 270,0   | 279,5   | 241,0   | 249,5   | 202,5   | 209,6   | 144,6   | 149,7   | 86,8    | 89,8    | 165,5                                                              | 190,9                    | 364,8                                                                                                                           | - 0,7            |                                      |
| - 0,6                                | 330,3                                                                  | 315,2   | 238,8 | 250,7   | 191,1   | 200,6   | 282,9   | 297,0   | 252,5   | 265,1   | 212,1   | 222,7   | 151,5   | 159,1   | 90,9    | 95,5    | 173,4                                                              | 200,0                    | 382,2                                                                                                                           | - 0,6            |                                      |
| - 0,5                                | 315,2                                                                  | 336,2   | 250,7 | 267,5   | 200,6   | 214,0   | 297,0   | 316,8   | 265,1   | 282,8   | 222,7   | 237,6   | 159,1   | 169,7   | 95,5    | 101,8   | 182,0                                                              | 210,0                    | 401,2                                                                                                                           | - 0,5            |                                      |
| - 0,4                                | 331,8                                                                  | (360,2) | 263,9 | 286,5   | 211,2   | 229,3   | 312,6   | 339,4   | 279,1   | 303,0   | 234,5   | 254,6   | 167,5   | 181,8   | 100,5   | 108,1   | 191,6                                                              | 221,0                    | 422,4                                                                                                                           | - 0,4            |                                      |
| - 0,3                                | 350,3                                                                  |         | 278,6 | 308,6   | 222,9   | 246,9   | 330,0   | (365,5) | 294,6   | 326,3   | 247,5   | 274,1   | 178,8   | 195,8   | 106,1   | 117,5   | 202,2                                                              | 233,3                    | 445,8                                                                                                                           | - 0,3            |                                      |
| - 0,2                                | (370,9)                                                                |         | 295,0 | 334,3   | 236,0   | 267,5   | 349,4   |         | 311,9   | 353,5   | 262,0   | 297,0   | 187,2   | 212,1   | 112,3   | 127,3   | (214,1)                                                            | 247,1                    | 472,0                                                                                                                           | - 0,2            |                                      |
| - 0,1                                |                                                                        |         | 313,4 | (364,7) | 250,8   | 291,8   | (371,3) |         | 331,4   | (365,6) | 278,4   | 324,0   | 199,9   | 231,4   | 119,3   | 138,8   |                                                                    | (262,6)                  | 501,6                                                                                                                           | - 0,1            |                                      |
| 0                                    |                                                                        |         | 334,3 |         | 267,5   | 321,0   |         |         | 353,5   |         | 297,0   | 356,4   | 212,1   | 254,6   | 127,3   | 152,8   |                                                                    |                          | 535,0                                                                                                                           | 0                |                                      |
| + 0,1                                |                                                                        |         | 339,1 |         | 276,2   | 331,4   |         |         | 356,8   |         | 304,3   | (365,2) | 222,2   | 266,6   | 136,5   | 163,8   |                                                                    |                          | 552,4                                                                                                                           | + 0,1            |                                      |
| + 0,2                                |                                                                        |         | 344,1 |         | 285,4   | 342,5   |         |         | (360,2) |         | 311,9   |         | 233,4   | 280,1   | 147,1   | 176,5   |                                                                    |                          | 570,8                                                                                                                           | + 0,2            |                                      |
| + 0,3                                |                                                                        |         | 349,3 |         | 295,3   | 354,4   |         |         |         |         | 319,9   |         | 245,7   | 294,8   | 159,5   | 191,4   |                                                                    |                          | 590,6                                                                                                                           | + 0,3            |                                      |
| + 0,4                                |                                                                        |         | 354,6 |         | 305,9   | (367,1) |         |         |         |         | 328,3   |         | 259,4   | 311,3   | 174,2   | 209,0   |                                                                    |                          | 611,8                                                                                                                           | + 0,4            |                                      |
| + 0,5                                |                                                                        |         | 360,0 |         | 317,3   |         |         |         |         |         | 337,2   |         | 274,8   | 329,8   | 191,9   | 230,3   |                                                                    |                          | 634,6                                                                                                                           | + 0,5            |                                      |
| + 0,6                                |                                                                        |         |       |         | 329,6   |         |         |         |         |         | 346,6   |         | 292,0   | 350,4   | 213,6   | 256,3   |                                                                    |                          | 659,2                                                                                                                           | + 0,6            |                                      |
| + 0,7                                |                                                                        |         |       |         | 342,9   |         |         |         |         |         | 356,5   |         | 311,6   | (373,9) | 240,9   | 289,1   |                                                                    |                          | 685,8                                                                                                                           | + 0,7            |                                      |
| + 0,8                                |                                                                        |         |       |         | 357,3   |         |         |         |         |         | (367,0) |         | 334,0   |         | 276,1   | 331,3   |                                                                    |                          | 714,6                                                                                                                           | + 0,8            |                                      |
| + 0,9                                |                                                                        |         |       |         | (372,9) |         |         |         |         |         |         |         | 359,8   |         | 323,3   | (388,0) |                                                                    |                          | (745,8)                                                                                                                         | + 0,9            |                                      |
| + 1,0                                | 360,0                                                                  | 360,0   | 360,0 | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | (390,0) | 360,0   | (390,0) | 360,0   | 207,8                                                              | 254,6                    | 720,0                                                                                                                           | + 1,0            |                                      |

|                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\alpha$ 240,0 | -      | -      | -0,590 | -0,671 | -0,172 | -0,338 | -0,975 | -0,980 | -0,709 | -0,768 | -0,356 | -0,485 | +0,255 | -0,081 | +0,697 | +0,539 |
| $\alpha$ 360,0 | -0,251 | -0,401 | +0,500 | -0,114 | +0,818 | +0,345 | -0,150 | -0,320 | +0,193 | -0,178 | +0,734 | +0,042 | +0,901 | +0,642 | +0,959 | +0,855 |

Tabelle 16

St 52

Beanspruchungsgruppe B 4

| Spannungsverhältnis | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                  |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in Schweißnähten | Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschneitig |  | Spannungsverhältnis |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|---------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------|
|                     | W0                                                                              | W1      | W2      |         | K0      |         | K1      |         | K2      |         | K3      |         | K4      |         |         |         |                  |         |                                                        |                                                                                                                |  |                     |
|                     |                                                                                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                  |         |                                                        |                                                                                                                |  |                     |
|                     |                                                                                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                  |         |                                                        |                                                                                                                |  |                     |
| $\chi$              | Zug                                                                             | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | $\sigma_{I, Be}$ | $\chi$  |                                                        |                                                                                                                |  |                     |
| - 1,0               | 203,2                                                                           | 203,2   | 161,7   | 161,7   | 129,3   | 129,3   | 168,0   | 168,0   | 150,0   | 150,0   | 126,0   | 126,0   | 90,0    | 90,0    | 54,0    | 54,0    | 117,3            | 118,8   | 258,6                                                  | - 1,0                                                                                                          |  |                     |
| - 0,9               | 211,7                                                                           | 213,9   | 168,4   | 170,1   | 134,7   | 136,2   | 175,0   | 176,8   | 156,3   | 157,9   | 131,3   | 132,6   | 93,8    | 94,7    | 56,3    | 56,8    | 122,2            | 123,7   | 269,4                                                  | - 0,9                                                                                                          |  |                     |
| - 0,8               | 220,8                                                                           | 225,7   | 175,7   | 179,6   | 140,6   | 143,7   | 182,6   | 186,7   | 163,0   | 166,7   | 137,0   | 140,0   | 97,8    | 100,0   | 58,7    | 60,0    | 127,5            | 129,1   | 281,2                                                  | - 0,8                                                                                                          |  |                     |
| - 0,7               | 230,9                                                                           | 239,0   | 183,7   | 190,2   | 147,0   | 152,2   | 190,9   | 197,8   | 170,5   | 176,5   | 143,2   | 148,2   | 102,3   | 105,9   | 61,4    | 63,5    | 133,3            | 135,0   | 294,0                                                  | - 0,7                                                                                                          |  |                     |
| - 0,6               | 241,9                                                                           | 254,0   | 192,5   | 202,0   | 154,0   | 161,7   | 200,0   | 210,0   | 178,6   | 187,5   | 150,0   | 157,5   | 107,1   | 112,5   | 64,3    | 67,5    | 139,7            | 141,4   | 308,0                                                  | - 0,6                                                                                                          |  |                     |
| - 0,5               | 254,0                                                                           | 270,9   | 202,0   | 215,5   | 161,7   | 172,5   | 210,0   | 224,0   | 187,5   | 200,0   | 157,5   | 168,0   | 112,5   | 120,0   | 67,5    | 72,0    | 146,6            | 148,5   | 323,4                                                  | - 0,5                                                                                                          |  |                     |
| - 0,4               | 267,3                                                                           | 290,3   | 212,8   | 231,0   | 170,2   | 184,8   | 221,1   | 240,0   | 197,4   | 214,3   | 165,8   | 180,0   | 118,4   | 128,8   | 71,1    | 77,1    | 154,3            | 156,3   | 340,4                                                  | - 0,4                                                                                                          |  |                     |
| - 0,3               | 282,1                                                                           | 312,6   | 224,5   | 248,7   | 179,6   | 199,0   | 233,3   | 258,5   | 208,3   | 230,8   | 175,0   | 193,8   | 125,0   | 138,5   | 75,0    | 83,1    | 162,9            | 165,0   | 360,4                                                  | - 0,3                                                                                                          |  |                     |
| - 0,2               | 298,8                                                                           | 338,7   | 237,8   | 269,5   | 190,2   | 215,6   | 247,1   | 280,0   | 220,6   | 250,0   | 185,3   | 210,0   | 132,4   | 150,0   | 79,4    | 90,0    | 172,5            | 174,7   | 380,4                                                  | - 0,2                                                                                                          |  |                     |
| - 0,1               | 317,4                                                                           | (369,5) | 252,6   | 294,0   | 202,1   | 235,2   | 262,5   | 305,5   | 234,4   | 272,7   | 196,9   | 229,1   | 140,6   | 163,6   | 84,4    | 98,2    | 183,2            | 185,6   | 404,2                                                  | - 0,1                                                                                                          |  |                     |
| 0                   | 338,7                                                                           |         | 269,5   | 323,3   | 215,6   | 258,7   | 280,0   | 336,0   | 250,0   | 300,0   | 210,0   | 252,0   | 150,0   | 180,0   | 90,0    | 108,0   | 195,5            | 198,0   | 431,2                                                  | 0                                                                                                              |  |                     |
| + 0,1               | 343,2                                                                           |         | 278,1   | 333,7   | 225,7   | 270,8   | 286,2   | 345,8   | 259,3   | 311,2   | 220,2   | 264,2   | 159,8   | 191,8   | 97,5    | 117,0   | 198,1            | 203,8   | 451,4                                                  | + 0,1                                                                                                          |  |                     |
| + 0,2               | 347,9                                                                           |         | 287,3   | 344,8   | 236,8   | 284,2   | 296,8   | 356,2   | 269,3   | 323,2   | 231,4   | 277,7   | 171,1   | 205,3   | 106,4   | 127,7   | 200,9            | 209,9   | 473,6                                                  | + 0,2                                                                                                          |  |                     |
| + 0,3               | 352,6                                                                           |         | 297,0   | 356,4   | 249,2   | 299,0   | 305,9   | (367,1) | 280,2   | 336,2   | 243,7   | 292,4   | 184,0   | 220,8   | 117,0   | 140,4   | 203,6            | 216,3   | 498,4                                                  | + 0,3                                                                                                          |  |                     |
| + 0,4               | 357,5                                                                           |         | 307,5   | (369,0) | 262,6   | 315,1   | 315,6   |         | 291,9   | 350,3   | 257,5   | 309,0   | 199,0   | 238,8   | 130,0   | 156,0   | 206,4            | 223,2   | 525,2                                                  | + 0,4                                                                                                          |  |                     |
| + 0,5               | (362,5)                                                                         |         | 318,7   |         | 277,7   | 333,2   | 326,0   |         | 304,7   | (365,6) | 273,0   | 327,6   | 216,7   | 260,0   | 146,3   | 175,6   | (209,3)          | 230,5   | 555,4                                                  | + 0,5                                                                                                          |  |                     |
| + 0,6               |                                                                                 |         | 330,8   |         | 294,7   | 353,6   | 337,0   |         | 318,6   |         | 290,4   | 348,5   | 237,8   | 285,4   | 167,1   | 200,5   |                  | 238,3   | 589,4                                                  | + 0,6                                                                                                          |  |                     |
| + 0,7               |                                                                                 |         | 343,9   |         | 313,8   | (376,6) | 348,9   |         | 333,9   |         | 310,2   | (372,2) | 263,5   | 315,2   | 195,0   | 234,0   |                  | 246,7   | 627,6                                                  | + 0,7                                                                                                          |  |                     |
| + 0,8               |                                                                                 |         | 356,0   |         | 335,7   | (360,8) | (361,6) |         | 350,7   |         | 332,9   |         | 295,5   | 354,6   | 234,0   | 280,8   |                  | (255,7) | 671,4                                                  | + 0,8                                                                                                          |  |                     |
| + 0,9               |                                                                                 |         | (373,3) |         | (360,8) |         |         |         | (369,3) |         | 359,2   |         | 336,2   | (403,4) | 292,5   | 351,0   |                  | (288,6) | (721,6)                                                | + 0,9                                                                                                          |  |                     |
| + 1,0               | 360,0                                                                           | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | 360,0   | (390,0) | 360,0   | (390,0) | 360,0   | (390,0) | (468,0) | 207,8            | 254,6   | 720,0                                                  | + 1,0                                                                                                          |  |                     |

|              |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\chi$ 240,0 | - 0,617 | - 0,693 | - 0,184 | - 0,348 | + 0,228 | - 0,078 | - 0,250 | - 0,400 | - 0,063 | - 0,260 | + 0,271 | - 0,050 | + 0,609 | + 0,406 | + 0,812 | + 0,715 |
| $\chi$ 360,0 | + 0,450 | - 0,129 | + 0,813 | + 0,330 | + 0,897 | + 0,629 | + 0,788 | + 0,236 | + 0,851 | + 0,464 | + 0,903 | + 0,650 | + 0,948 | + 0,813 | + 0,975 | + 0,910 |



Tabelle 17

Beanspruchungsgruppe  
**B 5**  
**St 52**

| Spannungsverhältnis | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Be}$ in $N/mm^2$ in den Kerbfällen |       |         |         |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |             |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Be}$ in $N/mm^2$ in Schweißnähten | Zulässige Scher- und Leibungs- und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschneitig |                  | Spannungsverhältnis |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
|                     | W0                                                                     | W1    | W2      |         | K0    |         | K1      |         | K2      |         | K3      |         | K4      |         | $\tau_{Be}$ |         |                                                                    |                                                                                         |                  |                     |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
|                     |                                                                        |       |         |         |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |             | Zug     |                                                                    |                                                                                         |                  |                     | Druck | Zug | Druck | Zug | Druck | Zug | Druck | Zug | Druck |
|                     |                                                                        |       |         |         |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |             |         |                                                                    |                                                                                         |                  |                     |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| $\alpha$            | Zug                                                                    | Druck | Zug     | Druck   | Zug   | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug     | Druck   | Zug         | Druck   | Zug                                                                | Druck                                                                                   | $\sigma_{t, Be}$ | $\alpha$            |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 1,0               | 163,8                                                                  | 163,8 | 130,3   | 104,2   | 104,2 | 118,8   | 118,8   | 106,1   | 106,1   | 89,1    | 89,1    | 63,6    | 63,6    | 38,2    | 38,2        | 84,0    | 84,0                                                               | 208,4                                                                                   | 208,4            | - 1,0               |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 0,9               | 170,6                                                                  | 172,4 | 135,7   | 106,6   | 109,7 | 123,8   | 125,1   | 110,5   | 111,7   | 92,8    | 93,8    | 66,3    | 67,0    | 39,8    | 39,8        | 87,5    | 87,5                                                               | 217,2                                                                                   | 217,2            | - 0,9               |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 0,8               | 178,1                                                                  | 182,1 | 141,6   | 113,3   | 115,8 | 129,1   | 132,0   | 115,3   | 117,9   | 96,8    | 99,0    | 69,2    | 70,7    | 41,5    | 42,4        | 91,3    | 91,3                                                               | 226,8                                                                                   | 226,8            | - 0,8               |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 0,7               | 186,1                                                                  | 192,7 | 148,0   | 153,3   | 118,4 | 122,6   | 135,0   | 139,8   | 120,6   | 124,8   | 101,2   | 104,8   | 72,3    | 74,9    | 43,4        | 44,9    | 95,5                                                               | 95,5                                                                                    | 236,8            | 236,8               | - 0,7 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 0,6               | 195,0                                                                  | 204,7 | 155,1   | 162,8   | 124,1 | 130,3   | 141,4   | 148,5   | 126,3   | 132,6   | 106,1   | 111,4   | 75,8    | 78,5    | 45,5        | 47,7    | 100,0                                                              | 100,0                                                                                   | 248,2            | 248,2               | 0,6   |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 0,5               | 204,7                                                                  | 218,4 | 162,8   | 173,7   | 130,3 | 139,0   | 148,5   | 158,4   | 132,6   | 141,5   | 111,4   | 118,8   | 79,5    | 84,9    | 47,7        | 50,9    | 105,0                                                              | 105,0                                                                                   | 260,6            | 260,6               | - 0,5 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 0,4               | 215,5                                                                  | 234,0 | 171,4   | 186,1   | 137,2 | 148,9   | 156,3   | 169,7   | 139,6   | 151,8   | 117,2   | 127,3   | 83,7    | 90,9    | 50,2        | 54,5    | 110,5                                                              | 110,5                                                                                   | 274,4            | 274,4               | - 0,4 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 0,3               | 227,5                                                                  | 252,0 | 180,9   | 200,4   | 144,8 | 160,4   | 165,0   | 182,8   | 147,4   | 163,2   | 123,7   | 137,1   | 88,4    | 97,9    | 53,0        | 58,7    | 116,7                                                              | 116,7                                                                                   | 289,6            | 289,6               | - 0,3 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 0,2               | 240,9                                                                  | 273,0 | 191,5   | 217,2   | 153,3 | 173,7   | 174,7   | 198,0   | 156,0   | 176,8   | 131,0   | 148,5   | 93,6    | 106,1   | 56,1        | 63,6    | 123,5                                                              | 123,5                                                                                   | 306,6            | 306,6               | - 0,2 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| - 0,1               | 256,0                                                                  | 297,8 | 203,6   | 236,8   | 162,9 | 189,5   | 185,6   | 216,0   | 165,8   | 192,9   | 139,2   | 162,0   | 99,4    | 115,7   | 59,7        | 68,4    | 131,2                                                              | 131,2                                                                                   | 325,8            | 325,8               | - 0,1 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| 0                   | 273,0                                                                  | 327,6 | 217,2   | 260,5   | 173,7 | 208,5   | 198,0   | 237,6   | 176,8   | 212,2   | 148,5   | 178,2   | 106,1   | 127,3   | 63,6        | 78,4    | 140,0                                                              | 140,0                                                                                   | 347,4            | 347,4               | 0     |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 0,1               | 281,4                                                                  | 337,7 | 227,3   | 272,8   | 183,9 | 220,7   | 208,3   | 250,0   | 187,0   | 224,4   | 158,3   | 190,0   | 114,4   | 137,3   | 69,4        | 83,3    | 147,3                                                              | 147,3                                                                                   | 367,8            | 367,8               | + 0,1 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 0,2               | 290,4                                                                  | 348,5 | 238,3   | 286,0   | 195,4 | 234,5   | 219,6   | 263,5   | 198,5   | 238,2   | 169,5   | 203,4   | 124,2   | 149,0   | 76,4        | 91,7    | 155,3                                                              | 155,3                                                                                   | 390,8            | 390,8               | + 0,2 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 0,3               | 300,0                                                                  | 360,0 | 250,5   | 300,6   | 208,4 | 250,1   | 232,3   | 278,8   | 211,5   | 253,6   | 182,4   | 218,9   | 135,7   | 162,8   | 84,9        | 101,9   | 164,3                                                              | 164,3                                                                                   | 416,8            | 416,8               | + 0,3 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 0,4               | 310,2                                                                  |       | 264,0   | 316,8   | 223,2 | 267,8   | 246,6   | 295,9   | 226,3   | 271,6   | 197,4   | 236,9   | 149,7   | 179,6   | 95,6        | 114,7   | 174,4                                                              | 174,4                                                                                   | 446,4            | 446,4               | + 0,4 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 0,5               | 321,2                                                                  |       | 279,0   | 334,8   | 240,4 | 288,5   | 262,7   | 315,2   | 243,3   | 292,0   | 215,1   | 258,1   | 166,8   | 200,2   | 109,4       | 131,3   | 185,4                                                              | 185,4                                                                                   | 480,8            | 480,8               | + 0,5 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 0,6               | 332,9                                                                  |       | 295,9   | 355,1   | 260,3 | 312,4   | 281,0   | 337,2   | 263,1   | 315,7   | 236,3   | 283,6   | 188,4   | 226,1   | 127,8       | 153,4   | 192,2                                                              | 198,7                                                                                   | 520,6            | 520,6               | + 0,6 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 0,7               | 345,6                                                                  |       | 314,9   | (377,9) | 283,9 | 340,7   | 302,1   | (362,5) | 286,4   | 343,7   | 262,1   | 314,5   | 216,3   | 259,6   | 153,6       | 184,3   | 199,5                                                              | 213,6                                                                                   | 567,8            | 567,8               | + 0,7 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 0,8               | 359,2                                                                  |       | 336,5   |         | 312,2 | (374,6) | 326,6   |         | 314,2   | (377,0) | 294,3   | 353,2   | 254,0   | 304,8   | 192,5       | 231,0   | 207,4                                                              | 230,9                                                                                   | 624,4            | 624,4               | + 0,8 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 0,9               | (374,0)                                                                |       | (361,3) |         | 346,8 |         | 355,5   |         | 348,0   |         | 335,4   | (402,5) | 307,7   | (369,2) | 257,7       | 309,2   | (215,9)                                                            | 251,4                                                                                   | 693,6            | 693,6               | + 0,9 |     |       |     |       |     |       |     |       |
| + 1,0               | 360,0                                                                  | 360,0 | 360,0   | 360,0   | 360,0 | 360,0   | (390,0) | 360,0   | (390,0) | 360,0   | (390,0) | 360,0   | (390,0) | 360,0   | (390,0)     | (468,0) | 207,8                                                              | (275,8)                                                                                 | (780,0)          | (780,0)             | + 1,0 |     |       |     |       |     |       |     |       |

|                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\alpha$ 240,0 | - 0,206 | + 0,365 | + 0,214 | - 0,086 | + 0,498 | + 0,237 | + 0,355 | + 0,020 | + 0,482 | + 0,212 | + 0,616 | + 0,416 | + 0,766 | + 0,845 | + 0,878 | + 0,815 |
| $\alpha$ 360,0 | + 0,805 | + 0,300 | + 0,895 | + 0,623 | + 0,933 | + 0,759 | + 0,914 | + 0,691 | + 0,931 | + 0,751 | + 0,948 | + 0,816 | + 0,969 | + 0,898 | + 0,983 | + 0,941 |

Tabelle 18

Beanspruchungsgruppe  
**B 6**

**St 52**

| Spannungsverhältnis | Zulässige Normalspannungen $\sigma_{Rk}$ in N/mm <sup>2</sup> in den Kerbfällen |                         |       |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |         | Zulässige Schubspannungen $\tau_{Rk}$ in Bauteilen | Zulässige Scher- und Leibungs-<br>spannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschichtig | Spannungsverhältnis |       |               |        |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|---------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|---------------|--------|
|                     | W0<br>Ober-<br>spannung                                                         | W1<br>Ober-<br>spannung |       | W2<br>Ober-<br>spannung |       | K0<br>Ober-<br>spannung |       | K1<br>Ober-<br>spannung |         | K2<br>Ober-<br>spannung |         | K3<br>Ober-<br>spannung |         | K4<br>Ober-<br>spannung |         |         |                                                    |                                                                                                                     |                     |       |               |        |
|                     |                                                                                 | Zug                     | Druck | Zug                     | Druck | Zug                     | Druck | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug                     | Druck   | Zug     |                                                    |                                                                                                                     |                     | Druck |               |        |
| $\chi$              |                                                                                 |                         |       |                         |       |                         |       |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |         |                                                    |                                                                                                                     |                     |       | $\sigma_{Rk}$ | $\chi$ |
| - 1,0               | 132,0                                                                           | 132,0                   | 105,0 | 105,0                   | 84,0  | 84,0                    | 84,0  | 84,0                    | 75,0    | 75,0                    | 63,0    | 45,0                    | 45,0    | 45,0                    | 27,0    | 27,0    | 76,2                                               | 59,4                                                                                                                | 168,0               | - 1,0 |               |        |
| - 0,9               | 137,5                                                                           | 136,9                   | 109,4 | 110,6                   | 87,5  | 88,4                    | 87,5  | 78,9                    | 78,1    | 66,3                    | 46,9    | 47,4                    | 46,9    | 47,4                    | 28,1    | 28,4    | 79,4                                               | 61,9                                                                                                                | 175,0               | - 0,9 |               |        |
| - 0,8               | 143,4                                                                           | 146,6                   | 114,2 | 116,6                   | 91,3  | 93,3                    | 91,3  | 83,3                    | 81,5    | 68,5                    | 70,0    | 48,9                    | 50,0    | 48,9                    | 29,3    | 30,0    | 82,8                                               | 64,6                                                                                                                | 182,6               | - 0,8 |               |        |
| - 0,7               | 149,9                                                                           | 155,3                   | 119,3 | 123,5                   | 95,5  | 98,8                    | 95,5  | 88,2                    | 85,2    | 71,6                    | 74,1    | 51,1                    | 52,9    | 51,1                    | 30,7    | 31,8    | 86,5                                               | 67,5                                                                                                                | 191,0               | - 0,7 |               |        |
| - 0,6               | 157,2                                                                           | 165,0                   | 125,0 | 131,2                   | 100,0 | 105,0                   | 100,0 | 93,8                    | 89,3    | 75,0                    | 78,6    | 53,6                    | 56,3    | 53,6                    | 32,1    | 33,8    | 90,8                                               | 70,7                                                                                                                | 200,0               | - 0,6 |               |        |
| - 0,5               | 165,0                                                                           | 176,0                   | 131,2 | 140,0                   | 105,0 | 112,0                   | 105,0 | 98,7                    | 93,8    | 78,8                    | 84,0    | 56,3                    | 60,0    | 56,3                    | 33,8    | 36,0    | 95,3                                               | 74,2                                                                                                                | 210,0               | - 0,5 |               |        |
| - 0,4               | 173,7                                                                           | 186,5                   | 138,1 | 150,0                   | 110,5 | 120,0                   | 110,5 | 104,2                   | 98,7    | 82,8                    | 90,0    | 59,2                    | 64,3    | 59,2                    | 35,5    | 38,6    | 100,3                                              | 78,1                                                                                                                | 221,0               | - 0,4 |               |        |
| - 0,3               | 183,4                                                                           | 203,1                   | 145,9 | 161,5                   | 116,7 | 129,2                   | 116,7 | 104,2                   | 104,2   | 87,5                    | 96,9    | 62,5                    | 69,2    | 62,5                    | 37,5    | 41,5    | 105,9                                              | 82,5                                                                                                                | 233,4               | - 0,3 |               |        |
| - 0,2               | 194,2                                                                           | 220,0                   | 154,4 | 175,0                   | 123,5 | 140,0                   | 123,5 | 110,3                   | 110,3   | 92,6                    | 105,0   | 66,2                    | 75,0    | 66,2                    | 39,7    | 45,0    | 112,1                                              | 87,3                                                                                                                | 247,0               | - 0,2 |               |        |
| - 0,1               | 206,3                                                                           | 240,0                   | 164,1 | 191,0                   | 131,3 | 152,7                   | 131,3 | 117,2                   | 117,2   | 98,4                    | 114,5   | 70,3                    | 81,8    | 70,3                    | 42,2    | 49,1    | 119,1                                              | 92,8                                                                                                                | 262,6               | - 0,1 |               |        |
| 0                   | 220,0                                                                           | 264,0                   | 175,0 | 210,0                   | 140,0 | 168,0                   | 140,0 | 125,0                   | 125,0   | 105,0                   | 126,0   | 75,0                    | 90,0    | 75,0                    | 45,0    | 54,0    | 127,0                                              | 99,0                                                                                                                | 280,0               | 0     |               |        |
| + 0,1               | 230,0                                                                           | 276,0                   | 185,2 | 222,2                   | 149,6 | 179,5                   | 149,6 | 134,1                   | 134,1   | 113,3                   | 136,0   | 81,6                    | 97,9    | 81,6                    | 49,4    | 59,3    | 132,8                                              | 105,8                                                                                                               | 298,2               | + 0,1 |               |        |
| + 0,2               | 241,0                                                                           | 289,2                   | 196,7 | 236,0                   | 160,6 | 192,7                   | 160,6 | 144,7                   | 144,7   | 123,0                   | 147,6   | 89,4                    | 107,3   | 89,4                    | 54,7    | 65,6    | 139,1                                              | 113,6                                                                                                               | 321,2               | + 0,2 |               |        |
| + 0,3               | 253,1                                                                           | 303,7                   | 209,7 | 251,6                   | 173,3 | 208,0                   | 173,3 | 157,0                   | 157,0   | 134,5                   | 161,4   | 99,0                    | 118,8   | 99,0                    | 61,3    | 73,6    | 146,1                                              | 122,5                                                                                                               | 346,6               | + 0,3 |               |        |
| + 0,4               | 266,5                                                                           | 319,8                   | 224,5 | 269,4                   | 188,3 | 228,0                   | 188,3 | 171,7                   | 171,7   | 148,4                   | 178,1   | 110,8                   | 133,0   | 110,8                   | 63,6    | 83,5    | 153,9                                              | 133,1                                                                                                               | 376,6               | + 0,4 |               |        |
| + 0,5               | 281,3                                                                           | 337,6                   | 241,6 | 289,9                   | 206,0 | 247,2                   | 206,0 | 189,3                   | 189,3   | 165,5                   | 198,6   | 125,8                   | 151,0   | 125,8                   | 80,7    | 96,8    | 162,4                                              | 145,7                                                                                                               | 412,0               | + 0,5 |               |        |
| + 0,6               | 297,9                                                                           | 357,5                   | 261,5 | 313,8                   | 227,5 | 273,0                   | 227,5 | 211,0                   | 211,0   | 187,0                   | 224,4   | 145,5                   | 174,6   | 145,5                   | 95,9    | 115,1   | 172,0                                              | 160,9                                                                                                               | 455,0               | + 0,6 |               |        |
| + 0,7               | 316,6                                                                           | (379,9)                 | 285,0 | 342,0                   | 254,0 | 304,8                   | 254,0 | 238,4                   | 238,4   | 215,0                   | 258,0   | 172,6                   | 207,1   | 172,6                   | 118,2   | 141,8   | 182,8                                              | 179,6                                                                                                               | 508,0               | + 0,7 |               |        |
| + 0,8               | 337,8                                                                           |                         | 313,1 | (375,7)                 | 287,4 | 344,9                   | 287,4 | 273,9                   | 273,9   | 252,8                   | 303,4   | 212,0                   | 254,4   | 212,0                   | 153,9   | 194,7   | 195,0                                              | 203,2                                                                                                               | 574,8               | + 0,8 |               |        |
| + 0,9               | (362,0)                                                                         |                         | 347,3 |                         | 330,9 | (397,1)                 | 330,9 | 321,8                   | (386,2) | 306,7                   | (368,0) | 274,6                   | 329,5   | 274,6                   | 220,8   | 265,0   | (209,0)                                            | 234,0                                                                                                               | 661,8               | + 0,9 |               |        |
| + 1,0               | 360,0                                                                           | 360,0                   | 360,0 | (390,0)                 | 360,0 | (390,0)                 | 360,0 | (390,0)                 | 360,0   | (390,0)                 | 360,0   | (390,0)                 | (468,0) | (390,0)                 | (390,0) | (468,0) | 207,8                                              | (275,8)                                                                                                             | (760,0)             | + 1,0 |               |        |

|         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| x 240,0 | + 0,191 | - 0,100 | + 0,491 | + 0,227 | + 0,650 | + 0,468 | + 0,650 | + 0,468 | + 0,551 | + 0,705 | + 0,551 | + 0,770 | + 0,650 | + 0,851 | + 0,774 | + 0,918 | + 0,876 |
| x 360,0 | + 0,892 | + 0,612 | + 0,932 | + 0,756 | + 0,953 | + 0,832 | + 0,953 | + 0,832 | + 0,858 | + 0,960 | + 0,858 | + 0,969 | + 0,889 | + 0,980 | + 0,929 | + 0,989 | + 0,961 |

## 6.4 Angaben des Bauherrn

| Angaben des Bauherrn                                                                                                                                          |               | FORMBLATT                                                                                                                                                      |        |                               |        | Tabelle 19                                                                                                                              |                                                | DIN 4132                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Kranbahn für Halle                                                                                                                                            |               | Neuanlage                                                                                                                                                      |        | Erweiterung                   |        | Verstärkung                                                                                                                             |                                                |                                      |
| Art des Betriebes (Erläuterungen)                                                                                                                             |               | Gesamtlänge                                                                                                                                                    |        | m                             |        | Verminderter Kranbetrieb (Abschnitt 4.4.2 a) von                                                                                        |                                                | bis                                  |
| Keine besonderen Anforderungen von                                                                                                                            |               | bis                                                                                                                                                            |        | / Heißbetrieb (Strahlung) von |        | / Säurebetrieb von                                                                                                                      |                                                | bis                                  |
| Verkehrende Krane                                                                                                                                             |               | Kran 1                                                                                                                                                         | Kran 2 | Kran 3                        | Kran 4 | Führung der Krane, Abschnitt 3.2.1                                                                                                      |                                                |                                      |
| Kranart                                                                                                                                                       |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        | Spurkränze                                                                                                                              | eine Kranseite<br>beide Kranseiten             | Angaben ggf. auf<br>besonderem Blatt |
| Hubklasse                                                                                                                                                     |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        | Horizontale Zwangs-<br>führung einer Kranseite                                                                                          | an der Kranbahnschiene                         | "                                    |
| Beanspruchungsgruppe                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        |                                                                                                                                         | an den Kranbahnschienen                        |                                      |
| Kransystem, Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2                                                                                                                         |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        |                                                                                                                                         | an den Obergurten                              |                                      |
| Hublastführung                                                                                                                                                | ohne<br>mit   |                                                                                                                                                                |        |                               |        | Horizontale Führung<br>beider Kranseiten                                                                                                | an Anlaufleisten oder<br>zusätzlichen Schienen | "                                    |
| Führerkorb                                                                                                                                                    | ohne<br>mit   |                                                                                                                                                                |        |                               |        | Weitere Angaben zu den Lastwirkungen                                                                                                    |                                                |                                      |
| Stützweite in m                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        | Ständige Lasten, Abschnitt 3.1.1                                                                                                        |                                                |                                      |
| Radlasten bei ungünstigster Katzstellung<br>mit Hublast max. $R$ und min. $R$                                                                                 |               | Hierfür Skizzen mit den Lastenzügen<br>nach Größe und Verteilung der Rad-<br>lasten beifügen.                                                                  |        |                               |        | Wirkungen planmäßiger Baumaßnahmen (Vorspannungen)<br>Ungewollte Änderungen der Stützbedingungen<br>(Bergschädeneinflüsse)              |                                                |                                      |
| bei Katze in Brückenmitte, Abschnitt 5.7.3                                                                                                                    |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        | Zusatzlasten, Abschnitt 3.2                                                                                                             |                                                |                                      |
| aus Kippkräften der Katze, Abschnitt 3.3.1                                                                                                                    |               | Hierfür Skizzen mit den an den<br>Kranlaufträdern und gegebenenfalls<br>an den Führungsgliedern angraffenden<br>Kräften nach Größe und Verteilung<br>beifügen. |        |                               |        | Laufstege, Treppen, Podeste, Geländer, Abschnitt 3.2.4<br>Reparaturbühnen<br>Leitungen und Aggregate<br>Wärmewirkungen, Abschnitt 3.2.6 |                                                |                                      |
| Seitenlasten<br>Abschnitt 3.2.1<br>nach DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974<br>Abschnitt 4.1.5, Bild 3<br>Abschnitt 4.1.5, Bild 4<br>Abschnitt 4.2.2, Bild 5 |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        | Über die Forderungen der Norm hinausgehende Forderungen des Bestellers                                                                  |                                                |                                      |
| Lasten infolge Wind<br>Abschnitt 3.2.5.1                                                                                                                      |               | Skizzen sinngemäß wie oben<br>beifügen.                                                                                                                        |        |                               |        | zu Abschnitt                                                                                                                            |                                                |                                      |
| Kran außer Betrieb                                                                                                                                            | längs<br>quer |                                                                                                                                                                |        |                               |        | 3.1.2                                                                                                                                   |                                                |                                      |
| Kran in Betrieb                                                                                                                                               | längs<br>quer |                                                                                                                                                                |        |                               |        | Außermittigkeit des Radlastangriffes                                                                                                    |                                                |                                      |
| Anprallkräfte gegen Anschläge,<br>Abschnitt 3.3.2<br>Größe und Angriff über $S_0$                                                                             |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        | 3.1.4 und<br>3.2.3                                                                                                                      |                                                |                                      |
|                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        | 4.7                                                                                                                                     |                                                |                                      |
|                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                                |        |                               |        | 5.7                                                                                                                                     |                                                |                                      |

**Weitere Normen und Unterlagen**

|                              |                                                                                                                                                                |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 997                      | Anreißmaße (Wurzelmaße) für Formstahl und Stabstahl                                                                                                            |
| DIN 998                      | Lochabstände in ungleichschenkligen Winkelstählen                                                                                                              |
| DIN 999                      | Lochabstände in gleichschenkligen Winkelstählen                                                                                                                |
| DIN 2310 Teil 1              | Thermisches Schneiden; Begriffe und Benennungen                                                                                                                |
| DIN 2310 Teil 3              | Thermisches Schneiden; Autogenes Brennschneiden; Verfahrensgrundlagen, Güte, Maßabweichungen                                                                   |
| DIN 6914                     | Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen                                                                       |
| DIN 7968                     | Sechskant-Paßschrauben, ohne Mutter, mit Sechskantmutter, für Stahlkonstruktionen                                                                              |
| DIN 7990                     | Sechskantschrauben mit Sechskantmuttern für Stahlkonstruktionen                                                                                                |
| DIN 8560                     | Prüfung von Stahlschweißern                                                                                                                                    |
| DIN 15018 Teil 1             | Krane; Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung                                                                                                               |
| DIN 17 100                   | Allgemeine Baustähle; Gütenorm                                                                                                                                 |
| DIN 18 364                   | VOB-Verdingungsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen; Korrosionsschutzarbeiten an Stahl- und Aluminiumbauten |
| DIN 55 928 Teil 1 bis Teil 8 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge                                                                                             |
| VDI 3571                     | Herstelltoleranzen für Brückenkrane; Lauftrad, Lauftrادلagerung und Katzfahrbahn ****)                                                                         |

\*\*\*\*) Zu beziehen beim Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30.

# Tragluftbauten

## Berechnung, Ausführung und Betrieb

**DIN**  
**4134**

Air-supported structures: structural design, construction and operation

Structure gonflables; calcul, exécution et opération

Diese Norm wurde im Fachbereich Einheitliche Technische Baubestimmungen des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Gegenüber anderen baulichen Anlagen benötigen Tragluftbauten für ihren Betrieb einen ständigen Energieaufwand und weisen bei Beheizung während der Winterperiode höhere Wärmeverluste durch die äußere Raumschließung auf. Da Möglichkeiten für eine Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften, insbesondere der Hüllenbaustoffe, gegenwärtig noch untersucht werden, sind Tragluftbauten ausdrücklich von der Anwendung der „Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung)“ befreit.

Entwurf, Berechnung und Ausführung von Tragluftbauten erfordern gründliche Kenntnis und Erfahrung in dieser Bauart.

Anmerkung: Die technischen Festlegungen dieser Norm gelten unter der Voraussetzung, daß die bauaufsichtlichen Anordnungen über Betrieb und Überwachung der Tragluftbauten eingehalten werden (siehe auch Abschnitt 9).

### Inhalt

|                                                                                                                      | Seite |                                                                    | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                                                                     | 2     | <b>6 Sicherheitsnachweise</b> .....                                | 7     |
| <b>2 Begriff</b> .....                                                                                               | 2     | 6.1 Festigkeitsnachweise für die Hülle und ihre Verbindungen ..... | 7     |
| <b>3 Bautechnische Unterlagen</b> .....                                                                              | 2     | 6.2 Bemessung der Seile .....                                      | 7     |
| 3.1 Zeichnungen .....                                                                                                | 2     | 6.3 Bemessung der Rand- und Anschlußbauteile .....                 | 7     |
| 3.2 Bau- und Betriebsbeschreibung .....                                                                              | 2     | 6.4 Bemessung der Gründung .....                                   | 7     |
| 3.3 Standsicherheitsnachweis und andere technische Nachweise .....                                                   | 2     | 6.4.1 Ballastgewichte und massive Gründungen .....                 | 7     |
| 3.4 Betriebsanweisung .....                                                                                          | 2     | 6.4.2 Erdanker .....                                               | 7     |
| <b>4 Berechnungsgrundlagen</b> .....                                                                                 | 2     | 6.5 Verträglichkeit der Verformungen .....                         | 7     |
| 4.1 Baustoffeigenschaften und -kennwerte .....                                                                       | 2     | <b>7 Bauliche Ausbildung</b> .....                                 | 8     |
| 4.2 Lastannahmen .....                                                                                               | 2     | 7.1 Hülle .....                                                    | 8     |
| 4.2.1 Lasten und maßgebende Lastfälle .....                                                                          | 2     | 7.2 Seile und Seilverbindungen .....                               | 8     |
| 4.2.2 Eigenlasten .....                                                                                              | 3     | 7.3 Gründung und Verankerung .....                                 | 8     |
| 4.2.3 Nenn-Innendruck .....                                                                                          | 3     | 7.4 Türen, Tore, Schleusen und starre Wandteile .....              | 8     |
| 4.2.4 Windlast .....                                                                                                 | 3     | <b>8 Erzeugung und Steuerung des Innendruckes</b> .....            | 8     |
| 4.2.5 Schneelast .....                                                                                               | 3     | 8.1 Eigenschaften und Ausführung der Gebläse .....                 | 8     |
| 4.2.6 Wärmeeinwirkungen .....                                                                                        | 3     | 8.2 Brandschutzanforderungen bezüglich der Gebläseanlagen .....    | 8     |
| <b>5 Ermittlung der Schnittgrößen</b> .....                                                                          | 3     | 8.3 Sicherung der Luftansaugung .....                              | 9     |
| 5.1 Grundlagen für die Ermittlung der Schnittgrößen .....                                                            | 3     | 8.4 Sicherstellung des Innendruckes .....                          | 9     |
| 5.2 Zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen ..... | 4     | <b>9 Betrieb und Überwachung (Betriebsanweisung)</b> .....         | 9     |
| 5.3 Hüllen mit Stützung durch Seile oder Seilnetze .....                                                             | 5     | 9.1 Verantwortliche Aufsichtspersonen .....                        | 9     |
| 5.3.1 Allgemeines .....                                                                                              | 5     | 9.2 Überprüfungen .....                                            | 9     |
| 5.3.2 Hüllen mit Stützung durch engmaschige Seilnetze .....                                                          | 5     | 9.3 Noträumung bei Alarm .....                                     | 9     |
| 5.3.3 Hülle zwischen den Stützseilen .....                                                                           | 6     | 9.4 Einschalten der Heizung .....                                  | 9     |
| 5.4 Verankerungskräfte aus Windlast und Nenn-Innendruck .....                                                        | 6     | 9.5 Sicherung des freizuhaltenden Raumes .....                     | 10    |
|                                                                                                                      |       | 9.6 Anzubringende Schilder und Meßeinrichtungen .....              | 10    |
|                                                                                                                      |       | Zitierte Normen .....                                              | 10    |
|                                                                                                                      |       | Erläuterungen .....                                                | 10    |

Fortsetzung Seite 2 bis 14

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für den Nachweis der Standsicherheit, die Ausführung und den Betrieb von Tragluftbauten. Sie gilt auch für Tragluftbauten, die dazu bestimmt sind, wiederholt zu befristetem Gebrauch aufgestellt und wieder abgebaut zu werden („Fliegende Bauten“).

Die Festlegungen dieser Norm gelten unter Beachtung der übrigen geltenden Normen, soweit in dieser Norm nichts anderes bestimmt ist.

Von dieser Norm darf abgewichen werden bei einfachen, durch den inneren Luftüberdruck getragenen Überdeckungen, die höchstens  $100 \text{ m}^2$  Grundfläche und höchstens 4 m Scheitelhöhe haben.

## 2 Begriff

Tragluftbauten im Sinne dieser Norm sind bauliche Anlagen, deren äußere Raumabschließung ganz oder überwiegend aus einer flexiblen Hülle (mit oder ohne Stützung durch Seile oder Seilnetze) besteht, welche von der durch Gebläse unter Überdruck gesetzten Luft des Innenraumes getragen wird.

## 3 Bautechnische Unterlagen

### 3.1 Zeichnungen

Im einzelnen sind dies:

- Lageplan, der insbesondere die Abstände zu den benachbarten Gebäuden, die Zufahrten und die Rettungswege angibt;
- Übersichtszeichnung mit den wesentlichen Maßen und folgenden Angaben:  
Anordnung von Schleusen, Ausgängen und Notausgängen, Lüftungsanlagen, Fundamenten und Verankerungen sowie Gebläsen und Heizanlagen einschließlich deren Abstände von der Hülle;
- Schnitte durch den Tragluftbau, aus denen der freizuhaltende Raum nach den Abschnitten 6.5 und 7.4 ersichtlich ist;
- Konstruktionszeichnungen aller tragenden Bauteile, aus denen ihre Maße und Baustoffe, die Anordnung und Ausbildung ihrer Stöße und Verbindungen und sonstige wichtige Einzelheiten hervorgehen.

### 3.2 Bau- und Betriebsbeschreibung

Die Bau- und Betriebsbeschreibung muß Angaben, die für die Bauausführung und für die bauaufsichtliche Prüfung notwendig sind, aber aus den bautechnischen Unterlagen nicht hervorgehen, enthalten, insbesondere:

- Nutzungsart des Tragluftbaues und Anzahl der Personen, die sich in dem Tragluftbau aufhalten dürfen
- Hüllen- und Seilbaustoffe sowie ihre Verbindungen mit Angabe der für sie geltenden Normen und bauaufsichtlichen Zulassungen
- Korrosionsschutz der Seile und Stahlteile
- Gebläseanlagen mit Angabe von Anzahl, Fabrikat, Motorleistung, Luftförderung, Art des Haupt- und Ersatzantriebes, Antriebsenergie, Einrichtungen für den Selbstanlauf der Gebläse, Einrichtungen zur Überwachung der Luftzufuhr sowie zur Messung und Steuerung des inneren Überdrucks, Druckmangelalarmanlagen
- Heizanlagen mit Angabe von Anzahl, Fabrikat, Leistung
- Angaben über die zur Schneebeseitigung vorgesehenen Maßnahmen, sofern abgeminderte Schneelasten nach Abschnitt 4.2.5 in Ansatz gebracht werden

<sup>1)</sup> Siehe Erläuterungen zu Abschnitt 7.2.

- Art und Befestigung der Leuchten, woraus hervorgehen soll, daß diese keine Gefahr für die Hülle darstellen
- Feuerlöscheinrichtungen
- Ableitung des Niederschlagswassers.

### 3.3 Standsicherheitsnachweis und andere technische Nachweise

Es muß ein übersichtlicher Nachweis der Standsicherheit und der Verformungen in prüfbarer Form aufgestellt werden. Die diesem Nachweis zugrundeliegenden Brauchbarkeitsnachweise für die verwendeten Baustoffe und Bauteile, z. B. allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, sind anzugeben.

Zu den technischen Nachweisen können erforderlichenfalls auch gehören:

- ein Baugrundgutachten mit Angabe des Grundwasserstandes,
- ein Gutachten über die Windverhältnisse,
- ein Gutachten über die Winddruckverteilung auf der Oberfläche der baulichen Anlage.

### 3.4 Betriebsanweisung

In der Betriebsanweisung (siehe Abschnitt 9) müssen die für einen sicheren Betrieb erforderlichen Maßnahmen angegeben sein.

## 4 Berechnungsgrundlagen

### 4.1 Baustoffeigenschaften und -kennwerte

Für Seile sind die in den DIN-Normen<sup>1)</sup> enthaltenen Kennwerte den Berechnungen zugrunde zu legen. Hüllenaustoffe müssen schwerentflammbar (Baustoffklasse B1 nach DIN 4102 Teil 1) sein.

Anmerkung: Hüllenaustoffe und ihre Verbindungen, über die in DIN-Normen keine Festlegungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften und der an sie zu stellenden Anforderungen enthalten sind, sind neue Baustoffe bzw. Bauarten im Sinne der Bauordnungen der Länder. Sie dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit für den Verwendungszweck durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen ist (siehe auch Abschnitt 6.1). Wird der Nachweis nicht auf diese Weise geführt, so bedarf die Verwendung oder Anwendung dieser neuen Baustoffe bzw. Bauarten im Einzelfall der Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörde.

### 4.2 Lastannahmen

#### 4.2.1 Lasten und maßgebende Lastfälle

Bei Tragluftbauten ist das Einwirken folgender Lasten anzunehmen:

- Eigenlasten  $g$ ,
- Nenn-Innendruck  $p_i$ ,
- Windlast  $w$ ,
- Schneelast  $s$ ,
- Wärmeeinwirkungen aus Temperatur  $T$ .

Aus diesen Lasten werden die folgenden maßgebenden Lastfälle gebildet und der Berechnung zugrundegelegt:

Lastfall A („Wintersturm“):

Kurzzeitbeanspruchung infolge Eigenlasten  $g$ ,  $G$ , Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Abschnitt 4.2.3, Windlast  $w$  nach Abschnitt 4.2.4 und rechnerischer Wärmeeinwirkung aus Temperatur  $T = 20^\circ\text{C}$

Lastfall B („Sommergewitter“):

Kurzzeitbeanspruchung infolge Eigenlasten  $g$ ,  $G$ , Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Abschnitt 4.2.3, 60% der Windlast  $w$  nach Abschnitt 4.2.4 und Wärmeeinwirkung aus Temperatur  $T = 70^\circ\text{C}$

**Lastfall C („Dauerbeanspruchung“):**

Dauerbeanspruchung ( $t > 10$  Jahre) infolge Eigenlasten  $g$ ,  $G$ , Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Abschnitt 4.2.3 und Wärme- einwirkung aus Temperatur  $T = 20^\circ\text{C}$

**4.2.2 Eigenlasten**

Die Eigenlasten setzen sich zusammen aus der Eigenlast der Hülle sowie anderen ständigen Lasten (z. B. Einzel- lasten, Linienlasten, siehe auch DIN 1055 Teil 1).

Bei der Ermittlung der Schnittgrößen kann die Eigenlast der Hülle in der Regel vernachlässigt werden. Dies trifft z. B. zu bei Verwendung von einlagigen beschichteten Chemiefasergeweben.

**4.2.3 Nenn-Innendruck**

Der Nenn-Innendruck  $p_i$  ist der rechnerisch vorzusehende Innendruck.

Er ist so groß zu wählen, daß die Standsicherheit und die zur Stabilität erforderliche Formbeständigkeit der Hülle sichergestellt sind.

Werden bei gleichsinnig doppelt gekrümmten Hüllen ohne Seilstützung die Schnittgrößen ohne Berücksichtigung der Systemverformung ermittelt, ist der Nenn-Innendruck  $p_i$  so groß zu wählen, daß die Hülle die ungünstigsten Lasten nach Abschnitt 4.2.1 im Membranzustand aufnehmen kann.

Bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß oder bei kugelförmigen Membranen kann diese Forderung als erfüllt angesehen werden, wenn der Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Tabelle 1 in Abhängigkeit von  $h/r$ , vom Staudruck  $q$  nach Abschnitt 4.2.4 oder von der Schneelast  $s$  nach Abschnitt 4.2.5 gewählt wird. Maßgebend ist jeweils der größere der beiden Werte. In der Regel darf der Nenn-Innendruck den Wert  $p_i = 0,30 \text{ kN/m}^2$  nicht unterschreiten.

Werden Tragluftbauten bis 20 m Höhe als Fliegende Bauten eingesetzt, kann der Nenn-Innendruck konstant zu  $p_i = 0,30 \text{ kN/m}^2$  angenommen werden, wenn sichergestellt wird, daß sich ab Windstärke 8 keine Personen in den Bauten aufhalten und durch Einbauten, Einrichtungen, Lagergüter usw. keine Gefährdung der Hülle gegeben ist. Örtliche Einfaltungen der Hülle sind dabei unbedenklich.

Weitere Möglichkeiten für eine zulässige Absenkung des Nenn-Innendrucks  $p_i$  siehe Abschnitt 8.4.4.

Tabelle 1. Nenn-Innendruck  $p_i$  bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Membranen

| Nr  | Gestalt der Membran <sup>1) 2)</sup>                                 | Nenn-Innendruck $p_i$ <sup>3)</sup> $\text{kN/m}^2$ |
|-----|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1   | Zylinderförmig mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß |                                                     |
| 1.1 | Dreiviertelzylinder $h/r = 1,5$                                      | $\geq 0,80 q$ $\geq 1,6 s$                          |
| 1.2 | Halbzylinder $h/r = 1$                                               | $> 0,60 q$ $\geq 1,3 s$                             |
| 1.3 | Flacher Zylinder $h/r \leq 0,75$                                     | $\geq 0,50 q$ $\geq 1,1 s$                          |
| 2   | Kugelförmig                                                          |                                                     |
| 2.1 | Dreiviertelkugel $h/r = 1,5$                                         | $\geq 1,0 q$ $\geq 1,3 s$                           |
| 2.2 | Halbkugel $h/r = 1$                                                  | $\geq 0,70 q$ $\geq 1,0 s$                          |
| 2.3 | Kugelabschnitt $h/r = 0,5$                                           | $\geq 0,60 q$ $\geq 1,0 s$                          |

<sup>1)</sup> Zur Definition von  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2.

<sup>2)</sup> Zwischenwerte geradlinig einschalten.

<sup>3)</sup> Staudruck  $q$  nach Abschnitt 4.2.4, Schneelast  $s$  nach Abschnitt 4.2.5

**4.2.4 Windlast**

Der Winddruck  $w$  ist das Produkt aus dem Staudruck  $q$  und dem Druckbeiwert  $c_p$  (nach DIN 1055 Teil 4).

Zur rechenstechnischen Vereinfachung darf ein über die Bauwerkshöhe konstanter Staudruck  $q$  nach Tabelle 2 angesetzt werden.

Tabelle 2. Staudruck in Abhängigkeit von der Bauwerkshöhe

| Bauwerkshöhe über Gelände $h$ m | Staudruck $q$ $\text{kN/m}^2$  |
|---------------------------------|--------------------------------|
| bis 8                           | 0,5                            |
| über 8 bis 20                   | $0,3 + 0,025 \cdot h^{1)}$     |
| über 20                         | $0,725 + 0,00375 \cdot h^{1)}$ |

<sup>1)</sup>  $h$  ist in m einzusetzen.

Bei Tragluftbauten, deren horizontale Projektion rechtwinklig zur Längsachse einen Flächeninhalt von mindestens  $500 \text{ m}^2$  hat, kann der Staudruck  $q$  mit einem Reduktionsfaktor nach Tabelle 3 ermäßigt werden.

Tabelle 3. Reduktionsfaktor in Abhängigkeit von der Projektionsfläche  $A$  für die Ermäßigung des Staudrucks  $q$

| $A$ $\text{m}^2$ | Reduktionsfaktor     |
|------------------|----------------------|
| 500 bis 3000     | $(1,05 - A/10\,000)$ |
| $\geq 3000$      | 0,75                 |

Für die Ermittlung der Schnittgrößen darf angenommen werden, daß der Winddruck rechtwinklig zur Tangential- ebene der Oberfläche wirkt. Hierbei kann zur Vereinfachung die Gestalt der unverformten Hülle zugrundegelegt werden.

Falls nicht nach den Abschnitten 5.2 bis 5.4 verfahren wird, ist die Winddruckverteilung über die Oberfläche aufgrund von Sachverständigengutachten festzulegen.

**4.2.5 Schneelast**

Für die Annahme der Schneelast gilt DIN 1055 Teil 5.

Abweichend von DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Abschnitt 3.4.2, ist bei mechanischer Schneeräumung in Hüllenebenen mit weniger als  $70^\circ$  Neigung gegen die Horizontale als Schneelast  $s = 0,25 \text{ kN je m}^2$  Grundriß- projektion anzunehmen.

Für Schleusen gilt dies entsprechend.

**4.2.6 Wärmeeinwirkungen**

Bei der Ermittlung der Schnittgrößen brauchen Wärmeeinwirkungen nicht berücksichtigt zu werden.

**5 Ermittlung der Schnittgrößen****5.1 Grundlagen für die Ermittlung der Schnittgrößen**

Die Schnittgrößen sind unter Berücksichtigung der System- verformungen der Hülle zu ermitteln.

Bei Hüllen nach Abschnitt 4.2.3, Absatz 3, ist eine näherungsweise Berechnung ohne Berücksichtigung der Systemverformung zulässig.

Schnittgrößen aus der Einleitung von Einzel- oder Linien- lasten sind zu berücksichtigen.

Bei zusammengesetzten Flächen mit Unstetigkeiten in den Krümmungen ist die Verträglichkeit an den Unstetigkeitsstellen sicherzustellen.

Sind an Ausschnitten Randseile angeordnet, die nicht rutschfest mit der Hülle verbunden sind, so ist die Verschiebung des Seils relativ zur Hülle bei der Schnittgrößen-ermittlung zu berücksichtigen.

Bei seilgestützten Hüllen nach Abschnitt 5.3 ist in die Berechnung allein der Stiche der zwischen den Seilen liegenden Hüllenteile einzusetzen.

## 5.2 Zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen

Für zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und für kugelförmige Membranen dürfen die maßgebenden Schnittgrößen infolge Windlast in Abhängigkeit vom Staudruck  $q$  und infolge Belastung aus Nenn-Innendruck  $p_i$  nach den folgenden Gleichungen ermittelt werden:

Für den zylinderförmigen Teil:

$$n_{\varphi, w} = \alpha_{\varphi} \cdot q \cdot r \quad (1)$$

$$n_{\varphi, p} = p_i \cdot r \quad (2)$$

$$n_{x, w} = \alpha_x \cdot q \cdot r \quad (3)$$

$$n_{x, p} = p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (4)$$

Für Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membrane:

$$n_{\varphi, w} = \alpha_{\varphi} \cdot q \cdot r \quad (5)$$

$$n_{\varphi, p} = p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (6)$$

$$n_{\delta, w} = \alpha_{\delta} \cdot q \cdot r \quad (7)$$

$$n_{\delta, p} = p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (8)$$

Hierin bedeuten:

$n$  die auf die Längeneinheit bezogenen Membrankräfte

$\alpha$  Beiwerte für die Membrankräfte aus Lastfall Wind

$\varphi, x, \delta$  Indizes zur Kennzeichnung der Kraftrichtungen entsprechend den Bildern 1 und 2

$w, p$  Indizes zur Kennzeichnung der Lastarten

Die Beiwerte  $\alpha$  sind in Abhängigkeit von  $b/l$  und  $h/r$  in den Tabellen 4 und 5 angegeben. Die Schnittgrößen für kugelförmige Membranen ergeben sich durch Einsetzen der Beiwerte  $\alpha$  für  $b/l = 1$ .

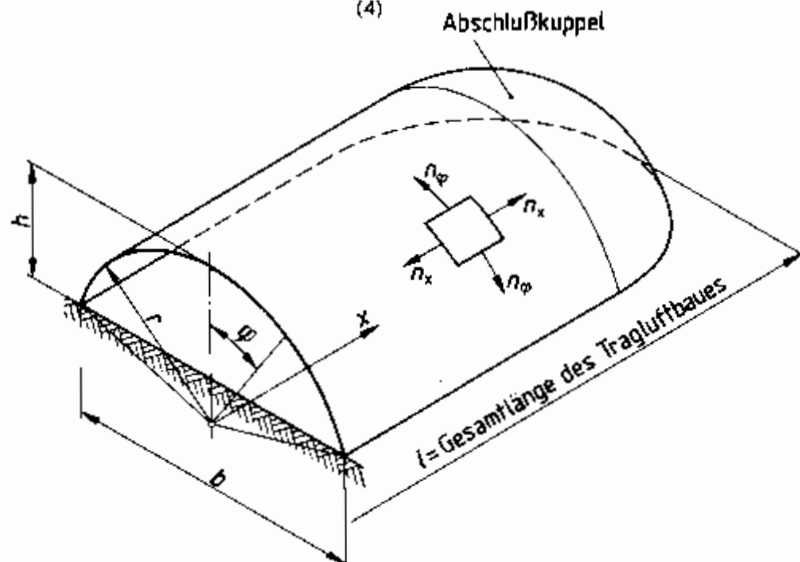


Bild 1. System- und Schnittgrößen einer zylinderförmigen Membran

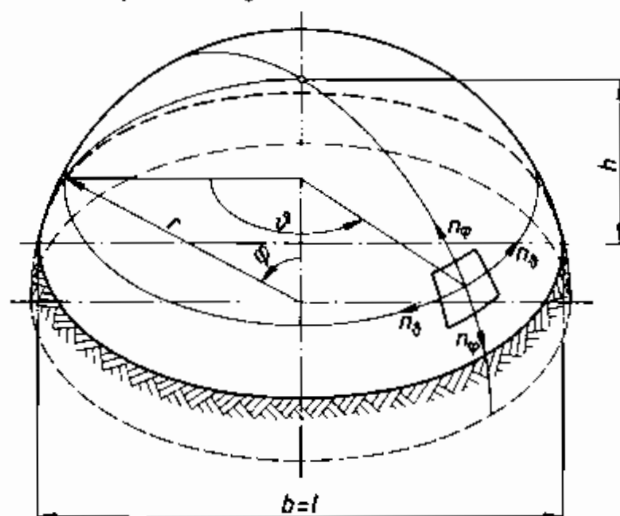


Bild 2. System- und Schnittgrößen einer kugelförmigen Membran



Tabelle 4. **Beiwerte  $\alpha$  für die Membrankräfte aus Lastfall Wind von zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Rechteckgrundriß**

| $\frac{b}{l}$ <sup>1) 2)</sup> |                | $\frac{h}{r}$ <sup>1) 2)</sup> |                                 |               |                            |               |                                 |
|--------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------------------------|
|                                |                | 0,5                            |                                 | 0,75          |                            | 1             |                                 |
|                                |                | $\alpha_\phi$                  | $\alpha_x$ bzw. $\alpha_\theta$ | $\alpha_\psi$ | $\alpha_x$ bzw. $\alpha_z$ | $\alpha_\phi$ | $\alpha_x$ bzw. $\alpha_\theta$ |
| 0,25                           | Zylinderteil   | 0,9                            | 0,9                             | 1,0           | 0,9                        | 1,1           | 0,9                             |
|                                | Abschlußkuppel | 1,2                            | 0,9                             | 1,2           | 0,9                        | 1,2           | 0,9                             |
| 0,5                            | Zylinderteil   | 0,8                            | 0,8                             | 0,9           | 0,8                        | 1,0           | 0,8                             |
|                                | Abschlußkuppel | 1,0                            | 0,8                             | 1,0           | 0,8                        | 1,1           | 0,8                             |
| 0,75                           | Zylinderteil   | 0,7                            | 0,7                             | 0,9           | 0,7                        | 0,9           | 0,7                             |
|                                | Abschlußkuppel | 0,8                            | 0,7                             | 0,9           | 0,7                        | 1,0           | 0,7                             |
| 1                              | Abschlußkuppel | 0,8                            | 0,7                             | 0,9           | 0,7                        | 1,0           | 0,7                             |

1) Zur Definition von  $b$ ,  $l$ ,  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2.  
 2) Zwischenwerte geradlinig einschalten.

Tabelle 5. **Beiwerte  $\alpha$  für die Membrankräfte aus Lastfall Wind von zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreisgrundriß und von kugelförmigen Membranen**

| $\frac{b}{l}$ <sup>1) 2)</sup> |                | $\frac{h}{r}$ <sup>1) 2)</sup> |                                 |               |                            |               |                                 |
|--------------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------------------------|
|                                |                | 0,5                            |                                 | 0,75          |                            | 1             |                                 |
|                                |                | $\alpha_\phi$                  | $\alpha_x$ bzw. $\alpha_\theta$ | $\alpha_\psi$ | $\alpha_x$ bzw. $\alpha_z$ | $\alpha_\phi$ | $\alpha_x$ bzw. $\alpha_\theta$ |
| 0,25                           | Zylinderteil   | 0,9                            | 1,3                             | 1,0           | 1,3                        | 1,1           | 1,3                             |
|                                | Abschlußkuppel | 1,5                            | 1,2                             | 1,6           | 1,3                        | 1,6           | 1,3                             |
| 0,5                            | Zylinderteil   | 0,8                            | 1,2                             | 0,9           | 1,2                        | 1,0           | 1,2                             |
|                                | Abschlußkuppel | 1,4                            | 1,1                             | 1,4           | 1,1                        | 1,5           | 1,2                             |
| 0,75                           | Zylinderteil   | 0,7                            | 1,1                             | 0,9           | 1,1                        | 1,0           | 1,2                             |
|                                | Abschlußkuppel | 1,3                            | 1,0                             | 1,4           | 1,1                        | 1,5           | 1,2                             |
| 1                              | Kugel          | 1,3                            | 1,0                             | 1,4           | 1,1                        | 1,5           | 1,2                             |

1) Zur Definition von  $b$ ,  $l$ ,  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2.  
 2) Zwischenwerte geradlinig einschalten.

### 5.3 Hüllen mit Stützung durch Seile oder Seilnetze

#### 5.3.1 Allgemeines

Bei der Ermittlung der Seilkräfte aus den Gleichgewichts- und Verträglichkeitsbedingungen darf näherungsweise am unverformten Membransystem gerechnet werden.

#### 5.3.2 Hüllen mit Stützung durch engmaschige Seilnetze

Bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Membranen, deren Stützung engmaschig aus diagonal zu den Mantellinien verlaufenden Seilen besteht, dürfen die Seilkräfte vereinfachend durch Zerlegung der Membrankräfte  $n$  nach Abschnitt 5.2 nach den beiden Seilrichtungen bestimmt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die Seile dürfen höchstens einen Abstand von  $a = r/15$ , aber nicht mehr als 1 m haben.
- Die Seile müssen zur Sicherstellung der Soll-Geometrie und entsprechend den statischen Erfordernissen eines Netztragwerkes durch ausreichend viele Klemmen miteinander verbunden sein (z. B. im Bereich der Verankerung am gesamten Umfang und im Bereich der Anschlußlinien der Abschlußkuppeln an den Zylinder auf einem Streifen von mindestens  $4 \cdot a$  an allen Kreuzungen, im übrigen mindestens an jeder vierten Kreuzung (siehe Bild 3)).
- Die Klemmen müssen eine Beanspruchung von mindestens  $1/5$  der Seilkraft ohne zu verrutschen aufnehmen können.

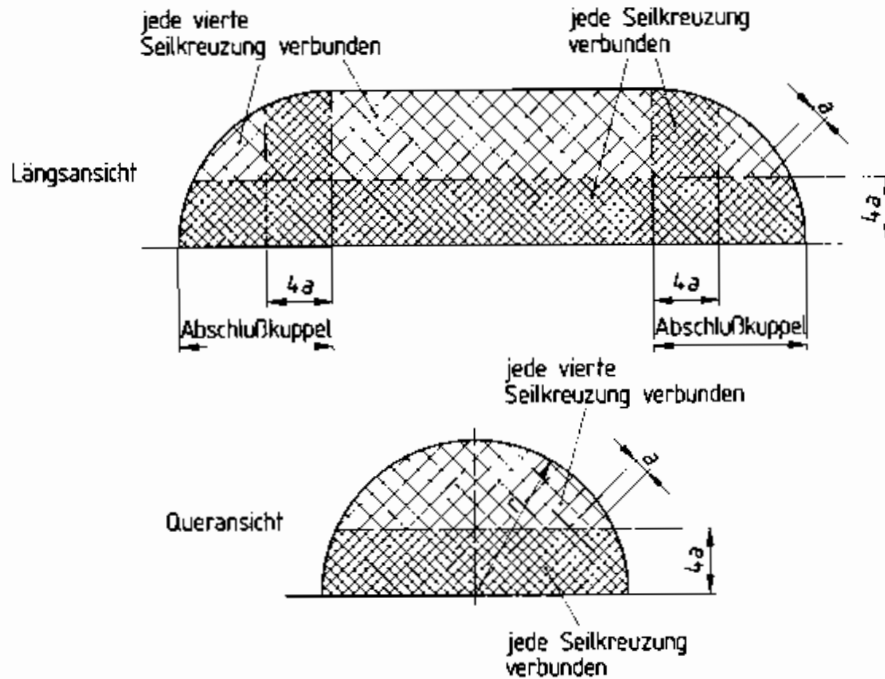


Bild 3. Beispiel für die Verbindung der Seilkreuzungen

### 5.3.3 Hülle zwischen den Stützseilen

Bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Membranen sind die Zugkräfte in der Membran mit den Lastannahmen nach Abschnitt 4.2 zu ermitteln.

Für den größten örtlich auftretenden Windsog  $c_p \cdot q$  können die Beiwerte  $\max c_p$  in Abhängigkeit von  $b/l$  und  $h/r$  nach Tabelle 6 verwendet werden, wenn die Stichhöhe höchstens  $1/10$  des Abstandes der Stützseile beträgt.

Tabelle 6. **Max  $c_p$  für den größten örtlich auftretenden Windsog an zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- und Rechteckgrundriß und an kugelförmigen Membranen**

| $\frac{b}{l} \text{ 1) 2)}$ | Windbeiwert<br>$\max c_p \text{ 2) 3)}$ |
|-----------------------------|-----------------------------------------|
| 0,25                        | $2,2 \cdot \eta$                        |
| 0,50                        | $2,2 \cdot \eta$                        |
| 0,75                        | $1,9 \cdot \eta$                        |
| 1                           | $1,5 \cdot \eta$                        |

1) Zur Definition von  $b$ ,  $l$ ,  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2

2) Zwischenwerte geradlinig einschalten

3)  $\eta = 0,25 + 0,75 \cdot h/r$  für  $0,5 < r < h < 1,25 \cdot r$

### 5.4 Verankerungskräfte aus Windlast und Nenn-Innendruck

Die Verankerungskonstruktion ist für die Membrankräfte am Auflager zu bemessen.

Im Falle der Berechnung nach den Abschnitten 5.2 und 5.3 darf als Membrankraft am Auflager

- bei Abschlußkuppeln über Kreisgrundriß von zylinderförmigen Membranen

$$n_{\phi} = 0,8 \cdot \alpha_{\phi} \cdot q \cdot r + p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (9)$$

- bei kugelförmigen Membranen

$$n_{\phi} = 0,6 \cdot \alpha_{\phi} \cdot q \cdot r + p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (10)$$

angenommen werden.

Die Beiwerte  $\alpha_{\phi}$  in Abhängigkeit von  $\frac{b}{l}$  und  $\frac{h}{r}$  sind in den Tabellen 4 und 5 angegeben.

Die Richtung der Verankerungskräfte ist unter Berücksichtigung der Verformung der Hülle zu ermitteln.

Bei zylinderförmigen und kugelförmigen Membranen kann für die Luvseite der Richtungswinkel der Verankerungskraft gegen die Waagerechte in Abhängigkeit von  $p_i/q$  und  $h/r$  der Tabelle 7 entnommen werden.

An der Leeseite von zylinderförmigen Membranen und an der Luv- und Leeseite von Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß zylinderförmiger Membranen und von kugelförmigen Membranen darf die Abweichung der Tangentenrichtung am Auflager bei der Ermittlung der Verankerungskräfte vernachlässigt werden.

Tabelle 7. **Winkel im luvseitigen Auflager zwischen der Tangente an die infolge Windlast verformte Hülle und der Waagerechten bei zylinderförmigen und kugelförmigen Membranen**

| $\frac{p_i}{q} \text{ 1)}$ | $\frac{h}{r} \text{ 1) 2)}$ |      |    |      |
|----------------------------|-----------------------------|------|----|------|
|                            | 0,5                         | 0,75 | 1  | 1,25 |
| Winkel im Auflager in °    |                             |      |    |      |
| 0,6                        | 36                          | 46   | 55 | 58   |
| 0,8                        | 37                          | 48   | 58 | 62   |
| 1,0                        | 38                          | 50   | 60 | 66   |

1) Zwischenwerte geradlinig einschalten.

2) Zur Definition von  $h$  und  $r$  siehe Bild 1.

## 6 Sicherheitsnachweise

### 6.1 Festigkeitsnachweise für die Hülle und ihre Verbindungen

Für die Hülle sowie ihre Verbindungen und Anschlüsse sind folgende Nachweise zu führen:

A („Wintersturm“):

$$1,0 n_g + 1,1 n_p + 1,6 n_w \leq \text{zul } n_a \quad (11)$$

B („Sommergewitter“):

$$1,0 n_g + 1,1 n_p + 0,7 n_w \leq \text{zul } n_h \quad (12)$$

C („Dauerbeanspruchung“):

$$1,0 n_g + 1,3 n_p \leq \text{zul } n_t \quad (13)$$

Hierin bedeuten:

zul  $n_a$  die zulässige Kurzzeitfestigkeit bei  $T = 20^\circ\text{C}$

zul  $n_h$  die zulässige Kurzzeitfestigkeit bei  $T = 70^\circ\text{C}$

zul  $n_t$  die zulässige Zeitstandfestigkeit bei  $T = 20^\circ\text{C}$

Anmerkung: Soweit für Hüllenbaustoffe sowie ihre Verbindungen und Anschlüsse allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen erteilt wurden, sind die dort angegebenen zulässigen Festigkeiten der Berechnung zugrunde zu legen.

### 6.2 Bemessung der Seile

Für die Bemessung von Seilen gilt Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1.

Stahlseile mit ihren Endausbildungen (Klemmen, Kauschen, Spannschlösser, Schäkel) sind mit 3facher Sicherheit gegen die Mindestbruchkraft der Einzelteile zu bemessen.

In Anlehnung an DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Abschnitt 6.2, darf mit 2,2facher Sicherheit gegen die wirkliche Bruchkraft der Stahlseile einschließlich der Endausbildungen bemessen werden.

Anmerkung: Kunststoffseile gelten nach den Bauordnungen der Länder als Bauteile, die noch nicht allgemein gebräuchlich und bewährt sind. Sie dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Verwendungszweck nachgewiesen ist.

2) Mit einem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_w = 1,2$  für die Kombination „Sommergewitter und Wärmeeinwirkung auf die Hülle aus Temperatur  $T = 70^\circ\text{C}$ “ sowie mit

$$n_w (\text{Sommergewitter}) = 0,6 \cdot n_w (\text{Windlast nach DIN 1055 Teil 4})$$

ergibt sich:

$$1,2 \cdot 0,6 \cdot n_w (\text{Windlast nach DIN 1055 Teil 4})$$

$$\sim 0,7 \cdot n_w (\text{Windlast nach DIN 1055 Teil 4})$$

### 6.3 Bemessung der Rand- und Anschlußbauteile

Für die Bemessung von Rand- und Anschlußbauteilen gilt Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1. Es dürfen die in den jeweiligen Normen für den Lastfall HZ (Haupt- und Zusatzlasten) angegebenen zulässigen Spannungen ausgenutzt werden.

### 6.4 Bemessung der Gründung

Für die Berechnung der Gründungkörper gilt DIN 1054, soweit nachstehend nichts anderes bestimmt ist.

#### 6.4.1 Ballastgewichte und massive Gründungen

Die Sicherheit von Ballastgewichten und massiven Gründungen gegen Abheben, Umkippen und Gleiten muß für den Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1 mindestens 1,2 betragen.

#### 6.4.2 Erdanker

Erdanker müssen die größten resultierenden Membrankräfte am Auflager aufnehmen können.

Die aufnehmbaren Zugkräfte von Erdankern sind am vorgesehenen Standort durch Ausziehversuche festzustellen. Die Prüfkraft darf in vertikaler Richtung angesetzt werden.

Hierbei muß die Ausziehkraft in Abhängigkeit von der Anzahl der Versuche entweder das 2,0fache oder das 1,5fache des größten Absolutwertes der Resultierenden aus der Verankerungskonstruktion betragen. Im ersten Fall sind die Versuche an 5% der Anker, jedoch mindestens an 3 Ankern, im zweiten Fall an 50% der Anker durchzuführen. Hierbei wird vorausgesetzt, daß sich die Festigkeitseigenschaften des Bodens nicht wesentlich verschlechtern können.

Werden durch geeignete Untersuchungen entlang der Verankerungslinie (z. B. Schlag- oder Bohrsondierung etwa alle 10 m) die ungünstigsten Festigkeitseigenschaften des Bodens ermittelt, so kann die Ausziehkraft im ungünstigsten Bereich an mindestens 3 Ankern mit 1,5facher Sicherheit festgelegt werden.

Über die Ausziehversuche ist ein Protokoll anzufertigen.

Anmerkung: Für Tragluftbauten als Fliegende Bauten gilt DIN 4112.

### 6.5 Verträglichkeit der Verformungen

Die Verformungen, welche die freistehende Hülle in den verschiedenen Belastungszuständen erfährt, und die aufgrund der konstruktiven Ausbildung gegebenen Verformungsbehinderungen müssen miteinander sicher verträglich sein. Diese Verträglichkeit ist insbesondere nicht gegeben, wenn die Hülle im verformten Zustand feste Gegenstände wie Einbauten, Einrichtungen, Lagergüter usw. berührt, welche die Hülle mechanisch beschädigen können.

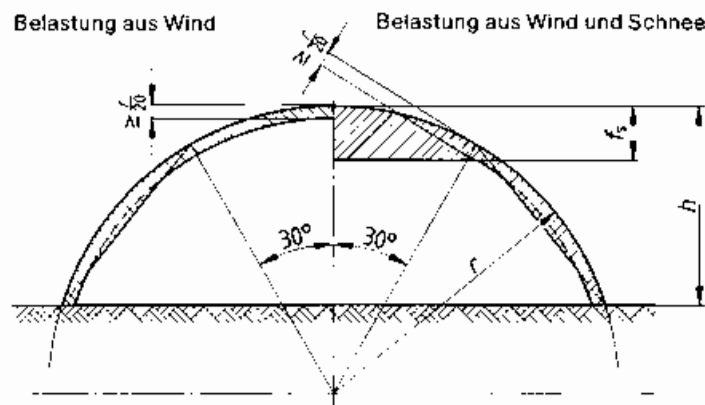


Bild 4. Von festen Gegenständen innerhalb der Hülle freizuhalten der Raum bei Belastung aus Wind und bei Belastung aus Wind und Schnee

Bei zylinderförmigen Hüllen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Hüllen kann diese Bedingung im nicht durch Schleusen oder andere starre Bauteile unterbrochenen Teil als erfüllt angesehen werden, wenn der in Bild 4 angegebene Raum innerhalb der Hülle von festen Gegenständen freigehalten wird. Der Zentriwinkel von  $30^\circ$  und der Abstand von mindestens  $r/20$  von der Hülle können für alle Verhältnisse  $h/r$  angenommen werden.

Für die vorstehend genannten Hüllenformen kann der Abstand der waagerechten Begrenzungslinie vom Scheitel, ausgedrückt in  $f_s/r$ , in Abhängigkeit von  $p/s$  und  $h/r$  aus Tabelle 8 entnommen werden. Die Einsenkung  $f_s$  braucht nicht berücksichtigt zu werden, wenn der Schnee durch Erwärmung sicher abgetaut wird.

Die Werte für die Abstände können um ein Drittel vermindert werden, wenn die festen Gegenstände abgerundet oder gepolstert sind sowie Hülle und feste Gegenstände die aus der gegenseitigen Behinderung der Verformungen herrührenden Kräfte (z. B. aus Windlast oder Schneelast) aufnehmen können.

**Tabelle 8. Bezogene Einsenkung  $f_s/r$  der Hülle im Scheitel infolge Schneelast, wenn der Schnee nicht durch Erwärmung sicher abgetaut wird**

| $\frac{p_i}{s} \cdot 10^3$ | $\frac{h}{r} \cdot 10^2$    |      |      |      |
|----------------------------|-----------------------------|------|------|------|
|                            | 0,5                         | 0,75 | 1    | 1,25 |
|                            | Bezogene Einsenkung $f_s/r$ |      |      |      |
| 1,0                        | 0,15                        | 0,23 | 0,30 | 0,38 |
| 1,5                        | 0,05                        | 0,10 | 0,15 | 0,20 |
| 2,0                        | 0,03                        | 0,05 | 0,09 | 0,12 |
| 3,0                        | 0,02                        | 0,03 | 0,05 | 0,07 |

1) Zwischenwerte geradlinig einschalten.  
 2) Zur Definition von  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2.  
 3) Größere bezogene Einsenkungen als  $f_s/r = 0,20$  sind nicht zulässig.

## 7 Bauliche Ausbildung

### 7.1 Hülle

Die Hülle muß derart gefertigt werden, daß sich durch das Aufblasen ihre Sollform ohne Falten, die das Tragverhalten beeinträchtigen, einstellt.

### 7.2 Seile und Seilverbindungen

Stützseile müssen nach DIN 2078 oder gleichwertig gegen Korrosion geschützt sein.

### 7.3 Gründung und Verankerung

**7.3.1** Streifenfundamente aus Stahlbeton sind besonders geeignet für Tragluftbauten, die für eine längere Nutzungszeit am selben Platz vorgesehen sind.

Hinsichtlich der Lage der Gründungssohle von Streifenfundamenten für Tragluftbauten gelten diese als Bauwerke im Sinne von DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 4.1.1, Aufzählung a).

**7.3.2** Die Eintreibtiefe von Ankern muß mindestens 0,8 m betragen.

Werden die Linienlasten aus der Hülle von Einzelverankerungen (z. B. Schlagankern, Drehankern, Spreizankern,

Schraubenankern und Injektionsankern) als Punktlasten in den Baugrund abgeleitet, so sind Ausziehversuche nach Abschnitt 6.4.2 erforderlich.

Anmerkung: Für Tragluftbauten als Fliegende Bauten gilt DIN 4112.

**7.3.3** Bei Stahlankern in stark aggressiven Böden und Wässern können besondere Maßnahmen zum Schutz gegen Korrosion erforderlich werden.

### 7.4 Türen, Tore, Schleusen und starre Wandteile

Elektrisch gesteuerte Schleusentore müssen bei Ausfall der Stromversorgung auch von Hand zu öffnen sein.

Türen und Tore von Schleusen sind so zu gestalten, z. B. durch Einbau von Druckausgleichsklappen, daß sie auch gegen den Innendruck leicht zu öffnen und zu schließen sind.

Notausgänge in der Hüllenwand dürfen durch Einbau von Schnellverschlüssen, Reißleinen und dergleichen geschaffen werden.

Anmerkung: Klapptüren, die in einem Ausschnitt der Hülle angebracht sind, und Schlupftüren, bestehend aus zwei aufeinanderliegenden Membranen, sind nur als Notausgänge zulässig.

Zwischen Hülle und starren Schleusen bzw. anderen starren Bauteilen, welche die Hülle durchdringen, sind Übergangsteile so anzuordnen, daß die Beweglichkeit der Hülle nicht behindert wird. Wenn diese Bewegungen bei zylinderförmigen Hüllen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Hüllen nicht genauer nachgewiesen werden, dürfen für die Luvseite Verformungswerte aus den Angaben der Tabelle 7 und des Abschnitts 6.5 abgeleitet werden. Für die Leeseite gelten diese Werte halbiert in umgekehrter Richtung.

Auf die Anordnung beweglicher Übergangsteile darf verzichtet werden, wenn die sichere Aufnahme der in der Hülle und dem Anschlußbaukörper auftretenden Beanspruchungen nachgewiesen wird.

An Ausschnitten in der Hülle sind die Schnittkräfte durch Verstärkungen, z. B. Randseile, aufzunehmen.

Anmerkung: Die Störungen der vorgegebenen Hüllenform können durch näherungsweise Anpassung des Randseils an die Stützlinie für den Lastfall „Nenn-Innendruck  $p_i$ “ klein gehalten werden.

Wird die Raumumschließung von Tragluftbauten teilweise aus feststehenden Wänden gebildet, so müssen diese die auftretende Beanspruchung aus Innendruck und Windlast aufnehmen können. Verglasungen müssen bruchsicher sein.

## 8 Erzeugung und Steuerung des Innendrucks

### 8.1 Eigenschaften und Ausführung der Gebläse

Es müssen Gebläse mit Drucksteuerung und Rückschlagklappen vorhanden sein, die für ihren Einsatz als Haupt- oder Ersatzgebläse einschließlich der zugehörigen Einrichtungen (z. B. Einrichtungen für Selbstanlauf) auf Dauer zur Erfüllung der Anforderungen nach den Abschnitten 8.1 bis 8.4 geeignet sind.

Werden Gebläseanlagen einschließlich der Antriebsvorrichtungen außerhalb des Tragluftbaues aufgestellt, müssen sie witterungsgeschützt sein.

### 8.2 Brandschutzanforderungen bezüglich der Gebläseanlagen

Außenliegende Gebläseanlagen müssen zur Hülle einen Mindestabstand von 3 m haben. Der Abstand braucht nur

1 m zu betragen, wenn der Witterungsschutz aus nicht-brennbaren Baustoffen (Baustoffklasse A nach DIN 4102 Teil 1) besteht. Bei einem Abstand unter 1 m muß der Witterungsschutz aus Bauteilen der Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102 Teil 2 bestehen.

Innerhalb eines Tragluftbaues aufgestellte Gebläseanlagen mit Verbrennungsmotor oder direkt befeuerte Luftheizer müssen durch Bauteile der Feuerwiderstandsklasse F 90 – A nach DIN 4102 Teil 2 umschlossen werden. Zuleitungen für angewärmte Luft, die durch die Hülle hindurchführen, müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen (Baustoffklasse A nach DIN 4102 Teil 1) bestehen, wobei eine Weiterleitung von Wärme an die Hülle mittels nichtbrennbarer Dämmstoffe verhindert werden muß. Für die Zuleitungen können schwerentflammbare Baustoffe (Baustoffklasse B 1 nach DIN 4102 Teil 1) gewählt werden, wenn die Temperatur der eingeführten Warmluft 70 °C nicht übersteigt.

Gegenstände aus Stoffen, die im Sinne von DIN 4102 Teil 1 leichtentflammbar sind, müssen zu Öffnungen, aus denen angewärmte Luft bis zu einer Temperatur von 70 °C austritt, mindestens 0,6 m, nach oben mindestens 1 m Abstand haben.

### 8.3 Sicherung der Luftansaugung

Die Ansaugöffnungen der Gebläse müssen so angeordnet sein, daß das Ansaugen brand- und gesundheitsgefährdender Stoffe vermieden wird. In der Nähe von Auspuffanlagen z. B. kann dies als erfüllt angesehen werden, wenn die Auspufföffnung mindestens 2 m über der Luft-Ansaugöffnung liegt. Die Öffnungen sind gegen Schnee und Vereisung so zu schützen, daß die erforderliche Luftzufuhr und Abgasableitung sichergestellt sind.

Der Anschluß der Verbindungsteile zwischen Gebläse und Tragluftbau ist so auszuführen, daß ein selbsttätiges Lösen ausgeschlossen ist.

### 8.4 Sicherstellung des Innendrucks

Tragluftbauten müssen je nach Größe und Nutzung sowie nach der Anzahl der Personen, die sich darin aufhalten dürfen, mit Gebläse- und Alarmanlagen nach den Abschnitten 8.4.1 bis 8.4.4 ausgestattet sein.

**8.4.1** Bei Tragluftbauten, deren Grundfläche mehr als 1000 m<sup>2</sup> beträgt oder die für einen Aufenthalt von mehr als 10 bis 30 Personen bestimmt sind, muß sichergestellt sein, daß der erforderliche Innendruck bei einem mechanischen Ausfall eines Gebläses erhalten bleibt (100%ige Luftreserve, z. B. durch Installation eines zweiten, elektrisch betriebenen Gebläses).

**8.4.2** Bei Tragluftbauten, in denen sich mehr als 30 Personen aufhalten dürfen, muß mindestens ein Gebläse einen selbstanlaufenden Motor haben, der bei Ausfall eines der in Betrieb befindlichen Gebläse ersatzweise anspringt und den erforderlichen Innendruck erhält. Für diesen Zweck muß entweder – bei elektromotorischem Antrieb der Gebläse solcher Tragluftbauten – eine Ersatzstromversorgung oder eine andere Art des Antriebes, z. B. Verbrennungsmotor, sichergestellt sein.

Für den Ersatzantrieb durch einen Verbrennungsmotor ist ein Treibstoff-Vorrat für mindestens 12 Betriebsstunden vorzuhalten.

**8.4.3** Tragluftbauten nach Abschnitt 8.4.2 müssen Alarmanlagen haben, durch die bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung oder bei Betriebsstörungen der Gebläseanlage die Aufsichtspersonen verständigt werden. In besonderen Fällen ist für die Benutzer eine Alarmanlage im Tragluftbau zu installieren. Die Alarmanlagen müssen auch bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung wirksam sein.

**8.4.4** Der Innendruck darf den jeweiligen Windverhältnissen durch selbsttätige, staudruckabhängige Steuerung oder durch die verantwortliche Aufsichtsperson nach Abschnitt 9.1 von Hand angepaßt werden.

Bei Ausfall der selbsttätigen Steuerung muß sich der Nenn-Innendruck  $p_i$  automatisch einstellen.

Durch geeignete Maßnahmen muß sichergestellt sein, daß der Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Abschnitt 4.2.3 um nicht mehr als 10% über- und nicht mehr als 50%, jedoch höchstens bis auf 0,18 kN/m<sup>2</sup>, unterschritten werden kann.

Anmerkung: Eine Absenkung des Innendrucks auf 50% des Nenn-Innendrucks  $p_i$  – jedoch auf nicht weniger als 0,18 kN/m<sup>2</sup> – ist zulässig, wenn eine der folgenden Zusatzbedingungen eingehalten wird:

- Es sind eine windabhängige Steuerung und eine bei Unterschreitung des zulässigen Minimaldrucks nach Abschnitt 8.4.4 optisch oder akustisch wirkende Alarmanlage vorhanden. Bei Erreichen einer Windlast, die 25% der rechnerisch zugrunde gelegten höchsten Windlast (entspricht 50% der dieser Windlast zugrundeliegenden Windgeschwindigkeit) beträgt, muß sich der Nenn-Innendruck  $p_i$  wieder einstellen.
- Es ist keine windabhängige Steuerung vorhanden, jedoch eine Alarmanlage gemäß a) installiert und eine verantwortliche Aufsichtsperson anwesend.

Der vorhandene Innendruck muß ständig durch ein Überdruckmeßgerät oder eine andere selbsttätige Meßeinrichtung überprüfbar sein.

## 9 Betrieb und Überwachung (Betriebsanweisung)

Der Betreiber oder ein von ihm beauftragter sachkundiger Vertreter sind dafür verantwortlich, daß die Forderungen der Betriebsanweisung, deren Kurzfassung im Tragluftbau auszuhängen ist, nach den Abschnitten 9.1 bis 9.6 eingehalten werden.

### 9.1 Verantwortliche Aufsichtspersonen

Bei Tragluftbauten nach Abschnitt 8.4.2 muß eine verantwortliche Aufsichtsperson anwesend sein, solange sich mehr als 30 Personen in dem Tragluftbau aufhalten. In allen anderen Fällen genügt es, wenn ein Verantwortlicher unverzüglich herbeizurufen ist.

### 9.2 Überprüfungen

Die Betriebssicherheit muß durch Stichproben überprüft werden, und zwar:

- Der Zustand der Gesamtanlage (Gebläse, Hülle und Verankerung) ist nach jedem Sturm<sup>3)</sup>, mindestens aber einmal im Jahr, gründlich zu überprüfen.
- In angemessenen Zeitabständen, bei Verbrennungsmotoren mindestens jede Woche, sind die dauernd in Betrieb befindlichen Teile der Gebläseanlage und das Ersatzgebläse auf ihre Betriebstauglichkeit zu prüfen.

Die Ergebnisse dieser Überprüfungen sind schriftlich festzuhalten.

Anmerkung: Während der Wintermonate soll der Verbrennungsmotor des Ersatzgebläses zweimal wöchentlich auf Funktionstüchtigkeit überprüft werden.

<sup>3)</sup> Mehr als Windstärke 7 nach Beaufort.

### 9.3 Noträumung bei Alarm

Bei Alarmsignal müssen Personen unverzüglich den Tragluftbau verlassen. Dies gilt auch, wenn auf andere Weise ein erheblicher Druckabfall wahrgenommen wird (z. B. durch merkliches Absinken der Hülle am Scheitel).

### 9.4 Einschalten der Heizung

Während der Winterperiode ist die Heizeinrichtung für die Gebläseluft rechtzeitig einzuschalten, um die für die Schneebeseitigung erforderliche Mindesttemperatur zu erhalten, es sei denn, Vorrichtungen zur mechanischen Schneerräumung sind unmittelbar am Verwendungsort vorhanden und es ist sichergestellt, daß sie bei Bedarf sofort eingesetzt werden.

### 9.5 Sicherung des freizuhaltenden Raumes

Es ist auf geeignete Weise dafür zu sorgen, daß das nutzbare Profil des Tragluftbaues nach Abschnitt 6.5 (siehe Bild 4) durch feste Einbauten oder Lagergut nicht überschritten wird.

### 9.6 Anzubringende Schilder und Meßeinrichtungen

9.6.1 In unmittelbarer Nähe des Hauptzuganges sind an leicht sichtbarer Stelle folgende Angaben anzubringen:

- Name, Anschrift und Telefonnummer der für den Betrieb verantwortlichen Person (siehe auch Abschnitt 9.1) und der mit der Wartung der Gebläse und Stromanlagen beauftragten Firma,
- der nach Abschnitt 4.2.3 erforderliche Nenn-Innendruck,

- erforderliche Maßnahmen bei Schneefall (Schneerräumung oder Abtauen des Schnees),
- die für das Abtauen erforderliche Mindest-Temperatur,
- Verwendung, zulässige Personenanzahl (mehr oder weniger als 30 Personen),
- Kurzfassung der Betriebsanweisung,
- Hersteller, Herstellungsdatum und Gewebebezeichnung, wenn diese Angaben nicht durch Stempelaufdruck oder dergleichen an mehreren Stellen des Tragluftbaues hervorgehen,
- Öffentlicher Notruf (Polizei, Feuerwehr).

9.6.2 Im Innern des Tragluftbaues ist ein deutlich lesbares Warnschild mit folgender Aufschrift anzubringen:

Bei merklichem Absinken der Hülle am Scheitel oder bei Alarmsignal ist der Tragluftbau unverzüglich zu verlassen.

9.6.3 Name und Anschrift der mit der Wartung der Gebläse beauftragten Firma sind zusätzlich in der Nähe des Gebläses anzubringen.

9.6.4 Im Tragluftbau sind in unmittelbarer Nähe des Hauptzuganges an leicht sichtbarer Stelle Ablesemöglichkeiten für folgende Meßeinrichtungen anzubringen:

- a) für die Meßeinrichtung (Überdruckmeßgerät) zur Überprüfung des erforderlichen Nenn-Innendrucks,
- b) für ein Thermometer zur Überprüfung der Mindest-Temperatur für das Abtauen von Schnee.

9.6.5 Am Hauptzugang sind Schnittzeichnungen aus dauerhaftem Material anzubringen, in denen der freizuhaltende Raum nach Abschnitt 6.5 eingetragen ist.

### Zitierte Normen

|                   |                                                                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 1054          | Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds                                                   |
| DIN 1055 Teil 1   | Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile; Eigenlasten und Reibungswinkel  |
| DIN 1055 Teil 4   | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke      |
| DIN 1055 Teil 5   | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Schneelast und Eislast                               |
| DIN 2078          | Stahldrähte für Drahtseile                                                                    |
| DIN 4102 Teil 1   | Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen |
| DIN 4102 Teil 2   | Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen  |
| DIN 4112          | Fliegende Bauten; Richtlinien für Bemessung und Ausführung                                    |
| DIN 18 800 Teil 1 | Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion                                                       |

### Erläuterungen

Nach Aufkommen der Tragluftbauten als neue Bauart auch in der Bundesrepublik Deutschland wurden dem allgemeinen Bedürfnis entsprechend Ende der 60er Jahre in einem besonderen Arbeitskreis der Fachkommission „Bauaufsicht“ die „Richtlinien für den Bau und Betrieb von Tragluftbauten“ erarbeitet und in den Jahren 1971/72 als Technische Baubestimmungen in den einzelnen Bundesländern eingeführt. Da die Entwicklung dieser Bauart noch nicht abgeschlossen war, wurde im Jahr 1973 auf Veranlassung des Ausschusses „Einheitliche Technische Baubestimmungen“ (ETB) der Arbeitsausschuß „Tragluftbauten“ im Normenausschuß Bauwesen gebildet, der auf der Grundlage der bauaufsichtlichen Richtlinien die vorliegende DIN-Norm erstmals aufgestellt hat.

Die Norm berücksichtigt unter anderem die inzwischen in Wirtschaft, Ingenieurwesen, Wissenschaft und Verwaltung gesammelten Erfahrungen mit den eingangs genannten Richtlinien.

Die weitere Entwicklung auf diesem Sachgebiet wird beobachtet, um deren Ergebnisse bei einer späteren Neufassung nach angemessener Frist zu berücksichtigen.

Zu den einzelnen Abschnitten werden folgende Erläuterungen gegeben:

#### Zu Abschnitt 1: Anwendungsbereich

Die vereinfachenden Angaben der Norm sind auf die Bedürfnisse der Baupraxis zugeschnitten. Sie beziehen sich daher auf die am meisten ausgeführten zylindrischen oder annähernd halbkugelförmigen Bauformen. Wesentlich andere Bauformen verlangen besondere technische Untersuchungen und Berechnungen.

Ausgenommen vom Anwendungsbereich sind sehr kleine Tragluftbauten mit höchstens 100 m<sup>2</sup> Grundfläche und höchstens 4 m Scheitelhöhe, wie sie bislang vorwiegend als Überdeckungen privater Schwimmbecken verwendet wurden, da in diesem Anwendungsbereich einzelne Anforderungen der Norm einen unverhältnismäßig hohen Aufwand verursachen würden. Den Nachteilen infolge Absinkens einer solchen Hülle, besonders bei Schwimmbad-Überdeckungen, kann z. B. durch folgende Maßnahmen begegnet werden:

- Festlegung des Innendrucks auf mindestens  $0,10 \text{ kN/m}^2$
- Ausbildung einer Schlupftür in der Hülle
- Anordnung von Auffangvorrichtungen bei Schwimmbad-Überdeckungen wie Einstiegsleitern mit mindestens 1 m über die Wasseroberfläche ragenden, gerundeten Handläufen.

Da bei diesen Überdeckungen auf schwerentflammbare Hüllenbaustoffe verzichtet wird, dürfen sie nicht zur Überdeckung brennbaren Lagerguts oder bei brandgefährdender Tätigkeit im Innern verwendet werden.

#### **Zu Abschnitt 2: Begriff**

Zum Verständnis und zur Erleichterung der Anwendung mußte der Begriff „Tragluftbauten“ eindeutig festgelegt werden. Tragluftkonstruktionen mit einem Anschluß der flexiblen Hülle an starre Außenwände oder an andere bauliche Anlagen sind durch die Begriffsbestimmung mit erfaßt, wenn tragendes Element die unter Überdruck gesetzte Luft des Innenraumes bleibt. Für den Begriff „Tragluftbauten“ ist es ferner unerheblich, ob die Hülle durch Seile oder Seilnetze verstärkt oder gestützt wird, wenn sie zusammen mit ihrer Verstärkung von der Luft des Innenraumes getragen wird.

Wird die Hülle nicht durch die Luft des Innenraumes, sondern durch Stützkonstruktionen getragen, auch wenn diese aus luftgefüllten Bauteilen wie Schläuchen oder Wülsten bestehen, handelt es sich um keinen Tragluftbau im Sinne dieser Norm. Dies gilt auch für Gebäude mit Überdachungen aus selbsttragenden Luftkissenkonstruktionen.

#### **Zu Abschnitt 3: Bautechnische Unterlagen**

Da Tragluftbauten grundsätzlich genehmigungsbedürftige bauliche Anlagen im Sinne des Bauaufsichtsrechts sind, müssen die Bauvorlagen den Anforderungen der Bauvorlagen-Verordnungen der Länder entsprechen. Da diese Bauart erheblich von herkömmlichen Bauarten abweicht, auf welche die Bauvorlagen-Verordnungen abgestimmt sind, nennt der Normtext ausdrücklich die Darstellungen in Plänen und die Nachweise, auf die es bei einem Tragluftbau besonders ankommt. Wegen ihrer Bedeutung für die Standsicherheit von Tragluftbauten gehören sowohl Betriebsbeschreibungen als auch Betriebsanweisungen zu den einzureichenden Bauvorlagen.

#### **Zu Abschnitt 4: Berechnungsgrundlagen**

Als Hüllenbaustoffe für Tragluftbauten werden beschichtete Gewebe verwendet, die als neue, noch nicht allgemein bewährte Baustoffe im Sinne der Bauordnungen der Länder gelten. Die Norm weist daher hinsichtlich der Baustoffeigenschaften und -kennwerte auf die in solchen Fällen erforderlichen Brauchbarkeitsnachweise hin. Die Lastannahmen sind im Zusammenhang mit den in Abschnitt 6.1 angegebenen Festigkeitsnachweisen zu sehen. Grundsätzlich wurden 3 extrem ungünstige Lastkombinationen als wesentlich für die Beurteilung der Standsicherheit von Tragluftbauten angesehen: Der „Wintersturm“, das „Sommergewitter“ und die „Dauerbeanspruchung“ (Materialermüdung unter Langzeitbelastung vor allem durch Innendruck). Da die in den Bemessungsgleichungen maßgeblichen Materialeigenschaften wesentlich von den Temperaturbedingungen und der klimatischen Vorgeschichte beeinflusst werden, mußten die Beschreibungen der Lasten und der Materialeigenschaften unter den angenommenen Bedingungen auf diese Lastkombinationen abgestimmt werden. Die Belastung durch den „Wintersturm“ wird durch die Windlasten nach DIN 1055 Teil 4 und die Temperaturbedingung  $20^\circ\text{C}$ , die Belastung durch das „Sommergewitter“ durch einen Windlastansatz von 60% der Windlast nach DIN 1055 Teil 4 und  $70^\circ\text{C}$  Temperatur erfaßt. Für die „Dauerbeanspruchung“ kann an Stelle einer aufwendigen Erfassung der Temperatur-Last-Ganglinie vereinfachend von einer Mitteltemperatur von  $20^\circ\text{C}$  ausgegangen werden.

Wie weit die Eigenlast der Hülle bei der Schnittgrößenermittlung vernachlässigt werden kann, ist bei mehrlagigen Hüllenwerkstoffen oder bei Sonderkonstruktionen zu überprüfen.

Ausreichender Innendruck soll vor allem die ausreichende Tragfähigkeit und Formstabilität bei Wind- und Schneebelastung sicherstellen. Tabelle 1 gibt hierzu für die am meisten ausgeführten Bauformen Werte an. Für Tragluftbauten als Fliegende Bauten gelten Sonderregelungen.

Zur Rechenvereinfachung können über die ganze Bauwerkshöhe konstante Staudrücke (Geschwindigkeitsdrücke) angenommen werden, die als integraler Mittelwert aus der in DIN 1055 Teil 4 angegebenen Verteilung des Staudrucks  $q$  zu entnehmen sind. Da die Spitzenwindgeschwindigkeiten nur innerhalb eines begrenzten Querschnittes gleichzeitig in voller Höhe auftreten können, sind in Abhängigkeit von der horizontalen Projektionsfläche des Bauwerkes Reduktionsfaktoren für den auf die Gesamtfläche einzusetzenden Spitzenstaudruck zugelassen.

Für die Annahme der Schneelast gilt grundsätzlich DIN 1055 Teil 5. Jedoch ist abweichend von den in DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Abschnitt 3.4.2 für Tragluftbauten genannten Sonderregelungen für den Fall der mechanischen Schneeräumung eine Mindestschneelast von  $s = 0,25 \text{ kN/m}^2$  festgesetzt, da nicht immer eine sofortige Schneeräumung möglich sein dürfte. Dies gilt auch für Tragluftbauten, die als Fliegende Bauten verwendet werden.

Hinsichtlich der Schneeabseilung durch Beheizung und durch mechanische Vorrichtungen siehe auch die Erläuterungen zu Abschnitt 9.4.

#### **Zu Abschnitt 5.1: Grundlagen für die Ermittlung der Schnittgrößen**

Die Ermittlung der Schnittgrößen soll genauer erfolgen als nach den bisherigen „Richtlinien“, vor allem durch Berücksichtigung der Systemverformungen. Ausnahmen können bei gleichsinnig doppelt gekrümmten Membranen gemacht werden, wenn ein ausreichend großer Nenn-Innendruck sichergestellt ist.

Örtlich stark abweichende Schnittgrößen aus der Einleitung von Einzel- und Linienlasten oder aus Unstetigkeiten in Neigungen und Krümmungen in der Hülle sind unter Berücksichtigung der Verträglichkeitsbedingungen zu ermitteln. Eine Berechnung von Teiltragwerken (z. B. Zylinderteil und Abschlußkuppel getrennt) ist immer durch eine rechnerische Erfassung der Zusammenhangsbedingungen zu ergänzen.

Um den Berechnungsaufwand nach Möglichkeit zu verringern, können für häufig wiederkehrende Formen von Tragluftbauten entsprechend aufgestellte Tafeln und Näherungsgleichungen verwendet werden (siehe auch Erläuterungen zu Abschnitt 5.2).



### Zu Abschnitt 5.2: Zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen

Die Näherungsgleichungen für die maßgebenden Schnittgrößen zylinderförmiger Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- und Rechteckgrundriß sowie kugelförmiger oder kappenförmiger Membranen unter Wind- und Nenn-Innendruckbelastung besitzen den einheitlichen Aufbau

$$n_{w+p_i} = n_w + n_{p_i} = \alpha \cdot q \cdot r + \beta \cdot p_i \cdot r,$$

der die lineare Superponierbarkeit der Schnittgrößen infolge  $w$  und  $p_i$  voraussetzt.

Die Beiwerte  $\beta$  sind in den Gleichungen (2), (4), (6) und (8) bereits wie folgt berücksichtigt:

$$\begin{aligned} \text{Zylinder:} \quad & \beta_\varphi = 1,0 \text{ (Ringrichtung)} \\ & \beta_x = 0,5 \text{ (Längsrichtung)} \\ \text{Abschlußkuppel: } & \beta_\varphi = 0,5 \text{ (Meridianrichtung)} \\ \text{(bzw. Kugel)} & \beta_\theta = 0,5 \text{ (Breitenkreisrichtung)} \end{aligned}$$

Die Beiwerte  $\alpha$  – dargestellt in den Tabellen 4 und 5 – sind teils aus Versuchen, teils aus Finiten-Element-Berechnungen bei homogener Anströmung ermittelt worden, d. h. ihre Genauigkeit ist für diesen Fall ausreichend.

Im Einzelfall, insbesondere bei Abweichungen von den vorstehenden normalen Bauformen (siehe Bilder 1 und 2), sollte eine genauere numerische Berechnung der Schnittgrößen erfolgen. Wegen der Aufspaltung der Schnittgrößen in  $n_w$  und  $n_{p_i}$ , die für den Sicherheitsnachweis benötigt werden, siehe Erläuterungen zu Abschnitt 6.1.

### Zu Abschnitt 5.3: Hüllen mit Stützung durch Seile oder Seilnetze

Tragluftbauten mit engmaschiger Seilnetzstützung weisen ein ähnliches Tragverhalten auf wie nicht seilnetzgestützte Tragluftbauten. Deshalb dürfen die Seilkräfte aus den üblichen Membrankräften (ohne Berücksichtigung der Seile) abgeleitet werden, wobei die Membrankräfte für die am meisten ausgeführten Bauformen (zylinderförmige Membrane mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen) unter den Voraussetzungen des Abschnitts 5.3.2 mit Hilfe der Näherungsgleichungen ermittelt werden können. Bei wesentlicher Abweichung von den normalen Bauformen ist eine genauere Berechnung des stützenden Seilnetzes erforderlich.

### Zu Abschnitt 5.4: Verankerungskräfte aus Windlast und Nenn-Innendruck

Die angegebenen Näherungsgleichungen (9) und (10) beruhen auf numerischen Berechnungen. Die Abminderungsfaktoren 0,8 bzw. 0,6 sind dadurch begründet, daß die  $\alpha_\varphi$ -Werte der Tabelle 5 für die im gesamten Tragluftbau maximalen Schnittgrößen gelten, die vorwiegend im Zenitbereich der Abschlußkuppeln über Kreisgrundriß auftreten. Da die Schnittgrößen zu den Rändern hin abnehmen, können für die Berechnung der Gründung zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit geringere Kräfte eingesetzt werden. Bei Abschlußkuppeln über Rechteckgrundriß (Kappen) sind diese Abminderungen nicht berechtigt. Im zylindrischen Teil liegen die Verankerungskräfte nach Gleichung (9) auf der sicheren Seite. Ihre Richtung ergibt sich näherungsweise aus der Tabelle 7, deren Werte aus den Verformungen einer „dehnstarken Hülle“ ohne Behinderungen durch die Abschlußkuppeln ermittelt wurden und daher nicht mehr an den Übergängen zu den Abschlußkuppeln gelten.

### Zu Abschnitt 6.1: Festigkeitsnachweise für die Hülle und ihre Verbindungen

Die Festigkeitsnachweise für den Hüllenbaustoff, die Nähte und die Anschlüsse der Hülle erfolgen in den einzelnen Lastfällen nach Abschnitt 4.2.1 mit Teilsicherheitsbeiwerten entsprechend der Auftretenswahrscheinlichkeit der Lastarten und dem angestrebten Sicherheitsniveau.

Der Nachweis A gilt für die Bemessung bei extremer Windlast in den Herbst- und Winterstürmen bei der zugehörigen Temperatur.

Der Nachweis B erfaßt die Bemessung bei extremer Windlast im Sommer und der dann nach vorheriger starker Sonneneinstrahlung noch erhöhten Temperatur der Hülle.

Der Nachweis C soll die durch Dauerbeanspruchung herabgesetzte Tragfähigkeit der Hülle erfassen.

Bei der Verwendung von allgemein bauaufsichtlich zugelassenen PVC-beschichteten Polyestergeweben und ihren Verbindungen hat sich herausgestellt, daß die Lastfälle bzw. Nachweise B und C bei Bauformen nach Abschnitt 5.2 für die Bemessung nicht maßgebend sind.

Die Schnittgröße  $n_w$  (infolge Windlast) allein ist wegen des nichtlinearen Tragverhaltens der üblichen Hüllenwerkstoffe im unteren Lastbereich keine eindeutig erfassbare Größe. Wegen der gleichzeitig erforderlichen Stabilisierung der Hülle durch den Innendruck berechnet man daher besser die Schnittgrößen  $n_{w+p_i}$  infolge Windlast plus Nenn-Innendruck. Der Rechenwert  $n_w$  ist dann die Differenz

$$n_w = n_{w+p_i} - n_{p_i}$$

In dieser Weise sind die Beiwerte  $\alpha$  der Tabelle 4 ermittelt.

Die Teilsicherheitsbeiwerte können auch auf die Lasten angewendet werden. Die für die Bemessung maßgebenden Schnittgrößen ergeben sich dann aus der Kombination der entsprechend vergrößerten Lasten. Der Nachweis A hat in diesem Fall die Form

$$n_{g+1,1} \cdot p_i + 1,5 \cdot w \leq \text{zul } n_{\varphi}$$

In die Ermittlung der lastseitigen Teilsicherheitsbeiwerte gehen die statistischen Kennwerte der Festigkeit auch ein. Hier wurde von PVC-beschichtetem Gewebe als Hüllenbaustoff ausgegangen. Die Festigkeitsnachweise können auch für vergleichbare neue Hüllenbaustoffe angewendet werden, deren entsprechende Kennwerte vorliegen. Die zulässigen Festigkeiten werden in Zulassungsbescheiden für den Hüllenbaustoff und die Nähte geregelt. Besteht eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nicht, so ist eine Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsichtsbehörde zu den aufgrund entsprechender Untersuchungen und Gutachten vorgesehenen Werten erforderlich. Als Basis wird im allgemeinen die 5%-Fraktile der Kurzzeitfestigkeit – beim Gewebe in Schußrichtung – bei einer Temperatur von 23 °C genommen.



#### **Zu Abschnitt 6.2: Bemessung der Seile und zu Abschnitt 6.3: Bemessung der Rand- und Anschlußbauteile**

Da das Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte nur für die Hülle benutzt wird, können die Nachweise für die anderen Bauteile auf den Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1 beschränkt werden.

Die Sicherheit dieser Bauteile richtet sich, soweit in dieser Norm nicht anders geregelt, nach den für diese Bauteile geltenden Normen und Anwendungsarten.

#### **Zu Abschnitt 6.4: Bemessung der Gründung**

Für die Bemessung der Gründung ist der Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1 maßgebend.

#### **Zu Abschnitt 6.4.2: Erdanker**

Bei der vorgesehenen Ermittlung der aufnehmbaren Zugkräfte durch Ausziehversuche wird davon ausgegangen, daß der Boden längs der Verankerungslinie gleichförmig ist. Die Anker müssen bei stichprobenartiger Prüfung die genannte Ausziehkraft sicher tragen. Bei ungleichförmigen Böden sind gesonderte Überlegungen erforderlich. Dabei kann das in Absatz 4 von Abschnitt 6.4.2 angegebene Verfahren angewendet werden.

#### **Zu Abschnitt 6.5: Verträglichkeit der Verformungen**

Die freie Verformung der Hülle kann durch Schleusen und Anschlußbauteile oder auch durch Einbauten wie Regale u. ä. ständig oder zeitweise behindert sein. Dabei können Zusatzspannungen auftreten, die sicher aufgenommen werden müssen.

In der Regel muß davon ausgegangen werden, daß Beschädigungen eintreten, wenn die Hülle bei Verformung unter Wind- und Schneelasten feste Gegenstände innerhalb oder außerhalb des Tragluftbaues berührt. Daher ist der innere und äußere Bewegungsraum der Hülle unter Gebrauchslasten nach Abschnitt 4.2.1, Lastfall A, nachzuweisen. Es ist sicherzustellen, daß dieser Bewegungsraum von allen festen Gegenständen freigehalten wird.

#### **Zu Abschnitt 7: Bauliche Ausbildung**

Die Konstruktion und Herstellung von Traglufthallen erfordert besonderes technologisches Wissen und handwerkliche Erfahrung. Die Ausführungen dieser Norm können hierzu nur einige Grundsätze und Regeln geben.

#### **Zu Abschnitt 7.1: Hülle**

Die Hülle muß so zugeschnitten und gefertigt werden, daß unter vollem Innendruck die gebaute Form mit der geplanten Sollform übereinstimmt.

#### **Zu Abschnitt 7.2: Seile und Seilverbindungen**

Für die Ausführung der Seilkonstruktionen und ihrer Verbindungen gelten u. a. für Drahtseile aus Stahldrähten DIN 2078, DIN 3051 Teil 1 bis Teil 4, DIN 3052 bis DIN 3071, DIN 15 111 Teil 1 und Teil 2 und DIN 21 260, für Schäkel DIN 82 101, für Spannschlösser DIN 1480, DIN 48 334 und DIN 82 004, für Seilklemmen DIN 1142, für Preßklemmen DIN 3093 Teil 1 bis Teil 3 und für Kauschen DIN 3090, DIN 3091 und LN 6899.

#### **Zu Abschnitt 7.3: Gründung und Verankerung**

Die Befestigung der Hülle an den Verankerungen kann punktweise oder durchlaufend durch Randseile oder biegesteife Bauteile erfolgen. Bei allen Lastfällen ist in Abhängigkeit von der möglichen Hüllenverformung die Richtung der Verankerungskräfte zu berücksichtigen.

Eine Möglichkeit zur Beurteilung von aggressiven Böden als Grundlage für entsprechende Korrosionsschutzmaßnahmen bietet das DVGW-Arbeitsblatt „Merkblatt für die Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Eisen und Stahl im Erdboden“, zu beziehen bei der ZIGW-Verlag GmbH, Postfach 90 10 80, 6000 Frankfurt/Main.

#### **Zu Abschnitt 7.4: Türen, Tore, Schleusen und starre Wandteile**

Zugänge und Einfahrten werden vorzugsweise als Schleusen ausgebildet. Es ist darauf zu achten, daß beide Schleusentore nicht gleichzeitig geöffnet sind. Ein entsprechendes Verbotsschild ist deutlich sichtbar an der äußeren Schleuse anzubringen. Die Schleusentore sind mit Klarsichtfenstern auszurüsten, so daß sich jeder vor dem Öffnen des äußeren Tores davon überzeugen kann, ob das innere Tor geschlossen ist.

#### **Zu Abschnitt 8: Erzeugung und Steuerung des Innendruckes**

Die Tragluftbauten werden durch die unter Überdruck gesetzte Luft des Innenraumes getragen. Mit entsprechender Sorgfalt sind daher die zur Aufrechterhaltung des Innen-Überdruckes erforderlichen Gebläseeinrichtungen auszulegen und zu überwachen.

#### **Zu Abschnitt 8.4.1**

Die 100%ige Luftförderreserve ist durch Installation eines zweiten Gebläses sicherzustellen.

Eine unabhängige Stromversorgung oder ein Verbrennungsmotor, wie unter Abschnitt 8.4.2 aufgeführt, wird hier für den Antrieb des zweiten Gebläses nicht gefordert. Bei Tragluftbauten nach Abschnitt 8.4.1 wird unterstellt, daß den Personen im Tragluftbau nach Ausfall des Gebläses genügend Zeit zum sicheren Verlassen bleibt und das zweite Gebläse kurze Zeit später eingeschaltet werden kann, um am ersten Gebläse Reparatur- oder auch Wartungsarbeiten durchführen zu können.

Es wird freigestellt, je nach Sicherheitsbedürfnis weitergehende Steuerungseinrichtungen vorzusehen.

#### **Zu Abschnitt 8.4.2 und Abschnitt 8.4.3**

Bei Tragluftbauten für mehr als 30 Personen gewinnen zusätzliche Erwägungen Bedeutung; vor allem ist darauf zu achten, daß bei Störfällen Panik verhindert wird.

**Zu Abschnitt 9: Betrieb und Überwachung (Betriebsanweisung)**

Die Bedeutung des Überdruckes der Luft im Innenraum zur Stützung des Tragluftbaues erfordert besondere betriebliche Maßnahmen zu seiner Sicherstellung und zur Überwachung der Gebläse. Im Abschnitt 9 sind hierfür Anweisungen zusammengestellt. Die Verantwortung des Betreibers oder eines von ihm beauftragten sachkundigen, in die jeweiligen Betriebsbedingungen eingewiesenen Vertreters für die Einhaltung dieser Anweisungen wird besonders herausgestellt.

**Zu Abschnitt 9.1: Verantwortliche Aufsichtspersonen**

Bei Tragluftbauten, die zur Aufnahme einer größeren Personenzahl, d. h. für mehr als 30 Personen bestimmt sind, muß eine verantwortliche Aufsichtsperson anwesend sein, solange sich mehr als 30 Personen im Tragluftbau aufhalten. Sie soll bei Druckabfall, der unter anderem durch stärkere Bewegungen der Hülle sichtbar wird, den richtigen Innendruck schnell wieder herstellen können.

**Zu Abschnitt 9.2: Überprüfungen**

Die Gebläse zur Aufrechterhaltung des Nenn-Innendruckes und ihre Motoren müssen laufend überwacht werden. Die im Normtext erwähnten „angemessenen Zeitabstände“ für deren Prüfung auf Betriebstauglichkeit richten sich nach der Größe und Art der Nutzung des Tragluftbaues sowie nach den klimatischen Umständen. Tragluftbauten für regelmäßigen Personenaufenthalt wie Sporthallen oder Tragluftbauten bei Lage in überdurchschnittlich windanfälligen Gebieten verlangen eine häufigere Überprüfung. Ebenso sollen Überprüfungen in dichteren Zeitabständen im Winter wegen der mit Schneefall verbundenen zusätzlichen Belastungen auch bei den Verbrennungsmotoren der Ersatzgebläse durchgeführt werden.

**Zu Abschnitt 9.4: Einschalten der Heizung**

Die in Abschnitt 9.4 erwähnte Mindesttemperatur für die Schneebeseitigung kann mit 8 bis 12 °C in der Nähe des Scheitels des Traglufttraumes angenommen werden. Zu ihrer Kontrolle muß im Scheitel ein Temperaturfühler installiert werden, dessen Meßwerte in der Nähe des Hauptzuganges abzulesen sind. Auf ausreichende Beheizung kann verzichtet werden, wenn Vorrichtungen zur mechanischen Schneeräumung bei einsetzendem Schneefall schnell benutzt werden können. Sie sollen vom Gelände aus bedient werden können, damit man nicht auf die Hülle zu steigen braucht. Bei sehr langen Tragluftbauten empfiehlt es sich, mehr als eine Schneeräum-Vorrichtung vorzusehen (Abstände etwa 30 bis 40 m).

Eine solche Vorrichtung kann z. B. aus einem dicken Holzbrett bestehen, dessen Kanten gut abgerundet sein müssen (Verletzungsgefahr für die Hülle!). An den Schmalseiten des Brettes werden so lange Seile befestigt, daß diese Vorrichtung vom Boden aus über den gesamten Zylinderbogen des Tragluftbaues reicht. Durch Hin- und Herziehen des Brettes auf der Hülle rutscht der Schnee seitlich ab.

Da sich nasser Schnee mit seinem relativ hohen Gewicht auf einem unbeheizten oder nicht ausreichend beheiztem Tragluftbau ablagert und die Hülle eindrücken kann, ist erforderlichenfalls auch die Wirksamkeit der Schneeräum-Vorrichtung rechtzeitig zu überprüfen.

**Zu Abschnitt 9.5: Sicherung des freizuhaltenden Raumes**

Die Betriebsanweisung verlangt, daß auf geeignete Weise der nach Abschnitt 6.5 der Norm von festen Gegenständen freizuhaltende Raum beachtet wird und auch nicht von Lagergut beansprucht wird. Um bei Sturm Hüllenbeschädigungen auszuschließen, ist zu prüfen, ob Einbauten das nutzbare Profil einhalten, z. B. durch herabhängende Bleiperlenschnüre, durch Stapelgrenzen mit Angabe der maximalen Stapelhöhen und durch Bereithaltung von Meßplatten. In als Lagerhallen genutzten Tragluftbauten ohne fest vorgegebene Einbauten muß der freizuhaltende Raum in Schnittzeichnungen angegeben werden, die in der Nähe des Hauptzuganges angebracht sind.

An festen Einbauten, die bis an die Grenze des nutzbaren Profils heranreichen, dürfen keine scharfkantigen Teile vorstehen.

**Zu Abschnitt 9.6: Anzubringende Schilder und Meßeinrichtungen**

Damit im Störfall die erforderlichen Hinweise zur Behebung schnell gefunden werden können, müssen in unmittelbarer Nähe des Hauptzuganges an gut sichtbarer Stelle Schilder mit entsprechenden Angaben angebracht werden.

**Internationale Patentklassifikation**

E 04 B 1/345

Mai 2003

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | <p style="text-align: center;"><b>Lager im Bauwesen</b><br/>Teil 1: Allgemeine Regelungen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p style="text-align: center;">Vornorm<br/><b><u>DIN</u> V</b><br/><b>4141-1</b></p>                                                                                                                                                                        |
| ICS 91.010.30 | <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 200px;"> <b>Vornorm</b> </div> <p>Structural bearings —<br/>Part 1: General design rules</p> <p>Appareils d'appui pour ouvrages d'art —<br/>Partie 1: Indications générales</p> <p>Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.</p> <p>Zur vorliegenden Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht.</p> <p>Erfahrungen mit dieser Vornorm sind erbeten an den NABau im DIN.</p> | <p>Ersatz für<br/>DIN 4141-1:1984-09</p> <p style="text-align: right; margin-top: 400px;">Fortsetzung Seite 2 bis 19</p> <p style="text-align: center; margin-top: 100px;">Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.</p> |

— **Vornorm** —**Inhalt**

|                                                                                                                                                                 | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                                                                                            | 3     |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                                                                                                                | 3     |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                                                                                           | 4     |
| <b>3 Begriffe</b> .....                                                                                                                                         | 5     |
| <b>4 Lagerwiderstände</b> .....                                                                                                                                 | 10    |
| <b>5 Einwirkungen und Bewegungen</b> .....                                                                                                                      | 11    |
| <b>6 Nachweis der Gleitsicherheit</b> .....                                                                                                                     | 14    |
| <b>7 Grundsätze der baulichen Durchbildung</b> .....                                                                                                            | 16    |
| <b>8 Brandschutz</b> .....                                                                                                                                      | 18    |
| <b>9 Lagerliste</b> .....                                                                                                                                       | 18    |
| <br><b>Tabelle 1 — Gebräuchliche Lager</b> .....                                                                                                                | <br>7 |
| <b>Tabelle 2 — Beiwert <math>\alpha</math></b> .....                                                                                                            | 11    |
| <b>Tabelle 3 — Charakteristische Bauwerksgrenztemperaturen und charakteristische Temperaturunterschiede für Deckbrücken zwischen Ober- und Unterseite</b> ..... | 12    |
| <b>Tabelle 4 — Lagerliste</b> .....                                                                                                                             | 19    |

**— Vornorm —****Vorwort**

Diese Norm ist eine Fortschreibung von DIN 4141-1:1984-09 und berücksichtigt notwendige Ergänzungen auch wegen der Umstellung des Nachweises der Standsicherheit von Bauwerken vom deterministischen Nachweiskonzept (Methode der zulässigen Spannungen) auf das semi-probabilistische Nachweiskonzept (Methode der Grenzzustände). Soweit möglich wurden auch Regelungen der Europäischen Normen-Reihe EN 1337 übernommen. Die Vornorm wurde im Arbeitsausschuss 00.91.00 des NABau erarbeitet.

**Änderungen**

Gegenüber DIN 4141-1:1984-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen sind aktualisiert und als Abschnitt 2 aufgenommen worden, dadurch ändert sich teilweise die Nummerierung der Abschnitte.
- b) Tabelle 1 ist ersetzt worden.
- c) Abschnitt 4.2.2 "Lagerwiderstände bei Verformungslagern" wurde neu aufgenommen.
- d) Die Abschnitte 5.1 und 5.2 sind neu gefasst worden.
- e) Abschnitt 6 "Nachweis der Gleitsicherheit" wurde neu gefasst.
- f) Abschnitt 7 wurde ergänzt.
- g) Abschnitt 9 "Lagerliste" wurde neu aufgenommen.
- h) Die Erläuterungen der Ausgabe September 1984 sind gestrichen worden.

**Frühere Ausgaben**

DIN 4141-1: 1984-09

**1 Anwendungsbereich**

Diese Norm ist anzuwenden für Lager sowie die diese berührenden Flächen der angrenzenden Bauteile von Brücken und hinsichtlich der Lagerung von damit vergleichbaren Bauwerken und bei Hoch- und Industriebauten.

Diese Norm gilt sowohl für Lager in Bauwerken, die nach dem deterministischen Nachweiskonzept bemessen wurden, als auch für solche, bei denen das semi-probabilistische Nachweiskonzept (DIN 1055-100) angewendet wird. Werden die Lager und das Bauwerk nach unterschiedlichen Nachweiskonzepten bemessen, ist Abschnitt 1 der Anpassungsrichtlinie Stahlbau<sup>1)</sup> zu beachten.

Diese Norm ist nicht anzuwenden für Lager, die als Hauptschnittgrößen auch Momente  $M_z$  übertragen oder bei denen  $N$  eine Zugkraft sein kann (siehe Tabelle 1).

Für Lager für Bauzustände darf diese Norm sinngemäß angewendet werden.

---

1) Sonderheft Nr. 11-2 (Dezember 1998) der "Mitteilungen Deutsches Institut für Bautechnik", Kolonnenstraße 30 L, 10829 Berlin

— **Vornorm** —

Im Sinne dieser Norm gelten nicht als Lager:

- a) **Einbauhilfen (Montagehilfen)**, die vor der planmäßigen Bauwerksnutzung entfernt oder unwirksam werden (siehe 8.3 von DIN 4141-3:1984-09);
- b) **Fugenfüllungen**, die Kraftüberleitungen zwischen benachbarten Bauteilen weitgehend oder völlig verhindern sollen (siehe 4.2 von DIN 4141-3:1984-09);
- c) **Sperrschichten**, die das Eindringen von Wasser, Frischbeton, Schmutz oder Ähnlichem in bestimmte Bauwerksteile verhindern sollen;
- d) **Trennschichten** zwischen Decken und Wänden, z. B. in Form einer doppelten Dachpappenlage oder aus unkaschierten "Gleitfolien" (siehe sinngemäß 4.2 von DIN 18530:1987-03).

## 2 Normative Verweisungen

Diese Vornorm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Vornorm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 1055-1, *Lastannahmen für Bauten — Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel.*

DIN 1055-2, *Lastannahmen für Bauten — Bodenkenngroößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel.*

DIN 1055-3, *Lastannahmen für Bauten — Verkehrslasten.*

DIN 1055-4, *Lastannahmen für Bauten — Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken.*

DIN 1055-4/A1, *Lastannahmen für Bauten — Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken; Änderung 1: Berichtigungen.*

DIN 1055-5, *Lastannahmen für Bauten — Verkehrslasten, Schneelast und Eislast.*

DIN 1055-5/A1, *Lastannahmen für Bauten — Verkehrslasten, Schneelast und Eislast; Änderung A1.*

DIN 1055-6, *Lastannahmen für Bauten — Lasten in Silozellen.*

DIN 1055-100, *Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung — Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln.*

DIN 1072, *Straßen- und Wegbrücken — Lastannahmen.*

DIN 4102-2, *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen — Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.*

DIN 4141-3:1984-09, *Lager im Bauwesen — Lagerung für Hochbauten.*

DIN 4141-14, *Lager im Bauwesen — Bewehrte Elastomerlager — Bauliche Durchbildung und Bemessung.*

DIN 4141-14/A1, *Lager im Bauwesen — Bewehrte Elastomerlager — Bauliche Durchbildung und Bemessung; Änderung A1.*

## — Vornorm —

DIN 18530:1987-03, *Massive Deckenkonstruktionen für Dächer — Planung und Ausführung.*

DIN V ENV 1992-2, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 2: Betonbrücken.*

DIN V ENV 1993-2, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 2: Stahlbrücken.*

DIN EN ISO 12944-1, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 1: Allgemeine Einleitung (ISO 12944-1:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-1:1998.*

DIN EN ISO 12944-2, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen (ISO 12944-2:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-2:1998.*

DIN EN ISO 12944-3, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung (ISO 12944-3:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-3:1998.*

DIN EN ISO 12944-4, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung (ISO 12944-4:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-4:1998.*

DIN EN ISO 12944-5, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 5: Beschichtungssysteme (ISO 12944-5:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-5:1998.*

DIN EN ISO 12944-6, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen (ISO 12944-6:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-6:1998.*

DIN EN ISO 12944-7, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten (ISO 12944-7:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-7:1998.*

DIN EN ISO 12944-8, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 8: Erarbeiten von Spezifikationen für Erstschutz und Instandsetzung (ISO 12944-8:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-8:1998.*

DIN-Fachbericht 101, *Einwirkungen auf Brücken.*

DS 804<sup>2)</sup>, *Vorschrift für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke (VEI).*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Vornorm gilt der folgende Begriff.

Ein Lager ist ein Bauteil, das die Aufgabe hat, von den 6 Schnittgrößen, die an den Verbindungsstellen zwischen zwei Bauteilen möglich sind, bestimmte, ausgewählte Schnittgrößen (Hauptschnittgrößen des Lagers) ohne oder mit begrenzten Relativbewegungen der Bauteile zu übertragen und im Wirkungssinn der übrigen Schnittgrößen Relativbewegungen der Bauteile (Verschiebungen, Verdrehungen) in den Lagerungspunkten zu ermöglichen. Diesen Relativbewegungen wirken Lagerwiderstände in Form von Nebenschnittgrößen entgegen. Es ist zu unterscheiden zwischen

---

2) DZD-Dienstleistungszentrum Dokumentation und Logistik, Stuttgarter Straße 61a, 76137 Karlsruhe

**— Vornorm —**

- Nebenschnittgrößen von Bewegungslagern (Rollenlager, Gleitlager, Kalottenlager, Topflager, Führungslager);
- Nebenschnittgrößen von Verformungslagern (Elastomerlager).

Nach Art und Zahl der übertragbaren Hauptschnittgrößen und der aufnehmbaren Relativbewegungen sind die gebräuchlichen Lager in Tabelle 1 aufgelistet, wobei die statischen und kinematischen Funktionen durch Symbole gekennzeichnet sind.  $N$  (bzw.  $F_z$ ) ist diejenige Kraft, die das Lager normal zur Anschlussebene (Lagerebene) des gelagerten Bauteils überträgt.



Tabelle 1 — Gebräuchliche Lager

| 1   | 2           | 3                      | 4                      | 5 | 6                                                                                                  | 7                       | 8                      | 9                   | 10                           | 11                           | 12                           | 13                             | 14    |         |
|-----|-------------|------------------------|------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------|---------|
| Nr  | Kurzzeichen | Symbole in Lager-ebene | Symbole in der Ansicht |   | Lagerart                                                                                           | Relativbewegung         |                        |                     |                              |                              |                              | Kräfte<br>(Hauptschnittgrößen) |       | Momente |
|     |             |                        | x                      | y |                                                                                                    | Verschiebungen          |                        |                     | Verdrehung                   |                              |                              |                                |       |         |
|     |             |                        |                        |   |                                                                                                    | $v_x$ in x-Richtung     | $v_y$ in y-Richtung    | $v_z$ in z-Richtung | $\vartheta_x$ um die x-Achse | $\vartheta_y$ um die y-Achse | $\vartheta_z$ um die z-Achse | $V_x$                          | $V_y$ | $N$     |
| 1.1 | V2          |                        |                        |   | Elastomerlager                                                                                     | verformend              | verformend             |                     |                              |                              |                              | $V_x$                          | $V_y$ | $N$     |
| 1.2 | V1          |                        |                        |   | Elastomerlager mit Festhaltekonstruktion für eine Achse <sup>d</sup>                               |                         |                        |                     |                              |                              |                              | $V_x$                          | $V_y$ | $N$     |
| 1.3 | VG1         |                        |                        |   | Elastomerlager mit einachsrig beweglichem Gleitteil und Festhaltekonstruktion für die andere Achse | gleitend und verformend | keine                  |                     |                              |                              |                              |                                | $V_y$ | $N$     |
| 1.4 | VG2         |                        |                        |   | Elastomerlager mit zweiachsrig beweglichem Gleitteil                                               |                         | gleitend u. verformend |                     |                              |                              | verformend <sup>a</sup>      |                                |       | $N$     |
| 1.5 | VGE2        |                        |                        |   | Elastomerlager mit einachsrig beweglichem Gleitteil                                                |                         | verformend             |                     |                              |                              |                              |                                | $V_y$ | $N$     |
| 1.6 | V; P        |                        |                        |   | Elastomerlager mit Festhaltekonstruktion für zwei Achsen                                           | keine                   | keine                  | gering <sup>b</sup> | verformend                   | verformend                   |                              | $V_x$                          | $V_y$ | $N$     |
| 1.7 | P1          |                        |                        |   | Elastomerlager mit einachsrig beweglichem Gleitteil und Festhaltekonstruktion für zwei Achsen      | gleitend                |                        |                     |                              |                              |                              |                                | $V_y$ | $N$     |
| 1.8 | P2          |                        |                        |   | Elastomerlager mit zweiachsrig beweglichem Gleitteil und Festhaltekonstruktion für zwei Achsen     |                         | gleitend               |                     |                              |                              |                              |                                |       | $N$     |
| 2.1 | P           |                        |                        |   | Topflager                                                                                          | keine                   | keine                  | sehr kleine         | gleitend                     | gleitend                     |                              | $V_x$                          | $V_y$ | $N$     |
| 2.2 | P1          |                        |                        |   | Topflager mit einachsrig beweglichem Gleitteil                                                     | gleitend                |                        |                     |                              |                              |                              |                                | $V_y$ | $N$     |
| 2.3 | P2          |                        |                        |   | Topflager mit zweiachsrig beweglichem Gleitteil                                                    |                         | gleitend               |                     |                              |                              | gleitend <sup>a</sup>        |                                |       | $N$     |

— **Vornorm** —**Tabelle 1** (fortgesetzt)

|     |    |  |  |  |                                                                   |          |              |          |          |                       |       |       |     |       |
|-----|----|--|--|--|-------------------------------------------------------------------|----------|--------------|----------|----------|-----------------------|-------|-------|-----|-------|
| 3.1 | P  |  |  |  | Kalottenlager mit Festhaltekonstruktion (Arretierungsring)        | keine    | nahezu keine | gleitend | gleitend | gleitend <sup>a</sup> | $V_x$ | $V_y$ | $N$ |       |
| 3.2 | P1 |  |  |  | Kalottenlager mit einachsiger beweglichem Gleitteil               | keine    | keine        | gleitend | keine    | gleitend              |       | $V_y$ | $N$ |       |
| 3.3 | P2 |  |  |  | Kalottenlager mit zweiachsig beweglichem Gleitteil                | keine    | keine        | gleitend | keine    | gleitend              |       |       | $N$ |       |
| 4.1 | P  |  |  |  | Stählernes Punktkipplager                                         | keine    | keine        | keine    | keine    | keine                 | $V_x$ | $V_y$ | $N$ |       |
| 4.2 | P1 |  |  |  | Stählernes Punktkipplager mit einachsiger beweglichem Gleitteil   | gleitend | keine        | keine    | keine    | keine                 |       | $V_y$ | $N$ |       |
| 4.3 | P2 |  |  |  | Stählernes Punktkipplager mit zweiachsigem beweglichem Gleitteil  | gleitend | keine        | keine    | keine    | keine                 |       |       | $N$ |       |
| 5.1 | L  |  |  |  | Stählernes Linienkipplager                                        | keine    | keine        | keine    | keine    | keine                 | $V_x$ | $V_y$ | $N$ | $M_k$ |
| 5.2 | L1 |  |  |  | Stählernes Linienkipplager mit einachsiger beweglichem Gleitteil  | gleitend | keine        | keine    | keine    | keine                 |       | $V_y$ | $N$ | $M_k$ |
| 5.3 | L2 |  |  |  | Stählernes Linienkipplager mit zweiachsigem beweglichem Gleitteil | gleitend | keine        | keine    | keine    | keine                 |       |       | $N$ | $M_k$ |
| 6.1 | L1 |  |  |  | Einfaches Rollenlager                                             | rollend  | keine        | keine    | keine    | keine                 |       | $V_y$ | $N$ | $M_k$ |
| 6.2 | L2 |  |  |  | Einfaches Rollenlager mit Gleitteil für die andere Richtung       | rollend  | keine        | keine    | keine    | keine                 | $V_x$ | $V_y$ | $N$ | $M_k$ |
| 8.1 | H  |  |  |  | Festpunkt- oder Horizontalkraftlager zweiachsig fest              | keine    | gleitend     | keine    | keine    | keine                 | $V_x$ | $V_y$ |     |       |
| 8.2 | H1 |  |  |  | Einachsiger fester Führungslager                                  | gleitend | keine        | keine    | keine    | keine                 |       | $V_y$ |     |       |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kräfte | Momente | Verschiebungen | Rotationen |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|----------------|------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |         |                |            |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |         |                |            |
| 1 Bezeichnungen nach Bemessungskonzept mit Grenzzuständen<br>2 Bezeichnungen nach Bemessungskonzept mit zulässigen Spannungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |         |                |            |
| ANMERKUNG In der praktischen Anwendung ist x die Hauptrichtung der Bewegung bei Brücken (siehe DIN V ENV 1992-2 und DIN V ENV 1993-2) und z die Richtung der Kräfte aus den vertikalen Lasten.                                                                                                                                                                                                                                                               |        |         |                |            |
| a Für einzelne Lagertypen kann $\phi_z$ enge Toleranzen haben, falls gefordert, sind besondere Konstruktionen notwendig. Normalerweise bedeutet "keine", dass keine anderen Bewegungen als solche aus Toleranzen und Deformation auftreten.<br>b Ob $v_z$ wichtig ist, muss im Einzelfall geklärt werden.<br>c Die Kombination mit einem Gleitlager ergibt ungünstige Beanspruchungen im PTFE.<br>d Einrichtungen, um Kräfte $F_x$ oder $F_y$ zu übertragen. |        |         |                |            |

## 4 Lagerwiderstände

### 4.1 Allgemeines

Die zur Ermittlung der Bewegungs- und Verformungswiderstände (Nebenschnittgrößen) anzusetzenden Beiwerte sind für die einzelnen Lagerarten in den Folgeteilen dieser Norm oder in speziellen Regeln genannt.

Sie gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- a) Die Einbauungenauigkeiten (z. B. Neigungsfehler), bezogen auf das unverformte statische System des Bauwerkes bzw. vor Funktionsbeginn, überschreiten nicht die für die einzelnen Lagerarten in den Folgenormen angegebenen Größen;

ANMERKUNG Werden diese Einbauungenauigkeiten überschritten, so ist die Auswirkung dieses Fehlers rechnerisch nachzuweisen. Dabei ist die Differenz zwischen der gemessenen und der für die einzelnen Lagerarten bereits berücksichtigten Einbauungenauigkeit rechnerisch zu verfolgen. Andernfalls muss der Einbaufehler beseitigt werden.

- b) die Verschiebungs- und Verdrehungsgeschwindigkeiten, wie sie unter den Lasten nach DIN 1072, DS 804 bzw. DIN 1055-1 bis DIN 1055-6 auftreten, werden nicht überschritten;
- c) die Lager werden nicht bestimmten Schadstoffen ausgesetzt;
- d) durch die Wahl der Lagerart und der Konstruktion und durch eine den örtlichen Verhältnissen (Umwelt usw.) angepasste Kontrolle des Lagers muss sichergestellt sein, dass keine unzulässigen Verschmutzungen der Lager eintreten und dass Schäden rechtzeitig erkannt und beseitigt werden können;
- e) Verschleißteile müssen auswechselbar sein (siehe 7.5).

### 4.2 Widerstand des Lagerungssystems

#### 4.2.1 Gleit- und Rollenlager

Wenn mehrere Lager so angeordnet sind, dass die Kräfte, die aus den Bewegungswiderständen resultieren, teils günstig und teils ungünstig am Festpunkt wirken können, so ist bezüglich der Berücksichtigung der Reibungszahlen wie folgt zu verfahren, wenn keine genauere Untersuchung erfolgt:

$$\mu_{\text{sup}} = 0,5 \mu (1 + \alpha)$$

$$\mu_{\text{inf}} = 0,5 \mu (1 - \alpha)$$

Dabei ist:

|                    |                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\mu_{\text{sup}}$ | ungünstig wirkender Reibungszahl;                                                                                                                                                                                                       |
| $\mu_{\text{inf}}$ | günstig wirkender Reibungszahl;                                                                                                                                                                                                         |
| $\mu$              | Reibungszahl nach technischer Regel;                                                                                                                                                                                                    |
| $\alpha$           | Beiwert, abhängig vom Typ des Lagers und von der Anzahl $n$ der Lager, die entweder ungünstig oder günstig wirken. Stehen für den jeweiligen Lagertyp solche Beiwerte nicht zur Verfügung, so sind die Werte der Tabelle 2 einzusetzen. |

— **Vornorm** —**Tabelle 2 — Beiwert  $\alpha$** 

| $n$          | $\alpha$            |
|--------------|---------------------|
| $\leq 4$     | 1                   |
| $4 < n < 10$ | $\frac{16 - n}{12}$ |
| $\geq 10$    | 0,5                 |

**4.2.2 Verformungslager**

Wenn in einem Bauwerk Verformungslager aus unterschiedlicher Herstellung verwendet werden, gelten die für Bewegungswiderstände angegebenen Regeln nach 4.2.1 auch für die Verformungswiderstände, wobei anstelle der Reibungszahl  $\mu$  der Schubmodul  $G$  nach DIN 4141-14/A1 zu setzen ist.

ANMERKUNG Diese wie auch alle anderen Regeln dieser Norm beziehen sich nur auf die Lager und auf den Anschlussbereich des Lagers. Die Bemessung der Bauwerke richtet sich nach den bauartbezogenen Regelwerken.

**5 Einwirkungen und Bewegungen****5.1 Allgemeines**

Für die Ermittlung der Beanspruchungen und Bewegungen der Lager gelten die für das Bauwerk maßgebenden Einwirkungen (Lasten, Temperaturen usw.). Soweit für besondere Anwendungen in den einschlägigen Last- bzw. Einwirkungsnormen keine Annahmen festgelegt sind, müssen sie aus den Gegebenheiten und den Naturgesetzen sinngemäß hergeleitet werden.

Für die Ermittlung der erforderlichen Bewegungskapazität von Brückenlagern zur Aufnahme von Bewegungen infolge von Temperatur sowie von Kriechen und Schwinden sind entsprechende Angaben in 5.2.2 und 5.2.3 enthalten<sup>3)</sup>.

**5.2 Grundlagen für die Berechnung von Bewegungen****5.2.1 Allgemeines**

Im Nachweiskonzept mit zulässigen Spannungen gilt:

Sofern die den Lagerbewegungen zugrunde liegenden Einwirkungen nicht schon Sicherheitselemente enthalten (siehe z. B. 5.2.2), sind die Lagerbewegungen mit dem Faktor  $k = 1,3$  zu vergrößern. Die planmäßig von Verformungslagern aufgenommenen Bewegungen brauchen nicht vergrößert zu werden.

Die Regelungen nach 5.2.2 und 5.2.3 gelten sowohl für das Nachweiskonzept mit zulässigen Spannungen als auch für dasjenige mit Grenzzuständen.

**5.2.2 Temperatureinwirkungen****5.2.2.1 Allgemeines**

Für die Beanspruchung, die Einstellung und die Bemessung der Bewegungskapazität von Lagern sind die Bewegungen (Verschiebungen, Verdrehungen) des Überbaus in den Lagerungspunkten infolge von Einwirkungen auf den Überbau maßgebend. Die nachfolgenden Regelungen der Einwirkungen infolge von

---

3) 5.2.2 wird durch den DIN-Fachbericht 101 ersetzt.

# — Vornorm —

Temperatureinflüssen gelten speziell für Lager, ungeachtet sonstiger temperaturbezogener Festlegungen in anderen Normen.

Die Längenänderungen des Überbaus infolge von Temperatureinwirkungen sind abhängig von der Einbautemperatur und den Bauwerksgrenztemperaturen.

Unter Einbautemperatur ist die gleichmäßige Temperatur im Schwerpunkt des Bauteilquerschnitts zum Zeitpunkt der endgültigen Verbindung des Bauwerks mit dem Festpunkt zu verstehen.

Die Bauwerksgrenztemperaturen ergeben sich aus der Schwankung der gleichmäßigen Temperatur im Schwerpunkt des Bauteilquerschnitts.

Die Verdrehungen des Überbaus infolge von Temperatureinwirkungen resultieren aus dem Temperaturunterschied aufgrund des Temperaturgefälles zwischen gegenüberliegenden Rändern des Bauteilquerschnitts.

Wenn keine genaueren Daten vorliegen, dürfen als charakteristische Werte der Bauwerksgrenztemperaturen und der Temperaturunterschiede die Zahlenwerte der Tabelle 3 angenommen werden.

**Tabelle 3 — Charakteristische Bauwerksgrenztemperaturen und charakteristische Temperaturunterschiede für Deckbrücken zwischen Ober- und Unterseite**

| 1      |                   | 2                          | 3                                            | 4                    | 5                                            | 6                    |
|--------|-------------------|----------------------------|----------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|----------------------|
| Bauart |                   | Bauwerksgrenztemperaturen  | Temperaturunterschiede                       |                      |                                              |                      |
|        |                   |                            | Oberseite wärmer als Unterseite              |                      | Unterseite wärmer als Oberseite              |                      |
|        |                   |                            | Bauzustände ohne Belag, ohne Schutzmaßnahmen | Endzustand mit Belag | Bauzustände ohne Belag, ohne Schutzmaßnahmen | Endzustand mit Belag |
|        |                   | $T_{k,max}$<br>$T_{k,min}$ | $\Delta T_{k1}$                              | $\Delta T_{k1}$      | $\Delta T_{k2}$                              | $\Delta T_{k2}$      |
|        |                   | °C                         | K                                            | K                    | K                                            | K                    |
| 1      | Stählerne Brücken | +45<br>-25                 | 15                                           | 10                   | 5                                            | 5                    |
| 2      | Verbundbrücken    | +45<br>-25                 | 8                                            | 10                   | 7                                            | 7                    |
| 3      | Betonbrücken      | +30<br>-20                 | 10                                           | 7                    | 3,5                                          | 3,5                  |

## 5.2.2.2 Bemessungswerte der Bauwerksgrenztemperaturen und Temperaturschwankungen

Die Beanspruchung von Elastomerlagern und die Einstellung von Gleit-, Kalotten- und Rollenlagern parallel zur Lagerebene ist mit den Längenänderungen des Überbaus infolge der Temperaturdifferenz aus Einbautemperatur und nachstehenden Bemessungswerten der Bauwerksgrenztemperaturen zu ermitteln.

$$|T_{d,max,min}| = |T_{k,max,min}| + 0,5 (\gamma_T - 1) \Delta T_k + \Delta T^*$$

Dabei ist:

$\Delta T_k$  charakteristischer Wert der Temperaturschwankung  $\Delta T_k = T_{k,max} - T_{k,min}$ ;

$\gamma_T$  Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_T = 1,35$ ;

## — Vornorm —

$\Delta T^*$  Sicherheitszuschlag

bei Betonbrücken  $\Delta T^* = 10 \text{ K}$ ;

bei Stahl- und Stahlverbundbrücken  $\Delta T^* = 15 \text{ K}$ .

Der Sicherheitszuschlag  $\Delta T^*$  darf entfallen, wenn eine genaue Bestimmung der Einbautemperatur durch Messungen am Bauwerk erfolgt. Wird während des Bauvorgangs der Festpunkt des Lagerungssystems geändert, so sind die Bemessungswerte der Bauwerksgrenztemperaturen zusätzlich um 10 K bei Betonbrücken bzw. 15 K bei Stahl- und Stahlverbundbrücken zu erhöhen.

Die erforderliche Verschiebungskapazität von Gleit- und Rollenlagern und Festhaltekonstruktionen muss der Summe der größten Längenänderungen in beiden Bewegungsrichtungen bzw. dem Bemessungswert der Temperaturschwankung

$$\Delta T_d = T_{d,\max} - T_{d,\min}$$

entsprechen.

### 5.2.2.3 Bemessungswert des Temperaturunterschieds

Der Bemessungswert des Temperaturunterschieds ergibt sich zu

$$\Delta T_{d1,2} = \gamma_T \Delta T_{k1,2}$$

mit

$$\gamma_T = 1,35$$

Damit wird die temperaturbedingte Rotationsbeanspruchung von Elastomerlagern durch die Verdrehung des Überbaus ermittelt.

Die temperaturbedingte Verdrehungskapazität von Bewegungslagern (z. B. Topflager, Kalottenlager) muss der Differenz der Drehwinkel infolge von  $\Delta T_{d1}$  und  $\Delta T_{d2}$  entsprechen.

Gegebenenfalls sind Temperaturunterschiede im Unterbau (Pfeiler, Stützen usw.) sinngemäß zu berücksichtigen.

### 5.2.3 Kriechen und Schwinden

Die Schwind- und Kriechverformungen sind wie zusätzliche Temperatureinwirkungen – in der Regel Abkühlungen – zu behandeln.

## 5.3 Bewegungszuschläge für Bewegungslager

Sofern in den Folgeteilen dieser Norm oder in anderen Regelwerken keine weitergehenden Anforderungen gestellt werden, ist bei der baulichen Durchbildung die nach 5.2 erforderliche Bewegungskapazität (gesamte Bewegungsmöglichkeit für Bewegungen in entgegengesetzten Richtungen) mit folgenden Zuschlägen zu vergrößern:

a) Verdrehung (Bogenmaß)

$$\Delta \vartheta = 0,005 - (-0,005) = 0,01, \text{ jedoch mindestens}$$

$$\Delta \vartheta = \frac{1}{a} - \left( -\frac{1}{a} \right) = \frac{2}{a}$$

Dabei ist:

$a$  maßgebender Radius in cm bei der Ermittlung der erforderlichen Verdrehungskapazität.

b) Verschiebung (mm)

$$\Delta v_{xy} = 20 - (-20) = 40$$

Der Mindestwert der Verschiebungskapazität unter Brücken und vergleichbaren Bauwerken muss in der Hauptverschiebungsrichtung des Bauwerks 100 mm und in der Querrichtung dazu 40 mm betragen, sofern das Lager keinen Anschlag hat.

#### 5.4 Mindestbewegungen für den statischen Nachweis

Sofern in den Folgeteilen dieser Norm oder in anderen Regelwerken keine weitergehenden Anforderungen gestellt werden, sind in der statischen Berechnung die Verdrehung  $\vartheta_x$  bzw.  $\vartheta_y$  mit mindestens  $\pm 0,003$  (Bogenmaß) und die Verschiebung  $v_x$  bzw.  $v_y$  mit mindestens  $\pm 20$  mm anzunehmen.

Bei Elastomerlagern beträgt der Mindestwert für die Verschiebung  $\pm 10$  mm.

Eine Unterschreitung ist zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass diese Werte auch unter ungünstigsten Umständen, wobei auch die Einbauungenauigkeit zu berücksichtigen ist, nicht erreicht werden. Höhere Mindestwerte sind zu berücksichtigen, wenn das Gegenteil der Fall ist.

#### 5.5 Zuordnung zu den Lastfällen im Nachweiskonzept mit zulässigen Spannungen

Schnittgrößen infolge von Roll- und Gleitwiderständen von Lagern sind Zusatzlasten. Jedoch sind mindestens anzusetzen für die Bemessung von

- a) Gleitlagern als Lastfall I<sup>4)</sup> die halben Werte der aus Lastfall I herrührenden Gleitwiderstände;
- b) Rollenlagern als Hauptlast die halben Werte der aus Eigenlast, Vorspannung, Schwinden, Kriechen, Temperaturänderung und wahrscheinlicher Baugrundbewegung herrührenden Rollwiderstände;
- c) allen sonstigen Teilen, bei denen zwischen Hauptlast und anderen Lastfällen unterschieden wird, als Hauptlast die halben Werte, die aus den Gleit- und Rollwiderständen der anderen Lager bei den Lastfällen nach Aufzählung a) und Aufzählung b) herrühren.

Schnittgrößen infolge von Verformungswiderständen von Lagern sind

- Hauptlasten, wenn sie Lasten infolge von Hauptlasten übertragen;
- Zusatzlasten, wenn sie Lasten infolge von Zusatzlasten übertragen, und
- Lasten aus Zwang, wenn sie durch Zwangsbeanspruchungen hervorgerufen werden.

### 6 Nachweis der Gleitsicherheit

#### 6.1 Im Nachweiskonzept mit zulässigen Spannungen

Die Sicherheit gegen Gleiten von stählernen Lagerteilen an anschließenden Bauteilen ist mit der folgenden Gleichung nachzuweisen:

$$v \cdot F_{xy} \leq \mu \cdot F_z + D$$

Dabei ist:

$v$  Sicherheitszahl. Es ist anzunehmen  $v = 1,5$ ;

---

4) Lastfall I ist eine nur für Gleitlager geltende Lastgruppierung und umfasst Eigenlast, Vorspannung, Schwinden, Kriechen, Temperaturänderung und wahrscheinliche Baugrundbewegungen.



## — Vornorm —

$F_z$  Summe aller Kräfte normal zur Lagerebene;

$F_{xy}$  resultierende Kraft in Lagerebene;

Dabei sind  $F_z$  und  $F_{xy}$  unter Berücksichtigung der 1,35fachen Relativbewegung der Lager unter Gebrauchslast zu ermitteln. ( $F_z$  und  $F_{xy}$  gelten für die gleiche zugehörige maßgebliche Lastkombination. In Ausnahmefällen – bei sehr verschieblichen Tragsystemen – kann es erforderlich werden,  $F_z$  und  $F_{xy}$  unter 1,35facher Last an einem wirklichkeitsnahen Tragsystem zu ermitteln.)

$D$  Traglast der Verankerungen auf Abscheren;

$\mu$  Reibungszahl. Es ist anzunehmen  $\mu = 0,2$  für Stahl/Stahl und  $\mu = 0,5$  für Stahl/Beton (Stahl-oberflächen jeweils aus unlegiertem Stahl).

Die angegebenen Reibungszahlen setzen für die Stahloberfläche voraus

- bei Stahl/Stahl: unbeschichtet und fettfrei oder spritzverzinkt oder zinksilikatbeschichtet;
- bei Stahl/Beton: wie bei Stahl/Stahl oder ungeschützte Stahlfläche;
- allgemein: vollständige Aushärtung der Beschichtung vor Einbau oder Zusammenbau der Teile.

### 6.2 Im Nachweiskonzept mit Grenzzuständen

Wenn die Position eines Lagers oder Lagerteils ganz oder teilweise durch Reibung gewährleistet wird, ist im Grenzzustand der Tragfähigkeit die Gleitsicherheit wie folgt nachzuweisen:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd}$$

Dabei ist:

$$V_{Rd} = \frac{\mu_k}{\gamma_\mu} \cdot N_{Sd} + V_{pd}$$

mit

$V_{Sd}$  Bemessungswert der Kraft parallel zur Lagerebene;

$N_{Sd}$  kleinster Bemessungswert der Normalkraft zugehörig zu  $V_{Sd}$ ;

$V_{pd}$  Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft der Verankerungsmittel nach Europäischen Normen oder Europäischen technischen Zulassungen;

$\mu_k$  charakteristischer Wert der Reibungszahl:

$\mu_k = 0,4$  für Stahl gegen Stahl und Elastomer gegen Stahl;

$\mu_k = 0,5$  für Elastomer gegen Kunstharzmörtel;

$\mu_k = 0,6$  für Stahl gegen Beton;

$\gamma_\mu$  Teilsicherheitsbeiwert für Reibung:

$\gamma_\mu = 2,0$  für Stahl gegen Stahl und Elastomer gegen Stahl;

## — Vornorm —

$\gamma_{\mu} = 1,2$  für Elastomer gegen Kunstharzmörtel und Stahl gegen Beton.

Die Reibflächen müssen nachstehende Voraussetzungen erfüllen.

Stahl gegen Stahl: Die stählernen Oberflächen sind vor dem Einbau bzw. Zusammenbau unbeschichtet und fettfrei oder spritzverzinkt bzw. zinksilikatbeschichtet bei vollständiger Aushärtung der Beschichtung vor dem Ein- oder Zusammenbau.

Elastomer gegen Stahl: Die elastomere Oberfläche ist entfettet und entwachst; die stählerne Oberfläche ist gestrahlt SA3, thermisch verzinkt, Rauigkeit  $R_a \geq 12,5$ .

Elastomer gegen Kunstharzmörtel: Die elastomere Oberfläche ist entfettet und entwachst; in die Mörteloberfläche ist Quarzsand Korngröße 0,5 mm bis 1,0 mm eingestreut.

Bei dynamischen Beanspruchungen mit großen Lastschwankungen, wie z. B. bei Eisenbahnbrücken und bei Erdbeben, dürfen die Horizontalkräfte nicht über Reibung abgetragen werden. In diesen Fällen ist  $\mu_k = 0$  zu setzen.

## 7 Grundsätze der baulichen Durchbildung

### 7.1 Lagerspiel

Das zulässige Lagerspiel (Bewegungsmöglichkeit zwischen Lagerteilen in planmäßig bewegungsfreien Richtungen von einer Extremelage zu anderen) ist möglichst gering zu halten.

Als Anhaltswert für das Lagerspiel gilt folgende Grenze:

$$\Delta \leq 2 \text{ mm}$$

Bei größerem Spiel ist zu prüfen, ob die Auswirkung des Lagerspiels auf die Kräfteverteilung am Bauwerk zu untersuchen ist.

Das Lagerspiel darf nicht zur Aufnahme planmäßiger Lagerbewegungen oder als Bewegungsreserve herangezogen werden, es sei denn, es wird durch entsprechende Maßnahmen sichergestellt, dass das Lagerspiel bis zur Inbetriebnahme in der gewünschten Richtung zur Verfügung steht.

Infolge des Lagerspiels wird eine horizontale Auflagerkraft bei der Anordnung von mehreren festen Lagern in einer Auflagerachse in der Regel nur jeweils von einem der festen Lager aufgenommen. Durch konstruktive Maßnahmen am Lager oder am angrenzenden Bauteil kann eine Verteilung auf mehrere Lager ermöglicht werden. Hierfür ist ein statischer Nachweis zu erbringen. Das Gesamtspiel ist in diesen Fällen vom Lagerhersteller anzugeben und bei Lastverteilung auf mehrere Lager hinsichtlich der Toleranz zu berücksichtigen.

### 7.2 Sicherung gegen das Herausfallen oder Herausrollen von Lagerteilen

Wenn ein Lockern der Lagerteile, z. B. durch dynamische Wirkungen, nicht ausgeschlossen werden kann, so sind Vorkehrungen zur Sicherung gegen das Herausfallen bzw. Herausrollen von Lagerteilen zu treffen.

### 7.3 Kennzeichnung und Ausrüstung der Lager

Die Lager sind vom Hersteller mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- a) Name des Herstellers;
- b) Typ;
- c) Baujahr;

## — Vornorm —

- d) Werknummer;
- e) Positionsnummer;
- f) Einbauort;
- g) Einbaurichtung;
- h) größte aufnehmbare Normal- und Tangentialkraft (Bemessungswerte);
- i) größte aufnehmbare Verschiebungen (Bemessungswerte);
- j) größte planmäßige Verdrehungen (Bemessungswerte);
- k) gegebenenfalls Voreinstellung.

Die Kennzeichnung muss unverwechselbar, dauerhaft und - soweit später von Interesse - im eingebauten Zustand des Lagers lesbar sein.

Für Lager, die aus mehreren, nicht fest miteinander verbundenen Teilen aufgebaut sind, gelten die folgenden Anforderungen:

Zur Sicherung während des Transports und beim Einbau sind die Lagerteile unter Berücksichtigung der erforderlichen Voreinstellung durch vom Lagerhersteller zu liefernde Hilfskonstruktionen so miteinander zu verbinden (arretieren), dass sie sich bei Beginn ihrer Funktion in der planmäßigen Lage befinden. Die Verbindungen müssen spielfrei und für die Beanspruchungen beim Transport und bis zum Funktionsbeginn hinreichend verformungsarm bemessen sein. Sie müssen durch Schraubverbindungen erfolgen oder bei Funktionsbeginn des Lagers schadensfrei selbstlösend sein. In der Regel sollten jedoch die Hilfskonstruktionen vor Funktionsbeginn des Lagers weitgehend entfernt werden. Die Arretierung ist zu kennzeichnen, z. B. mit einer vom Lager abweichenden Farbe.

Zum Heben und Versetzen müssen Lager Beschläge (Bauteile mit Ösen) haben, sofern die Lager nicht so geringes Gewicht haben, dass sie von Hand bewegt werden können.

Zum Ausrichten und zur späteren Kontrolle auch des Verdrehungszustandes müssen bei Lagern für Brücken und vergleichbare Bauwerke Messflächen vorhanden und in den Zeichnungen ausgewiesen sein. Soweit in den anderen Normen der Reihe DIN 4141 nichts anderes gesagt ist, darf die Abweichung der Parallelität der Messflächen zu den Bezugsflächen höchstens 1 ‰ betragen.

**ANMERKUNG** Bei belasteten Lagern können sich durch Verdrehung der Messebene Werte ergeben, die nicht der tatsächlichen Abweichung entsprechen.

An jedem Lager sind bei Brücken und vergleichbaren Bauwerken, soweit in den Folgeteilen dieser Norm nichts Abweichendes gesagt ist, gut sichtbare, stabile Anzeigevorrichtungen für die Lagerverschiebungen anzubringen, auf denen zumindest die für das Lager zulässigen Endstellungen der Verschiebungen markiert sind.

Treten Maßveränderungen in Abhängigkeit von der Zeit (z. B. bei der Spalthöhe bei PTFE-Gleitlagern) auf, so sind Messmöglichkeiten vorzusehen, an denen diese Veränderungen mit der für ihre Beurteilung erforderlichen Genauigkeit gemessen werden können.

Für das Einstellen der Lager ist nicht die Aufstelltemperatur des Bauwerks, sondern die beim Herstellen der endgültigen Verbindung mit den festen Lagern vorhandene mittlere Bauwerkstemperatur maßgebend. Zu beachten ist gegebenenfalls der Einfluss der Abbindewärme.

### 7.4 Korrosionsschutz

Die Stahlflächen von Lagern sind durch metallische Überzüge und Beschichtungen nach der Normenreihe DIN EN ISO 12944 so gegen Korrosion zu schützen, dass sie dem jeweiligen Klima und den am Einsatzort auftretenden Sonderbeanspruchungen standhalten. Ausgenommen sind Wälzflächen bzw.

**— Vornorm —**

Gleitflächen sowie sonstige nichtkorrodierende Metall- bzw. Kunststoffflächen, Messflächen und Flächen, die mit Beton mindestens 4 cm überdeckt und bei denen klaffende Fugen ausgeschlossen sind. Der Einfluss des Korrosionsschutzes auf die Reibungszahlen (siehe Abschnitt 6) ist zu beachten.

**7.5 Auswechselbarkeit**

Lager und Lagerteile, die für die Funktion des Lagers und des Bauwerks ständig erforderlich sind und die einer unverträglichen Funktionsänderung (z. B. Verschleiß) unterliegen, müssen zugänglich und auswechselbar sein. Für das Auswechseln von Lagern oder Lagerteilen ist ein Anheben des gelagerten Bauteiles in den einzelnen Auflagerlinien je für sich zu berücksichtigen.

Die Lagerteile und die angrenzenden Bauteile sind deshalb baulich so durchzubilden, dass das Auswechseln des ganzen Lagers oder das Auswechseln einzelner Lagerteile möglich ist, nachdem das zu lagernde Bauteil um 10 mm angehoben wurde. Ist konstruktionsbedingt ein größerer Hub erforderlich, so ist dies zwischen dem Lagerhersteller und dem Tragwerksplaner im Einzelfall abzustimmen.

Bei den Auswechselungsarbeiten an einem Lager ist das Verhalten der benachbarten Lager zu beobachten und, falls erforderlich, in die Instandsetzungsmaßnahme einzubeziehen. Gegebenenfalls ist ein gleichzeitiges Anheben mehrerer dicht beieinander gelegener Lagerpunkte mit gekoppelten Pressen vorzusehen. Der maximal zulässige Anhebeweg gilt dann für den Pressenschwerpunkt.

Beim Auswechseln von Lagern und Lagerteilen sind die erforderlichen Oberflächengenauigkeiten der Kontaktflächen und gegebenenfalls Bauhöhentoleranzen der auszutauschenden Teile im Hinblick auf Lager und Bauwerk zu beachten. Die Bauhöhen und die Parallelität der auszutauschenden Lager sind gegebenenfalls den Kontrollkarten zu entnehmen.

Wenn in Ausnahmefällen Lager nicht zugänglich sind und nicht ausgewechselt werden können, müssen sie für die erforderliche Lebensdauer korrosionssicher und wartungsfrei sein, oder es ist nachzuweisen, welche Zusatzkräfte beim Ausfall der Lagerfunktion auftreten und dass sie vom Bauwerk schadlos aufgenommen werden können. Bezüglich der Verwendbarkeit von Stahlplatten siehe 7.6.

**7.6 Maßnahmen für Höhenkorrektur**

Besteht die Notwendigkeit, Maßnahmen für Höhenkorrekturen vorzusehen, so ist diese Höhenkorrektur durch Auspressen oder Unterpressen mit Feinmörtel und Ähnlichem vorzunehmen.

Zusätzliche Platten müssen an den Kontaktflächen eben sein und eventuelle Abweichungen aus der planmäßigen Lage ausgleichen.

**8 Brandschutz**

Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2 können allgemein nicht angegeben werden.

Soweit das Brandverhalten nicht abgeschätzt werden kann, muss dort, wo Brandschutzanforderungen gestellt werden, entweder das Lager gegen Brand geschützt werden oder der Ausfall der für die Standsicherheit maßgeblichen Lagereigenschaften in Rechnung gestellt werden.

**9 Lagerliste**

Sämtliche für die Bemessung eines Lagers erforderlichen Angaben, wie z. B. Schnittgrößen und Bewegungen, sind in einer Lagerliste bereitzustellen. Ein Muster, von dem erforderlichenfalls abgewichen werden darf, wird in Tabelle 4 gezeigt.

— **Vornorm** —**Tabelle 4 — Lagerliste**

|   |                                                             |              |               |
|---|-------------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| 1 | Bauwerksbezeichnung                                         |              |               |
| 2 | Einbauort (Achse)                                           |              |               |
|   | Lagerart                                                    |              |               |
|   | Lagertyp (Nummer nach Tabelle 1)                            |              |               |
|   | Stückzahl                                                   |              |               |
| 3 | Grenzabmessungen des Lagers                                 |              | Länge (mm)    |
|   |                                                             |              | Höhe (mm)     |
|   |                                                             |              | Breite (mm)   |
| 4 | Lagervoreinstellung                                         |              | $v_{xy}$ (mm) |
| 5 | Bemessungswerte: Kräfte, Verschiebungen, Winkelverdrehungen |              |               |
|   | $N_d$                                                       | max. (kN)    |               |
|   |                                                             | ständig (kN) |               |
|   |                                                             | min. (kN)    |               |
|   | max. $V_{x,d}$                                              |              | max. (kN)     |
|   | max. $V_{y,d}$                                              |              | max. (kN)     |
|   | $v_{x,d}$                                                   | max. (mm)    |               |
|   |                                                             | min. (mm)    |               |
|   | $v_{y,d}$                                                   | max. (mm)    |               |
|   |                                                             | min. (mm)    |               |
|   | $\vartheta_{x,d}$                                           | max. (‰)     |               |
|   |                                                             | min. (‰)     |               |
|   | $\vartheta_{y,d}$                                           | max. (‰)     |               |
|   |                                                             | min. (‰)     |               |



DEUTSCHE NORM

Februar 2007

**DIN EN 13964**

**DIN**

ICS 91.060.30

Ersatz für  
DIN EN 13964:2004-06  
Siehe jedoch Beginn der  
Gültigkeit

**Unterdecken –  
Anforderungen und Prüfverfahren;  
Deutsche Fassung EN 13964:2004 + A1:2006**

Suspended ceilings –  
Requirements and test methods;  
German version EN 13964:2004 + A1:2006

Plafonds suspendus –  
Exigences et méthodes d'essai;  
Version allemande EN 13964:2004 + A1:2006

Gesamtumfang 89 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

## **DIN EN 13964:2007-02**

### **Beginn der Gültigkeit**

Diese DIN-EN-Norm ist voraussichtlich vom August 2007 an anwendbar.

Die CE-Kennzeichnung von Bauprodukten nach dieser DIN-EN-Norm in Deutschland kann erst nach der Veröffentlichung der Fundstelle dieser DIN-EN-Norm im Bundesanzeiger von dem dort genannten Termin an erfolgen.

### **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN 13964:2004 + A1:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 277 „Abgehängte Decken“, dessen Sekretariat vom IBN (Belgien) gehalten wird erarbeitet.

Das zuständige deutsche Spiegelgremium ist der NA 005-09-80 AA „Abgehängte Decken (Sp CEN/TC 277)“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Der Text der Änderung A1 ist durch eine senkrechte Linie am linken Rand gekennzeichnet.

### **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 13964:2004-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Austausch des Abschnitts 1;
- b) Überarbeitung/Ergänzung/Streichung im Abschnitt 2;
- c) Austausch der Tabelle 4 in Abschnitt 4.2;
- d) Ergänzung im Abschnitt 4.4.1.1;
- e) Überarbeitung des Abschnitts 4.4.2.1;
- f) Überarbeitung des Abschnittes 4.8.3;
- g) Streichung im Abschnitt 4.10;
- h) Überarbeitung des Abschnitte 6.1, 6.2.5, 6.3.3.26.3.4.3;
- i) Überarbeitung des Abschnittes 7.1;
- j) Überarbeitung der Abschnitte ZA.2.2 und ZA.3.1.

### **Frühere Ausgaben**

DIN EN 13964: 2004-06  
DIN 18168-1: 1981-10  
DIN 18168-2: 1984-12



EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE

**EN 13964**

März 2004

**+A1**

November 2006

---

ICS 91.060.30

Deutsche Fassung

**Unterdecken —  
Anforderungen und Prüfverfahren**

Suspended ceilings —  
Requirements and test methods

Plafonds suspendus —  
Exigences et méthodes d'essai

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 3. November 2003 angenommen.

Die Änderung A1 wurde von CEN am 12. Oktober 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B- 1050 Brüssel**

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****Inhalt**

|                                                                                                                                                              | Seite     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                                                                                         | <b>3</b>  |
| <b>Vorwort der Änderung</b> .....                                                                                                                            | <b>3</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                                                                                                             | <b>4</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                                                                                        | <b>5</b>  |
| <b>3 Begriffe</b> .....                                                                                                                                      | <b>8</b>  |
| 3.1 Allgemeines .....                                                                                                                                        | 8         |
| 3.2 Unterdecken und Bestandteile der Unterkonstruktion (siehe Bild 1) .....                                                                                  | 9         |
| 3.3 Decklagen und Decklagenbauteile .....                                                                                                                    | 10        |
| 3.4 Übliche Unterdecken mit dick- oder dünnwandigen Decklagen .....                                                                                          | 13        |
| <b>4 Anforderungen</b> .....                                                                                                                                 | <b>17</b> |
| 4.1 Werkstoffe und Produkte — Allgemeines .....                                                                                                              | 17        |
| 4.2 Modulmaße .....                                                                                                                                          | 17        |
| 4.3 Mechanische Festigkeit und Stabilität tragender Bauteile .....                                                                                           | 27        |
| 4.4 Sicherheit im Brandfall .....                                                                                                                            | 30        |
| 4.5 Hygiene, Gesundheit und Umwelt — Toxische Gase und gefährliche Stoffe .....                                                                              | 31        |
| 4.6 Gebrauchssicherheit .....                                                                                                                                | 32        |
| 4.7 Akustik .....                                                                                                                                            | 32        |
| 4.8 Dauerhaftigkeit .....                                                                                                                                    | 34        |
| 4.9 Farbe, Lichtreflexion und Glanzfaktor für Unterdeckenbauteile .....                                                                                      | 36        |
| 4.10 Wärmedämmung .....                                                                                                                                      | 36        |
| <b>5 Tragfähigkeit der Unterkonstruktions-Bauteile — Prüfverfahren</b> .....                                                                                 | <b>36</b> |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                                                                        | 36        |
| 5.2 Biegeprüfung von Unterkonstruktionsprofilen aus Metall .....                                                                                             | 37        |
| 5.3 Prüfung der Abhänger aus Metall und der Verbindungselemente .....                                                                                        | 40        |
| 5.4 Abnahmefaktor $k_{\sigma}$ .....                                                                                                                         | 44        |
| <b>6 Konformitätsbewertung</b> .....                                                                                                                         | <b>45</b> |
| 6.1 Allgemeines .....                                                                                                                                        | 45        |
| 6.2 Erstprüfung (ITT) .....                                                                                                                                  | 46        |
| 6.3 Werkseigene Produktionskontrolle (FPC) .....                                                                                                             | 46        |
| <b>7 Kennzeichnung, Beschilderung und Verpackung</b> .....                                                                                                   | <b>49</b> |
| 7.1 Kennzeichnung und Beschilderung .....                                                                                                                    | 49        |
| 7.2 Verpackung .....                                                                                                                                         | 49        |
| <b>Anhang A (informativ) Einbauanleitung</b> .....                                                                                                           | <b>50</b> |
| <b>Anhang B (normativ) Wahl der oberen Halterung und Befestigung des Randprofils</b> .....                                                                   | <b>53</b> |
| <b>Anhang C (informativ) Widerstand gegen Windlasten</b> .....                                                                                               | <b>55</b> |
| <b>Anhang D (normativ) Stoßfestigkeit</b> .....                                                                                                              | <b>56</b> |
| <b>Anhang E (normativ) Formaldehyd-Klassen und entsprechende Prüfverfahren</b> .....                                                                         | <b>60</b> |
| <b>Anhang F (normativ) Decklagen — Prüfung der Biegezugfestigkeit</b> .....                                                                                  | <b>63</b> |
| <b>Anhang G (normativ) Abhänger — Funktionsprüfung</b> .....                                                                                                 | <b>72</b> |
| <b>Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen</b> ..... | <b>75</b> |
| <b>Literaturhinweise</b> .....                                                                                                                               | <b>87</b> |

## **Vorwort**

Dieses Dokument (EN 13964:2004) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 277 „Abgehängte Decken“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom IBN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung spätestens bis September 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen spätestens bis Dezember 2005 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 89/106/EWG.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der integraler Bestandteil dieses Dokumentes ist.

Die Anhänge B, D, E, F und G sind normativ; die Anhänge A und C sind informativ.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Litauen, Lettland, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## **Vorwort der Änderung**

Dieses Dokument (EN 13964:2004/A1:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 277 „Abgehängte Decken“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom IBN gehalten wird.

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 13964:2004 muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2008 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****1 Anwendungsbereich**

Diese Europäische Norm gilt für Deckenlagen, einzelne Bauteile von Unterkonstruktionen, Bausätze für Unterkonstruktionen und Bausätze für abgehängte Decken, die in Verkehr gebracht werden. Aus zwei Gründen enthält diese Europäische Norm ebenfalls bestimmte Festlegungen für eingebaute Unterdeckensysteme. Erstens kann es vorkommen, dass einzelne Bauteile und Bausätze bestimmte Anforderungen erfüllen müssen, damit das eingebaute Unterdeckensystem die Anforderungen erfüllt und da es auf Grund der Beziehung zwischen Bauteil bzw. Bausatz und dem eingebauten System angebracht ist, die Anforderungen für beide in einem Dokument anzugeben.

Diese Europäische Norm enthält Informationen für die verschiedenen Seiten, die für Entwurf, Herstellung und Festlegung/Auswahl von abgehängten Decken für den Einsatz im Innern von Gebäuden und in Ingenieurbauwerken zuständig sind. Sie behandelt abgehängte Decken, die als vollständiger Bausatz verkauft werden (wahlweise einschließlich Beleuchtung und ähnlicher Zubehörteile), Unterkonstruktionen, die als Bausätze verkauft werden, einzelne Bauteile (Produkte) dieser Unterkonstruktionen sowie Decklagenelemente. Sie schließt sowohl Prüf- und Bewertungsverfahren als auch Festlegungen für die Beurteilung der Konformität der Produkte mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm ein.

Mangels anderer Europäischer Normen legt die vorliegende Europäische Norm Maße, Grenzabmaße und, sofern zutreffend, Ausführungsanforderungen für handelsübliche Deckenunterkonstruktionen und Decklagenelemente fest.

Diese Europäische Norm gilt nicht für:

- allgemeine Bauteile, vor Ort gebaute Decken, die von anderen Europäischen Technischen Spezifikationen abgedeckt werden, für die der Monteur und nicht der Bauteilhersteller die Verantwortung übernimmt, um sicherzustellen, dass die vollständig eingebaute abgehängte Decke alle auf diese zutreffenden gesetzlichen Anforderungen erfüllt;
- Spanndecken nach EN 14716;
- Decken in beweglichen Bauten, Wohnwagen und anderen Transportmitteln;
- die für Sonderanwendungen erforderlichen Merkmale, für die zusätzliche Leistungsmerkmale erfüllt sein müssen, die diese Europäische Norm nicht enthält;
- Decken, die Anforderungen hinsichtlich Eindringen von Wasser unterliegen;
- Decken für Außenanwendungen, bei denen andere Anforderungen als in dieser Norm festgelegten gelten (Tunnel, Überdachungen, Tankstellen, Arkaden, offene Sporteinrichtungen, Parkhäuser usw.);
- stark belastbare abgehängte Decken oder deren tragende Konstruktion (z. B. begehbare Decken);
- Decken, die aus Feuerschutz-Brettern nach ETAG 018-4 hergestellt sind.

In dieser Europäischen Norm werden folgende wesentliche Merkmale behandelt:

- Brandverhalten;
- Feuerwiderstand (nur bei Bausätzen für abgehängte Decken);
- Freigabe von Asbest (Inhalt) (nur bei Bausätzen für abgehängte Decken und Decklagenbauteilen);
- Abgabe von Formaldehyd (nur bei Bausätzen für abgehängte Decken und Decklagenbauteilen);
- Bruchsicherheit (nur für Decklagenbauteile aus spröden Werkstoffen in Bausätzen für abgehängte Decken);

- Biegezugfestigkeit;
- Tragfähigkeit;
- elektrische Sicherheit;
- direkte Luftschalldämmung (nur bei Bausätzen für abgehängte Decken);
- Schallabsorption (nur bei Bausätzen für abgehängte Decken und Decklagenbauteilen);
- Wärmeleitfähigkeit (nur bei Bausätzen für abgehängte Decken);
- Dauerhaftigkeit hinsichtlich Biegezugfestigkeit und Tragfähigkeit bei Feuchteeinwirkung;
- Kondensation.

Darüber hinaus behandelt diese Europäische Norm die folgenden nicht wesentlichen Anforderungen:

- Farb- und Licht-Reflexion;
- Einbau.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 120, *Holzwerkstoffe — Bestimmung des Formaldehydgehalts — Extraktionsverfahren, genannt Perforatormethode*

EN 312, *Spanplatten — Anforderung*

EN 335-3, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Definition der Gefährdungsklassen für einen biologischen Befall — Teil 3: Anwendung bei Holzwerkstoffen*

EN 350-1, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz — Teil 1: Grundsätze für die Prüfung und Klassifikation der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holz*

EN 351-1, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Mit Holzschutzmitteln behandeltes Vollholz — Teil 1: Klassifizierung der Schutzmitteleindringung und -aufnahme*

EN 460, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz — Leitfaden für die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holz für die Anwendung in den Gefährdungsklassen*

EN 520, *Kleber auf Gipsbasis für Verbundplatten zur Wärme- und Schalldämmung und Gipsplatten — Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren*

EN 573-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug — Teil 3: Chemische Zusammensetzung*

EN 599-2, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Anforderungen an Holzschutzmittel, wie sie durch biologische Prüfungen ermittelt werden — Teil 2: Klassifikation und Kennzeichnung*

EN 622-1, *Faserplatten — Anforderungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 717-1, *Holzwerkstoffe — Bestimmung der Formaldehydabgabe — Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode*

## EN 13964:2004 + A1:2006 (D)

EN 717-2, *Holzwerkstoff — Bestimmung der Formaldehydabgabe — Teil 2: Formaldehydabgabe nach der Gasanalyse-Methode*

EN 1396, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bandbeschichtete Bleche und Bänder für allgemeine Anwendungen — Spezifikationen*

EN 1912, *Bauholz für tragende Zwecke — Festigkeitsklassen — Zuordnung von visuellen Sortierklassen und Holzarten*

EN 1991-1-4<sup>1)</sup>, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

EN 1993-1-1<sup>2)</sup>, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1995-1-1<sup>3)</sup>, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1-1: Allgemeines — Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1998-1-4<sup>4)</sup>, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1: Grundlagen, Erdbeebeeinwirkungen und Regeln für Hochbauten*

ENV 1991-2-4, *Eurocode 1: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 2-4: Einwirkungen auf Tragwerke — Einwirkung von Wind*

EN 10143, *Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Blech und Band aus Stahl — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 10152, *Elektrolytisch verzinkte kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus Stahl — Technische Lieferbedingungen*

EN 10169-1, *Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Flacherzeugnisse aus Stahl — Teil 1: Allgemeines (Definitionen, Werkstoffe, Grenzabweichungen, Prüfverfahren)*

EN 10169-3, *Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Flacherzeugnisse aus Stahl — Teil 3: Erzeugnisse für den Bauinneneinsatz*

EN 10244-2, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Überzüge aus Nichteisenmetall auf Stahldraht — Teil 2: Überzüge aus Zink oder Zinklegierungen*

EN 10327, *Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen*

prEN 12354-6, *Bauakustik — Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften — Teil 6: Schallabsorption in Räumen*

EN 12524, *Baustoffe und -produkte — Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte*

EN 12600, *Glas im Bauwesen — Pendelschlagversuch — Verfahren für die Stoßprüfung und die Klassifizierung von Flachglas*

EN 12664, *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät — Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand*

1) Ersetzte ENV 1991-2-4 im Jahre 2005.

2) Ersetzte ENV 1993-1-1 im Jahre 2005.

3) Ersetzte ENV 1995-1-1 im Jahre 2004.

4) Ersetzte ENV 1998-1-3 im Jahre 2004.

- EN 12667, *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät — Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand*
- EN 13501-1, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*
- EN 13501-2, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen (mit Ausnahme von Produkten für Lüftungsanlagen)*
- EN 13823, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten — Thermische Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand für Bauprodukte mit Ausnahme von Bodenbelägen*
- EN 14190, *Gipsplattenprodukte aus der Weiterverarbeitung — Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren*
- EN 14195, *Metallprofile für Unterkonstruktionen von Gipsplattensystemen — Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren*
- EN 14716, *Spanndecken — Anforderungen und Prüfverfahren*
- EN 20140-9, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Bauten und von Bauteilen — Teil 9: Raum-zu-Raum-Messung der Luftschalldämmung von Unterdecken mit darüberliegendem Hohlraum im Prüfstand (ISO 140-9:1985)*
- EN ISO 140-3, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen (ISO 140-3:1995)*
- EN ISO 354:2003, *Akustik — Messung der Schallabsorption in Hallräumen (ISO 354:2003)*
- EN ISO 717-1, *Akustik — Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 1: Luftschalldämmung (ISO 717-1:1996)*
- EN ISO 2813, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung des Reflektometerwertes von Beschichtungen (außer Metallic-Beschichtungen) unter 20°, 60° und 85° (ISO 2813:1994, einschließlich Technische Korrektur 1:1997)*
- EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO 6946:1996)*
- EN ISO 9001:2000, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen (ISO 9001:2000)*
- EN ISO 10211-1, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren (ISO 10211-1:1995)*
- EN ISO 11654, *Akustik — Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden — Bewertung der Schallabsorption (ISO 11654:1997)*
- EN ISO 11925-2, *Prüfung zum Brandverhalten von Bauprodukten — Teil 2: Entzündbarkeit bei direkter Flammeneinwirkung (ISO 11925-2:2002)*
- EN ISO 12944-3, *Beschichtungsstoffe Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung (ISO 12944-3:1998)*
- ISO 1006, *Building construction — Modular coordination — Basic module*
- ISO 7724-2, *Paints and varnishes — Colorimetry — Part 2: Colour measurement*
- ISO 7724-3, *Paints and varnishes — Colorimetry — Part 3: Calculation of colour differences*
- CENELEC HD 384, *Electrical installations of buildings*
- ETAG 001-1, *ETAG Metallanker für Beton — Teil 1: Allgemeines*

## EN 13964:2004 + A1:2006 (D)

ETAG 001-2, *ETAG Metallanker für Beton — Teil 2: Torsionsüberwachte Anker*

ETAG 001-3, *ETAG Metallanker für Beton — Teil 3: Gewindefurchende Anker*

ETAG 001-4, *ETAG Metallanker für Beton — Teil 4: Verformungsüberwachte Anker*

ETAG 001-5, *ETAG Metallanker für Beton — Teil 5: Verbundanker*

ETAG 001-6, *ETAG Metallanker für Beton — Teil 6: Metallanker für redundante Anwendung in Beton für Leichtbausysteme*

ETAG 018-4, *Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung für Brandschutzprodukte — Teil 4: Produkte und Bausätze aus verformbaren und nicht verformbaren Brandschutzplatten und aus Brandschutzmatten*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

#### 3.1 Allgemeines

##### 3.1.1

##### **Decke**

Konstruktion, die die Unterseite eines Bodens oder Dachs bedeckt und die raumseitige Oberfläche bildet

##### 3.1.2

##### **Unterdecke**

Decke, die durch Abhänger oder eine unmittelbar am tragenden Bauteil (Boden, Dach, Balken und Wänden) befestigte Unterkonstruktion bzw. Randaufleger mit einem Abstand zu dem darüber liegenden Boden oder Dach verbunden ist

##### 3.1.3

##### **Unterdecke für Anwendungen innen**

Unterdecke für Einsatzbereiche, die keinen äußeren Witterungseinwirkungen (Wind, Regen, Luftfeuchte, Schadstoffbelastung usw.) ausgesetzt sind

##### 3.1.4

##### **Unterdeckebausatz**

Bausatz aus mindestens zwei getrennten Komponenten, die zusammengesetzt werden müssen, damit sie dauerhaft im Bauwerk eingebaut werden. Obwohl die Komponenten (Bestandteile) des Bausatzes von mehr als einem Hersteller stammen können, sind sie so auf dem Markt anzubieten, dass der Bausatz in einer Transaktion erworben werden kann

ANMERKUNG 1 Die Unterkonstruktion kann als vollständiger Bausatz vorliegen oder aus einzelnen Komponenten zusammengesetzt werden.

ANMERKUNG 2 Obwohl der Bausatz alle erforderlichen Bauteile enthalten kann, muss er nicht auch alle die Bauteile enthalten, die zur Zusammensetzung eines kompletten Unterdeckensystems erforderlich sind.

##### 3.1.5

##### **zusammengesetztes Unterdeckensystem**

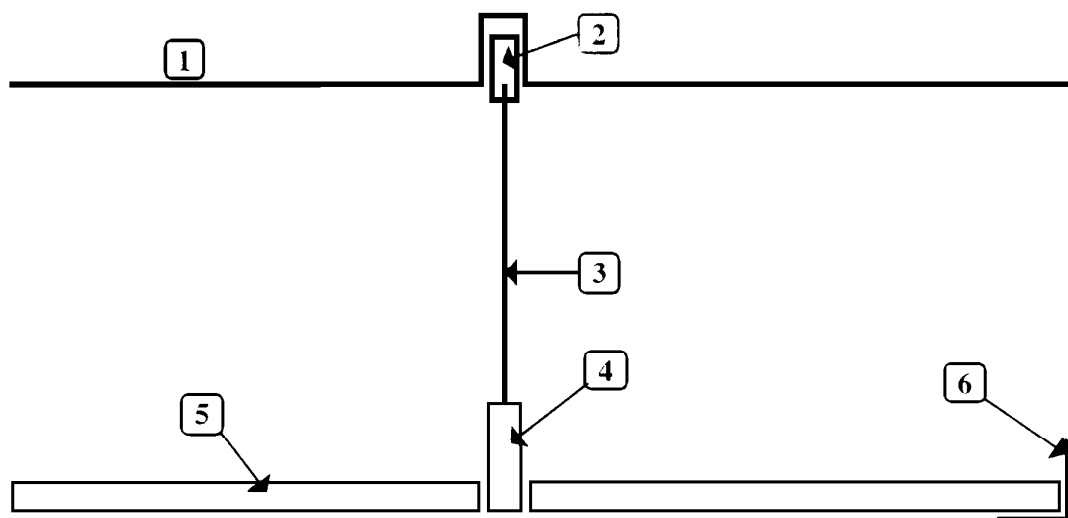
Deckenbauteile, die so aufeinander abgestimmt sind, dass sie zu einem passenden System zusammengefügt werden können. Die verschiedenen Teile des Systems können aus unterschiedlichen Quellen stammen

##### 3.1.6

##### **Planer/Hersteller/Lieferant**

Person/Organisation, die für den Nachweis der Konformität der Bauteile/Bausätze mit den Anforderungen nach dieser Norm verantwortlich ist



**Legende**

- 1 Tragendes Bauteil
- 2 obere Halterung
- 3 Abhänger
- 4 Grundprofil
- 5 Decklagenelement
- 6 Randauflager

**Bild 1 — Hauptbestandteile einer Unterdecke (es werden nicht in jedem Fall alle Bauteile für den Einbau benötigt)**

## 3.2 Unterdecken und Bestandteile der Unterkonstruktion (siehe Bild 1)

### 3.2.1 Allgemeines

#### 3.2.1.1

##### **Unterkonstruktion**

abgehängter Rahmen, der die Decklage trägt; die Unterkonstruktion kann als vollständiger Bausatz verfügbar oder aus einzelnen Bauteilen zusammengesetzt sein; es gibt drei Arten von Unterkonstruktionen

#### 3.2.1.2

##### **sichtbare Unterkonstruktion**

Unterkonstruktion, deren Unterseite sichtbar ist

#### 3.2.1.3

##### **verdeckte Unterkonstruktion**

Unterkonstruktion, deren Unterseite nicht sichtbar ist

#### 3.2.1.4

##### **teilweise verdeckte Unterkonstruktion**

Unterkonstruktion, deren Unterseite in einer Richtung sichtbar ist und deren zwischenliegenden Elemente, die einen Winkel zu den Auflagerelementen bilden, nicht sichtbar sind

#### 3.2.1.5

##### **Abhänger**

Teil der Unterkonstruktion, der diese mit der Tragkonstruktion verbindet

**ANMERKUNG** Abhänger können Bestandteile von Bausätzen oder von zusammengesetzten Deckensystemen sein.

## **EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

### **3.2.2 Befestigungen, Verbindungen und Auflager**

#### **3.2.2.1**

##### **obere Halterung**

Befestigung, die die Abhänger oder die Unterkonstruktion mit der Tragkonstruktion direkt verbindet

#### **3.2.2.2**

##### **Randauflegerbefestigung einschließlich Flurbefestigung**

Befestigungselement, das das Randaufleger mit dem tragenden Bauteil direkt verbindet

#### **3.2.2.3**

##### **Abhängerbauteil**

Befestigungsbauteil zur Verbindung von Verankerungsbauteilen, Abhängern, Unterkonstruktion und Decklagen

#### **3.2.2.4**

##### **Grundprofil (Hauptprofil)**

abgehängtes Bauteil der Unterkonstruktion mit direkter Verbindung zum Abhänger oder direkt befestigtes Bauteil

#### **3.2.2.5**

##### **Abstands- oder Zwischenprofil**

Bauteil der Unterkonstruktion, das zwischen zwei Stützelementen angeordnet wird und eine direkte Stützfunktion für die Decklage aufweist

#### **3.2.2.6**

##### **Randaufleger**

Profil, das entlang der seitlichen Deckenbegrenzung angebracht ist, um Teile der Unterkonstruktion und/oder der Decklage zu tragen, oder das an der Decklage selbst befestigt ist und von ihr getragen wird

#### **3.2.2.7**

##### **Revisionsbauteil**

Bauteil der Unterkonstruktion und/oder der Decklage, das mit einer Zugangsmöglichkeit ausgerüstet ist, so dass bestimmte Teile der Decklage entfernt werden können

#### **3.2.2.8**

##### **Spleiß (Lasche)**

mechanische Verbindung zwischen Abschnitten der Unterkonstruktion

### **3.3 Decklagen und Decklagenbauteile**

#### **3.3.1**

##### **Decklage**

sichtbare Fläche der raumseitigen Decke, soweit diese kein sichtbarer Teil der Unterkonstruktion ist

#### **3.3.2**

##### **Decklagenbauteil**

Produkt, das Teil der Decklage ist (z. B. Kassette oder Platte)

#### **3.3.3**

##### **dickwandige Decklage**

Bauteil, dessen Kanten bei voller Materialdicke geformt sind (siehe Bild 3)

#### **3.3.4**

##### **dünnwandige Decklage**

Bauteil, dessen Kanten durch Gestaltung des Grundmaterials ausgebildet werden (siehe Bild 4) und dessen Dicke eine dauerhafte Gestaltung erlaubt

**3.3.5****Kassette**

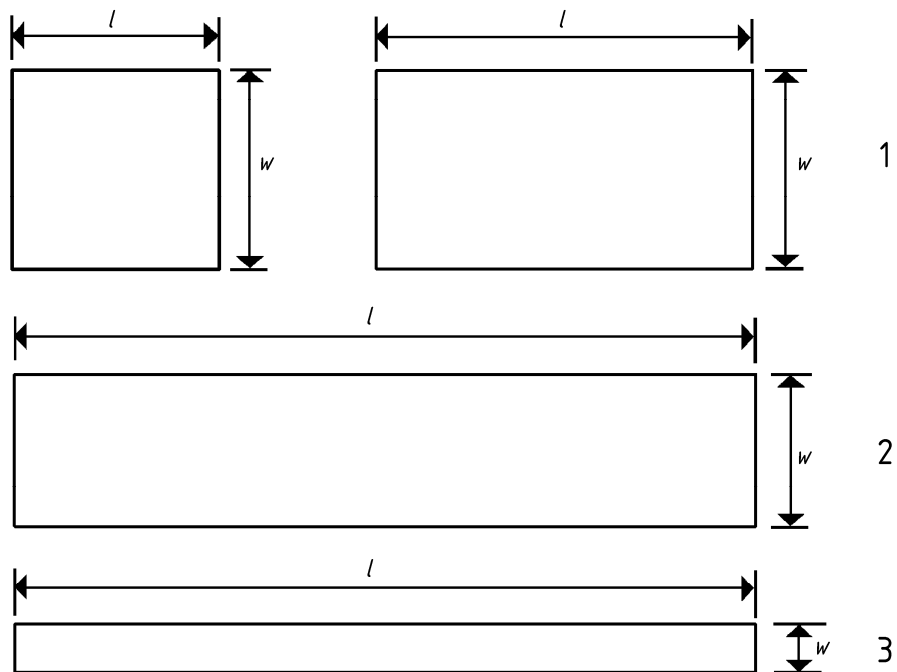
quadratische oder rechteckige Decklage mit einem Längen( $l$ )-Breiten( $w$ )-Verhältnis im Bereich von  $1 \leq l/w \leq 2$  (siehe Bild 2)

**3.3.6****Platte**

rechteckige Decklage mit einem Längen( $l$ )-Breiten( $w$ )-Verhältnis im Bereich von  $2 < l/w \leq n$  (siehe Bild 2)

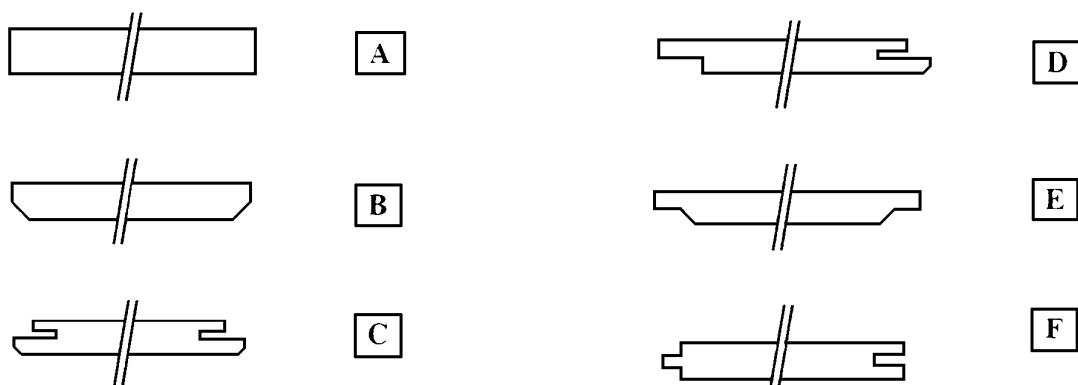
**3.3.7****Paneel (Brett)**

relativ schmaler Bauteil, dessen Länge ( $l$ ) ein Vielfaches der Breite ( $w$ ) beträgt (siehe Bild 2)

**Legende**

- 1 Kassette
- 2 Platte
- 3 Paneel

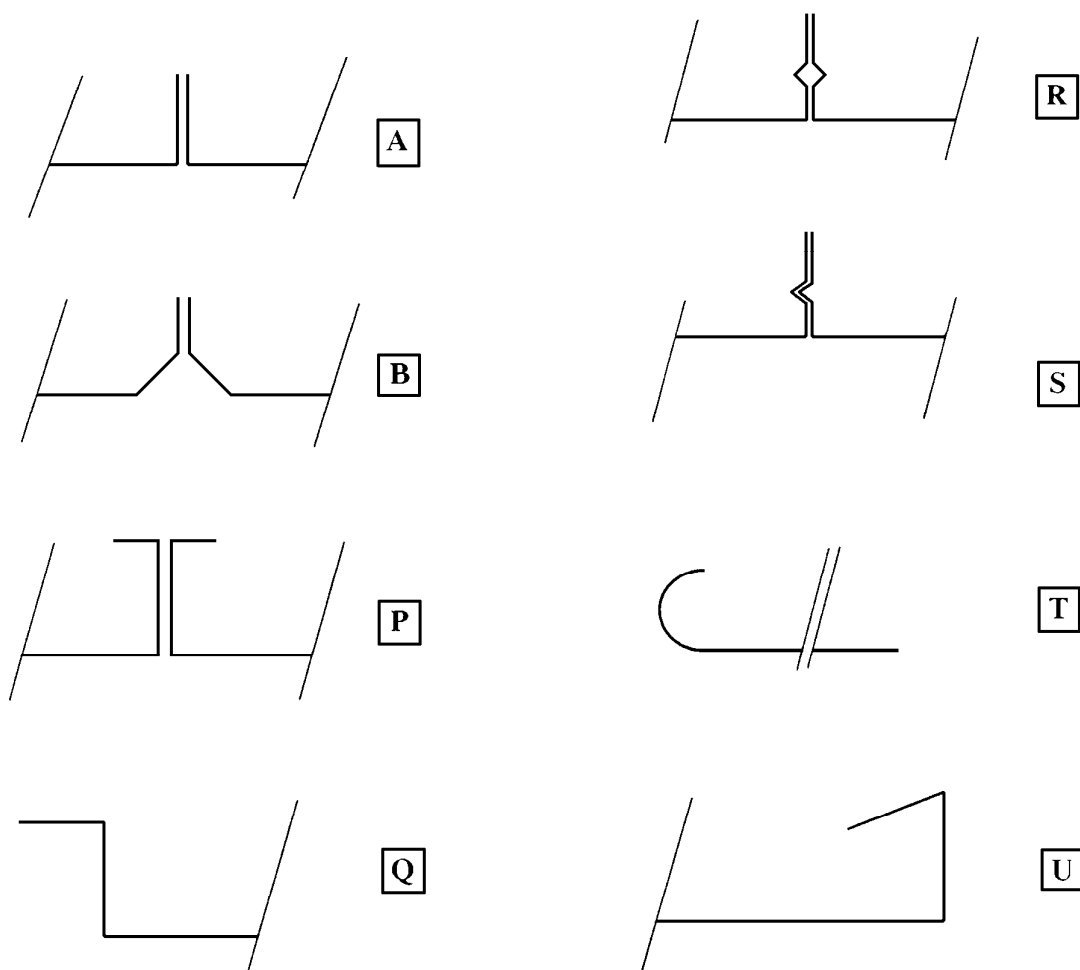
**Bild 2 — Decklagen**

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****Legende**

- A rechteckig
- B gefast
- C genutet
- D gefalzt und genutet
- E gefalzt
- F mit Nut und Feder

ANMERKUNG Verschiedene Kantenformen können auch in verschiedenen Kombinationen verwendet werden. Die Benennung der Kanten durch einen Buchstabenkode ist möglich. Weitere Kantenformen sind möglich und erhältlich.

**Bild 3 — Übliche Kantenformen von dickwandigen Decklagen**

**Legende**

- A rechteckig
- B gefast
- P rechteckig mit 90°-C-Kantung
- Q rechteckig mit 90°-Z-Kantung
- R mit Sicken oder Noppen
- S mit Nut und Feder
- T gerundet
- U rechteckig mit C-Kantung < 90°

ANMERKUNG Verschiedene Kantenformen können auch in verschiedenen Kombinationen verwendet werden. Die Benennung der Kanten durch einen Buchstabenkode ist möglich. Weitere Kantenformen sind möglich und erhältlich.

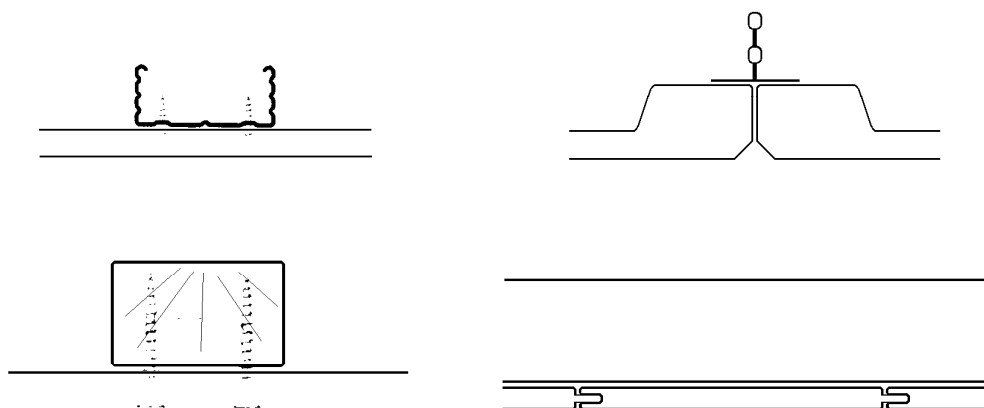
**Bild 4 — Übliche Kantenformen von dünnwandigen Decklagen**

### 3.4 Übliche Unterdecken mit dick- oder dünnwandigen Decklagen

#### 3.4.1

##### **System mit Platten, die an der Unterkonstruktion befestigt sind**

System mit Kantenformen des Typs A, B oder F (siehe Bild 3), bei dem die Platten an der Unterkonstruktion befestigt sind (verdeckte Unterkonstruktion). Die Platten sind dicht gestoßen, und die Fugen können sichtbar oder nicht sichtbar sein (nicht sichtbar bedeutet fugenlose Oberfläche, siehe Bild 5)

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

**Bild 5 — Beispiele für mögliche Ausführungen von Decklagen, die an der Unterkonstruktion befestigt sind**

**3.4.2**

**Unterdecke mit verschiedenen Kantenformen (A, B, C, D, E – siehe Bild 3) für dickwandige Werkstoffe und mit Kanten der Formen A und Q (siehe Bild 4) für dünnwandige Werkstoffe**

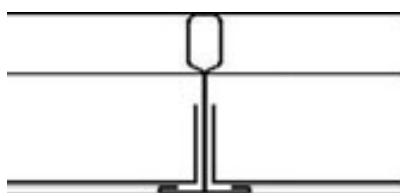
Unterdecke mit verschiedenen Kantenformen. Die Unterkonstruktion kann sichtbar, teilweise verdeckt oder verdeckt sein. Bild 6 zeigt, wie derartige Systeme üblicherweise ausgeführt werden



**Bild 6 — Beispiele für mögliche Ausführungen von Unterdecken mit verschiedenen Kantenformen**

**3.4.3****Einlege-Unterdeckensystem**

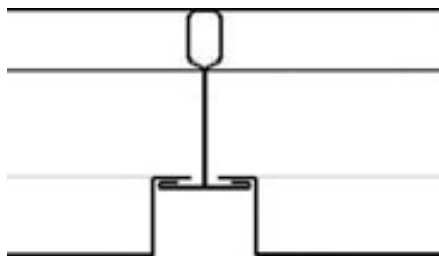
Konstruktion mit Kantenformen vom Typ A oder P (siehe Bild 4), die von einer sichtbaren Unterkonstruktion gestützt wird (siehe Bild 7)



**Bild 7 — Beispiel für ein Einlege-Unterdeckensystem (weitere Ausführungen sind möglich)**

**3.4.4****Einlege-Unterdeckensystem mit Stufenfalz**

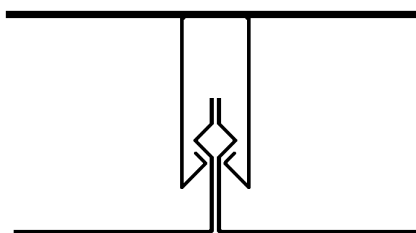
Konstruktion mit Kantenformen vom Typ Q, die von einer sichtbaren Unterkonstruktion gestützt wird (siehe Bild 8)



**Bild 8 — Beispiel für ein Einlege-Unterdeckensystem mit Stufenfalz  
(weitere Ausführungen sind möglich)**

**3.4.5****Klemm-Unterdeckensystem**

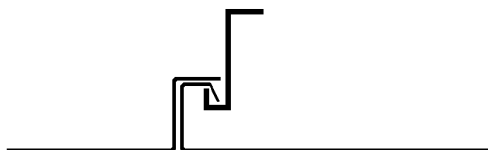
Konstruktion, die im Allgemeinen mit Kantenformen vom Typ R (siehe Bild 4) auf einer verdeckten Unterkonstruktion befestigt ist (siehe Bild 9)



**Bild 9 — Beispiel für ein Klemm-Unterdeckensystem (weitere Ausführungen sind möglich)**

**3.4.6****Einhänge-Unterdeckensystem**

Konstruktion mit Kantenformen vom Typ Q auf der einen Seite und Typ U (siehe Bild 4) auf der gegenüberliegenden Seite, die von einer verdeckten Unterkonstruktion gestützt wird (siehe Bild 10)



**Bild 10 — Beispiel für ein Einhänge-Unterdeckensystem (weitere Ausführungen sind möglich)**

## EN 13964:2004 + A1:2006 (D)

### 3.4.7

#### Paneel-Unterdeckensystem (offen oder geschlossen)

Konstruktion mit Paneel-Elementen, die an einer Unterkonstruktion befestigt sind (siehe Bild 11)

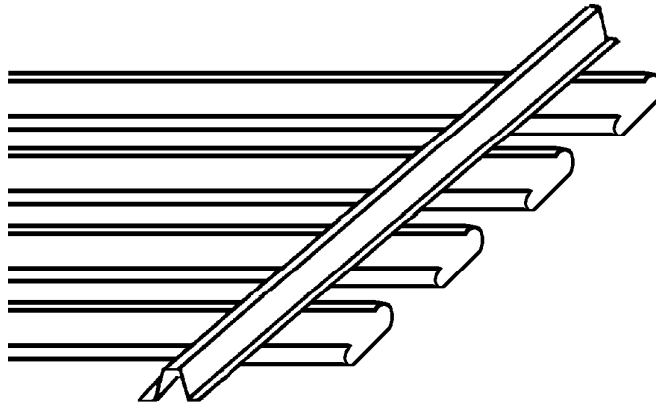


Bild 11 — Beispiel für ein Paneel-Unterdeckensystem (weitere Ausführungen sind möglich)

### 3.4.8

#### Lamellendecke

Konstruktion mit vertikalen Decklagen, die in einem bestimmten Abstand voneinander eingebaut werden (siehe Bild 12)

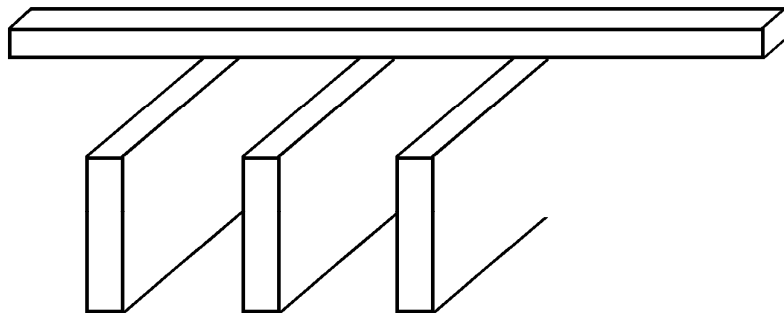
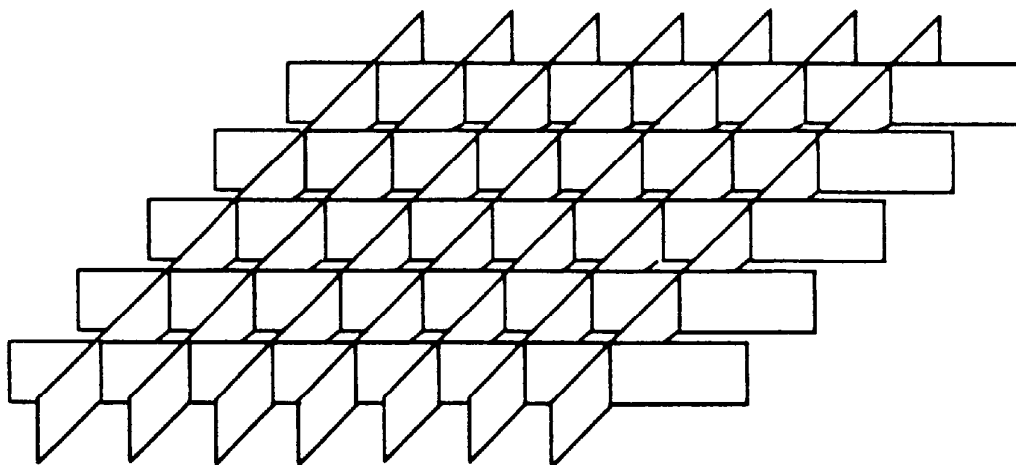


Bild 12 — Beispiel für eine Lamellendecke (weitere Ausführungen sind möglich)



**3.4.9****Waben- und Gitterdecke**

Decklage in Waben- oder Gitterform (siehe Bild 13)



**Bild 13 — Beispiel für eine Waben- und Gitterdecke (weitere Ausführungen sind möglich)**

## 4 Anforderungen

### 4.1 Werkstoffe und Produkte — Allgemeines

Die Werkstoffe und Produkte, die beim Bau von Unterdecken und Deckenbekleidungen verwendet werden, müssen die Anforderungen nach dieser Europäischen Norm erfüllen.

Falls keine entsprechende Produktnorm (z. B. prEN 14195) zur Verfügung steht, müssen die Grenzabmaße für Unterkonstruktionen die Anforderungen nach den Tabellen 1 und 2 erfüllen. Die Unterkonstruktion für lineare Bauteile muss die Anforderungen nach Tabelle 5 erfüllen.

Falls keine entsprechende Produktnorm (z. B. prEN 520, prEN 14190, prEN 14126) zur Verfügung steht, müssen die Herstellermaße und Grenzabmaße für dick- und dünnwandige Decklagen die Festlegungen nach den Tabellen 3 und 4 erfüllen.

Die Herstellermaße und Grenzabmaße für Paneele (Bretter) müssen die Anforderungen nach Tabelle 5 erfüllen.

Falls von Bedeutung sind die Messungen mit angemessener Genauigkeit durchzuführen.

### 4.2 Modulmaße

Die ebenen Maße der Unterdecke, der Unterkonstruktion und der Decklagenbauteile sollten auf der Modular-koordination nach ISO 1006 basieren.

Die üblicherweise verwendeten Modulmaße von Decklagen stützen sich auf  $n \times 100$  mm oder einem Untermodul von  $n \times 50$  mm oder  $n \times 25$  mm.

**ANMERKUNG** Die vom Hersteller für den Verwendungszweck geforderte Ausführung von Unterdecken-Bausätzen oder Bauteilen in zusammengesetzten Systemen kann nur erreicht werden, wenn diese nach den Herstelleranweisungen eingebaut werden. Eine Einbauanleitung ist in Anhang A angegeben.

## EN 13964:2004 + A1:2006 (D)

Tabelle 1 — Profile für zusammengesetzte Unterdeckensysteme – Grenzabmaße des Querschnitts

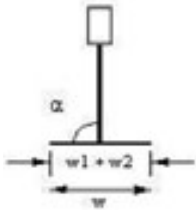
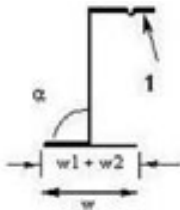
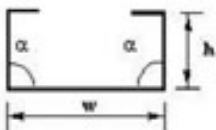
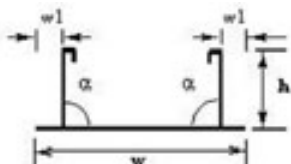
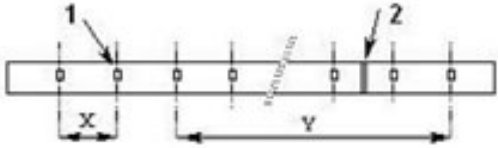
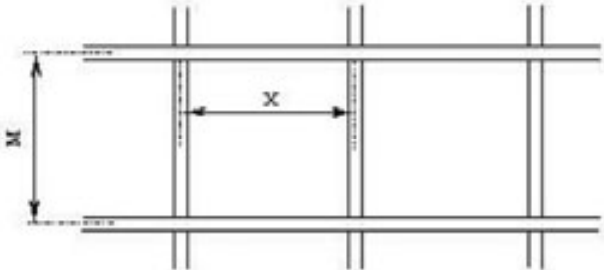
| Querschnitt                                                                                                                                       | Grenzabmaße |             |             |           |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|
|                                                                                                                                                   | $W$<br>mm   | $W_1$<br>mm | $W_2$<br>mm | $H$<br>mm | $\alpha$<br>° |
| T-Profil<br>                                                     | $\pm 0,3$   | $\pm 0,3$   | $\pm 0,3$   | —         | $\pm 1,5$     |
| Z-Profil<br><br><b>Legende</b><br>1 Parallel zum unteren Flansch | $\pm 0,3$   | $\pm 0,3$   | $\pm 0,3$   | —         | $\pm 1,5$     |
| Bandraasterprofil<br>                                          | $\pm 0,3$   | $\pm 0,3$   | —           | $\pm 0,3$ | $\pm 3$       |
| CD-Profil<br>                                                  | $\pm 0,3$   | —           | —           | $\pm 0,3$ | $\pm 3$       |
| Randprofil (Anschluss-)<br>                                    | $\pm 0,5$   | —           | —           | $\pm 0,5$ | $0$<br>$-3$   |
| ANMERKUNG 1 Maße in mm beziehen sich auf das Werkmaß (Nennmaß).                                                                                   |             |             |             |           |               |
| ANMERKUNG 2 Nennmaß für $\alpha = 90^\circ$                                                                                                       |             |             |             |           |               |

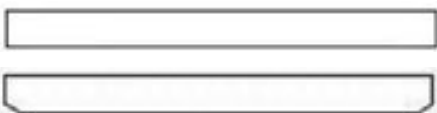
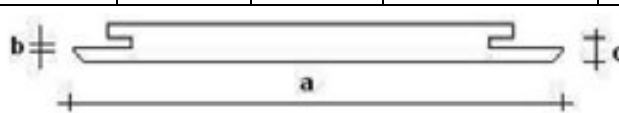
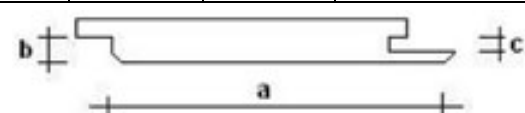
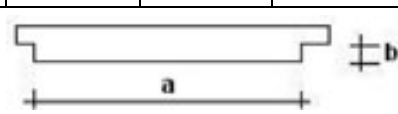
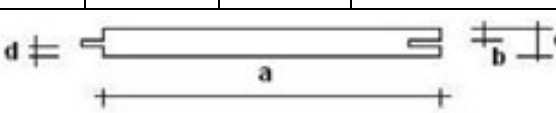
Tabelle 2 — Stützelemente — Modul-Grenzabmaße

|                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Hauptschienen<br/>(T-Profil und Bandrasterprofil)</p> <p>Profile der Unterkonstruktion</p> |  <p><b>Legende</b></p> <p>1 Öffnungen für Querprofile</p> <p>2 Längsverbinder (Lasche) im Trägerprofil</p> <p><b>Definition</b></p> <p>X: Abstand zwischen 2 Öffnungen</p> <p>Y: Summe der Abstände <math>\geq 1,25</math> m mit oder ohne eine Lasche</p> <p><b>Grenzabmaße:</b></p> <p>für X: <math>\pm 0,25</math> mm</p> <p>für Y: <math>\pm 0,30</math> mm</p> |
| <p>Achsmaße der<br/>Unterkonstruktion</p>                                                     |  <p><b>Legende</b></p> <p>M: Achsabstand zwischen zwei Hauptschienen</p> <p>X: Achsabstand zwischen zwei T-Profilen</p> <p><b>Grenzabmaße:</b></p> <p>für M: <math>\pm 0,25</math> mm/m</p> <p>für X: <math>\pm 0,25</math> mm</p>                                                                                                                                 |

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****Tabelle 2 (fortgesetzt)**

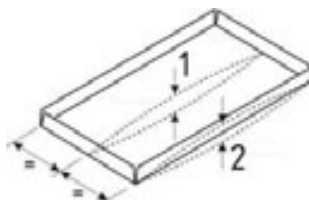
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Für alle Profile</p> <p>Krümmung <math>\leq 1,5 \text{ mm/m}</math></p> <p>Wölbung (Aufwölbung, Überhöhung) <math>\leq 1,5 \text{ mm/m}</math></p> <p>Verdrehung <math>\leq 2^\circ/\text{m}</math></p> <p>ANMERKUNG Rechtwinkligkeit und Ebenheit hängen von der Genauigkeit des Einbaus ab.</p> | <div data-bbox="655 421 831 450">vertikale Ebene</div> <div data-bbox="724 555 831 584">Mittellinie</div> <div data-bbox="1198 421 1401 450">horizontale Ebene</div> <div data-bbox="596 636 699 665">Wölbung</div> <div data-bbox="564 689 683 875"> </div> <div data-bbox="555 987 679 1039">horizontale Ebene</div> <div data-bbox="703 875 890 958"> </div> <div data-bbox="748 987 924 1016">vertikale Ebene</div> <div data-bbox="900 943 1024 972">Krümmung</div> <div data-bbox="1230 752 1366 781">Verdrehung</div> <div data-bbox="1230 792 1353 927"> </div> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tabelle 3 — Grenzabmaße für dickwandige Decklagenbauteile

| Querschnitt                                                                      | Kante<br>mm                                                                          | Länge<br>mm | Breite<br>mm | Dicke<br>mm | Abweichung<br>von der<br>Rechtwinkligkeit | Ebenheit —<br>positive oder<br>negative<br>Durchbiegung |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| A – rechtwinklige Kante<br>B – gefaste Kante                                     |                                                                                      | $\pm 1,5$   | $\pm 1,5$    | $\pm 1,5$   | 1/500                                     | Grenzabmaß<br>1/300 der<br>gemessenen<br>Länge          |
|                                                                                  |     |             |              |             |                                           |                                                         |
| C – genutete Kante<br><i>a</i><br><i>b</i><br><i>c</i>                           | $\pm 0,5$<br>$\pm 0,3$<br>$\pm 0,3$                                                  | $\pm 1,5$   | $\pm 1,5$    | $\pm 1,5$   | 1/500                                     | Grenzabmaß<br>1/300 der<br>gemessenen<br>Länge          |
|                                                                                  |    |             |              |             |                                           |                                                         |
| D – gefaltete und genutete Kante<br><i>a</i><br><i>b</i><br><i>c</i>             | $\pm 0,3$<br>$\pm 0,5$<br>$\pm 0,3$                                                  | $\pm 1,5$   | $\pm 1,5$    | $\pm 1,5$   | 1/500                                     | Grenzabmaß<br>1/300 der<br>gemessenen<br>Länge          |
|                                                                                  |  |             |              |             |                                           |                                                         |
| E – gefaltete Kante<br><i>a</i><br><i>b</i>                                      | $\pm 0,5$<br>$\pm 0,6$                                                               | $\pm 1,5$   | $\pm 1,5$    | $\pm 1,5$   | 1/500                                     | Grenzabmaß<br>1/300 der<br>gemessenen<br>Länge          |
|                                                                                  |  |             |              |             |                                           |                                                         |
| F – gefaltete und genutete Kante<br><i>a</i><br><i>b</i><br><i>c</i><br><i>d</i> | $\pm 0,5$<br>$\pm 0,3$<br>$\pm 0,3$<br>$\pm 0,3$                                     | $\pm 1,5$   | $\pm 1,5$    | $\pm 1,5$   | 1/500                                     | Grenzabmaß<br>1/300 der<br>gemessenen<br>Länge          |
|                                                                                  |  |             |              |             |                                           |                                                         |

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****Tabelle 4 — Grenzabmaße dünnwandiger Decklagenelemente<sup>a</sup>****a. Paneelmaße:**

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| – für Längen $\geq 1\,000$ mm | 0<br>–0,4 mm |
| – für Längen $< 1\,000$ mm    | 0<br>–0,5 mm |
| – für die Breite              | 0<br>–0,4 mm |

**b. Ebenheit:****Legende**

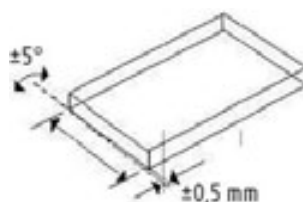
- 1 Grenzabmaß b<sup>a</sup>  
2 Grenzabmaß a

| l = Länge (mm)  | 0 < l ≤ 1 000 |              | 1 000 < l ≤ 2 000 |              | 2 000 < l ≤ 3 000 |              |
|-----------------|---------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| b = Breite (mm) | a             | b            | a                 | b            | a                 | b            |
| 0 < b ≤ 400     | –0,5<br>+0,5  | –0,2<br>+3,0 | –0,5<br>+1,5      | –0,2<br>+4,0 | –0,5<br>+3,0      | –0,2<br>+6,0 |
| 400 < b ≤ 500   | –0,5<br>+0,5  | –0<br>+4,0   | –0,5<br>+1,5      | –0<br>+5,0   | –0,5<br>+3,5      | –0<br>+7,0   |
| 500 < b ≤ 625   | –0,5<br>+0,5  | –0<br>+6,0   | –0,5<br>+1,5      | –0<br>+7,0   | –0,5<br>+4,0      | –0<br>+9,0   |
| 625 < b ≤ 1 250 | –0,5<br>+0,5  | –0<br>+10,0  | –0,5<br>+1,5      | –0<br>+13,0  | –<br>–            | –<br>–       |

**c. Abweichung von der Rechtwinkligkeit der langen Kante zur kurzen Kante**

Für Paneelbreiten bis 625 mm ± 0,5 mm

Für Paneelbreiten von 625 mm bis 1 250 mm ± 0,6 mm



Paneelbreite

**d. Tiefe der Anschläge/Stützelemente ± 0,3 mm (auf der Paneel-Ausbrechkante gemessen)**

Kante

Ausbrechkante

Abweichungen vom 90°-Winkel zur Senkrechten hängen vom Herstellungsverfahren und den jeweiligen Abhängesystemen ab. Es gibt keine festen Grenzabmaße.

<sup>a</sup> Die Grenzabmaße gelten für nicht perforierte und perforierte dünnwandige Decklagenelemente mit einem Lochdurchmesser von höchstens 4 mm und einer Öffnungsfläche von maximal 25 %.

Tabelle 5 — Grenzabmaße von Paneel-Unterdeckensystemen

**Begriff**

Relativ schmaler Deckenbauteil, dessen Länge  $l$  ein Vielfaches der Breite  $w$  ist

Höchste Breite: 400 mm

Die Paneele (Bretter) sind seitlich an den Tragelementen angefügt. Im Allgemeinen beträgt der Winkel zwischen Paneel und Tragelement  $90^\circ$ .

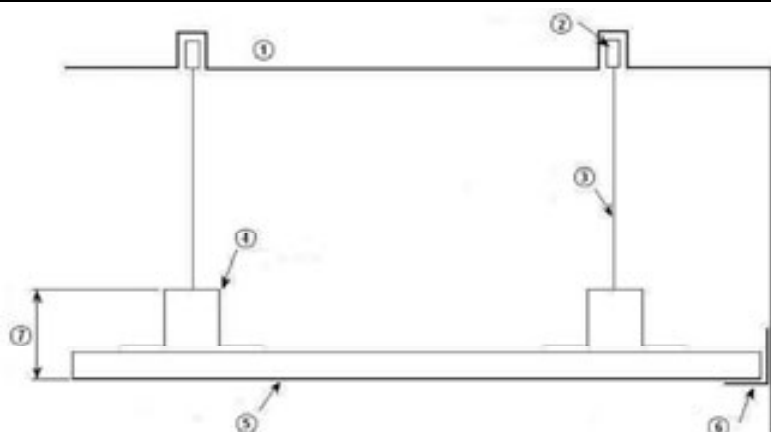
Die Seiten der Paneele können in verschiedenen Formen ausgeführt sein.

Die Paneele sind an beiden Enden offen.

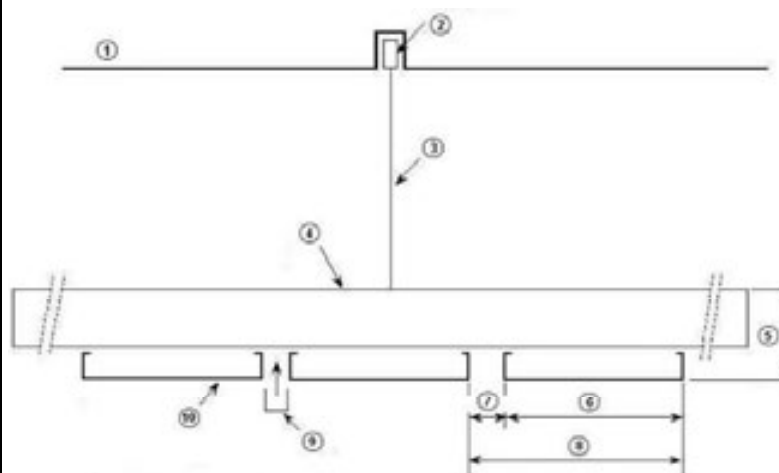
Die Breite der Fuge zwischen den Seiten der Bauteile kann zwischen 0 und x mm betragen.

Modulmaß = Bauteilbreite + Fuge

Die Fugen zwischen den Bauteilen können mit einem Fugenprofil geschlossen werden.

**Legende**

- |   |                  |   |              |
|---|------------------|---|--------------|
| 1 | Tragkonstruktion | 5 | Paneel       |
| 2 | obere Halterung  | 6 | Randaufleger |
| 3 | Abhängung        | 7 | Systemhöhe   |
| 4 | Grundprofil      |   |              |

**Legende**

- |   |                  |    |              |
|---|------------------|----|--------------|
| 1 | Tragkonstruktion | 6  | Paneelbreite |
| 2 | obere Halterung  | 7  | Fuge         |
| 3 | Abhängung        | 8  | Paneelmodul  |
| 4 | Grundprofil      | 9  | Fugenprofil  |
| 5 | Systemhöhe       | 10 | Paneel       |

## EN 13964:2004 + A1:2006 (D)

Tabelle 5 (fortgesetzt)

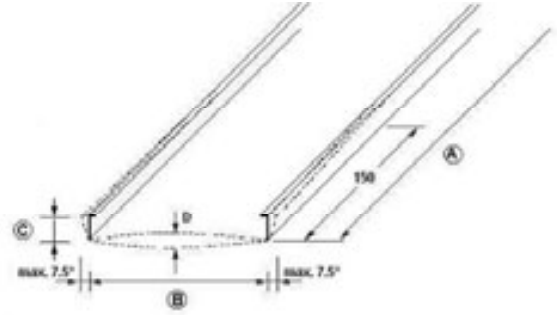
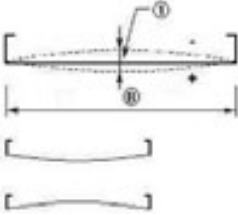
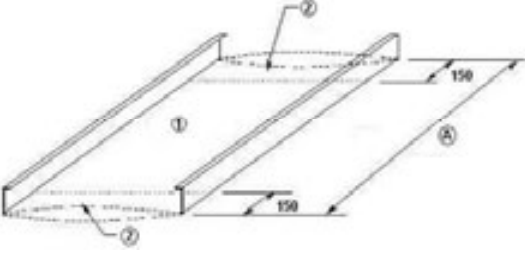
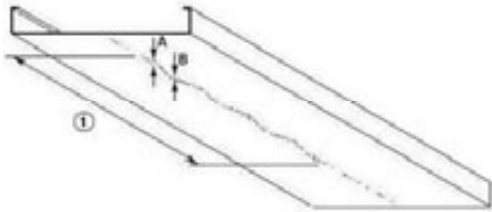
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Grenzabmaße der Paneele</b><br/>(Maße in mm)</p> <p>Bauteilhöhe: <math>\pm 0,5</math></p> <p>Bauteillängen: <math>\pm 1,25</math> für <math>3\,000 \geq A \geq 850</math><br/> <math>\pm 2,0</math> für <math>6000 \geq A &gt; 3000</math></p> <p>Bauteilbreite: <math>\pm 0,75</math></p> <p>Auf Grund von Materialeigenschaften und Herstellungsbedingungen entstehen wegen zurückspringender Paneelenden zusätzliche Grenzabmaße.</p> |  <p><b>Legende</b></p> <p>A Paneellänge<br/>B Paneelbreite<br/>C Paneelhöhe</p> |
| <p><b>Ebenheit</b> (Maße in mm)</p> <p><b>Ebene</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                |
| <p><b>Legende</b></p> <p>1 Grenzabmaß C<br/>2 Grenzabmaß D<br/>A Paneellänge<br/>B Paneelbreite</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Konvex = +</p> <p>Konkav = -</p>                                                                                                                               |



Tabelle 5 (fortgesetzt)

| Paneelbreite<br>mm |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| $0 < B \leq 100$   | $100 < B \leq 200$ | $200 < B \leq 300$ | $300 < B \leq 400$ |
| $C$                | $C$                | $C$                | $C$                |
| 1,5                | 2,0                | 2,5                | 2,7                |
| -1,0               | -1,25              | -1,5               | -1,75              |
| $D$                | $D$                | $D$                | $D$                |
| $\pm 1,5$          | 2,0<br>-2,5        | 2,5<br>3,5         | 2,7<br>-4,0        |

**Wellen**



**Legende**  
1 Paneel-Spannweite

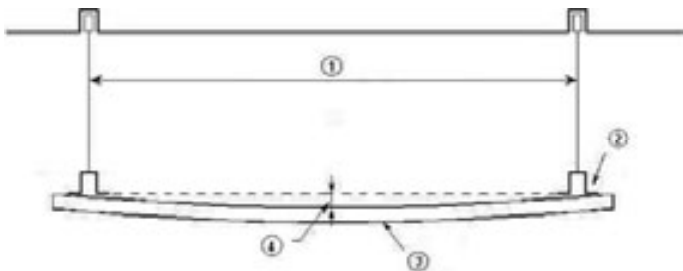
| Paneelbreite<br>mm |       |                    |       |
|--------------------|-------|--------------------|-------|
| $0 < B \leq 200$   |       | $200 < B \leq 400$ |       |
| $A$                | $B$   | $A$                | $B$   |
| -0,5               | + 0,5 | -0,8               | + 0,8 |

**Wölbung**

Die Abweichung (in Paneelmitte gemessen) beträgt höchstens 1/1 500 der Paneellänge (entspricht 0,67 mm bei einer Länge von 1 m).

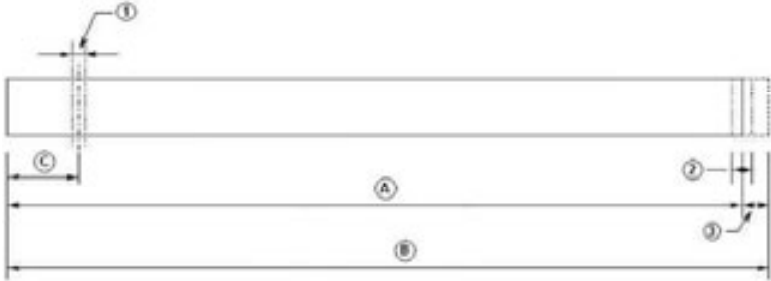
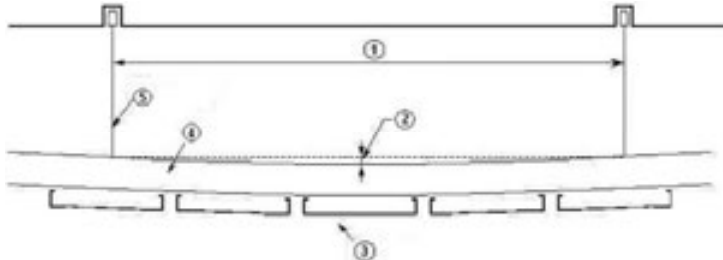
**Paneeldurchbiegung**

Die Durchbiegung zwischen zwei Grundprofilen/Auflagern (in der Mitte der Spannweite gemessen) beträgt höchstens 1/500 der Spannweite.



**Legende**  
1 Abstand zwischen den Grundprofilen (Paneel-Spannweite)  
2 Grundprofil  
3 Paneel  
4 Paneeldurchbiegung (höchstens 1/500 des Auflagerabstandes)

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****Tabelle 5 (fortgesetzt)**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grenzabmaß des Grundprofilmoduls</b><br>Das Grenzabmaß des Grundprofilmoduls beträgt $\pm 0,06$ mm bei einem Paneelmodul von 100 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Grenzabmaß der Länge des Grundprofils</b><br>Die Länge des Grundprofils ist ein Vielfaches des Grundprofilmoduls.<br>Die Gesamtlänge des Grundprofils ergibt sich aus der Anzahl der Grundprofilmodule einschließlich der Modultoleranz, abzüglich einer Schnitttoleranz, die vom Hersteller angegeben wird.<br>Jedes Grundprofil beginnt und endet (herstellungsbedingt) an der Verbindung zum angrenzenden Modul.<br>Grundprofilaschen bzw. die Herstelleranweisungen stellen die Modulmaße über die Länge mehrerer Grundprofile sicher. |  <p><b>Legende</b></p> <p>A Länge der Stützeinrichtung = <math>X \times \text{Modul-Schnitttoleranz}</math><br/>         B Modullänge der Stützeinrichtung<br/>         C Grundprofilmodul<br/>         1 Modultoleranz<br/>         2 Grenzabmaß der Länge<br/>         3 Schnitttoleranz</p> |
| <b>Durchbiegung der Grundprofile</b><br>Die größte Durchbiegung der Grundprofile zwischen zwei Abhängungspunkten (gemessen in der Mitte zwischen zwei Abhängungspunkten) beträgt 1/500 des Abhängungsabstands (Klasse 1 nach Tabelle 6).                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  <p><b>Legende</b></p> <p>1 Abhängungsabstand (Spannweite des Grundprofils)<br/>         2 Durchbiegung des Grundprofils<br/>         3 Paneel<br/>         4 Grundprofil<br/>         5 Abhängung</p>                                                                                       |

### 4.3 Mechanische Festigkeit und Stabilität tragender Bauteile

#### 4.3.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt behandelt nur die tragenden Teile der Unterdecke und Deckenbekleidung. Er behandelt nicht die mechanischen Eigenschaften von Decklagen (dazu siehe 4.6.2).

Die Unterdecke ist so auszuführen, dass die zulässigen Bautoleranzen (Toleranzgrenzen) und die Bewegung sowie Durchbiegung der Einbauten (Elemente) berücksichtigt werden.

Die Stabilität der Unterdecke und/oder die der Deckenbekleidung darf als Folge der Bewegung von angrenzenden Einbauten nicht gemindert (gestört) werden.

Werden an der Unterdecke Trennwände befestigt, müssen die aus den Trennwänden resultierenden Kräfte entweder durch geeignete Baumaßnahmen aufgenommen werden oder durch die Unterdecke an die tragenden Bauteile weitergeleitet werden.

**ANMERKUNG** Die meisten Unterdecken sind nicht zur Aufnahme zusätzlicher Lasten aus Trennwänden vorgesehen. Sollten an der Unterdecke Trennwände befestigt werden, sollten nur Unterdecken, die zu diesem Zweck ausgeführt sind, verwendet werden.

Wenn die Unterdecke Zusatzlasten, wie z. B. Beleuchtungseinrichtungen, Luftbehandlungseinrichtungen oder Heiz- bzw. Kühleinrichtungen, aufnehmen soll, muss sie zur Aufnahme dieser Lasten bemessen sein (z. B. durch Einbau von Zusatzbauteilen).

Unterdecken und Deckenbekleidungen müssen so ausgeführt sein, dass unter Berücksichtigung der Anwendungsbedingungen kein Schaden oder Versagen der Decklage oder der Unterkonstruktion auftreten kann.

#### 4.3.2 Unterkonstruktion

##### 4.3.2.1 Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit der Unterkonstruktion ist durch Prüfung jedes einzelnen Bauteils nach dem maßgeblichen der in Abschnitt 5 angegebenen Prüfverfahren festzustellen. Dies ist nicht erforderlich, wenn Maße, Art und Beschaffenheit des Materials eine Berechnung der Tragfähigkeit und der Verformung erlauben.

Die Unterkonstruktion ist entsprechend den Durchbiegungsgrenzen nach Tabelle 6 zu klassifizieren.

Wenn ein einmalig geprüfter Bauteil in einer Konfiguration verwendet wird, die von der bei der Prüfung verwendeten abweicht, ist erforderlichenfalls die zulässige Traglast unter Verwendung der Prüfungsdaten rechnerisch zu beurteilen.

**Tabelle 6 — Durchbiegungsklassen**

| Klasse                                                                                                                                                                                                                                                    | Maximale Durchbiegung <sup>a</sup> $L$<br>mm |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                         | $L^b/500 \leq 4$                             |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                         | $L^b/300$                                    |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                         | unbegrenzt                                   |
| <sup>a</sup> Die größte Durchbiegung ergibt sich aus der Summe der Durchbiegung des Unterkonstruktion-Bauteils und der Durchbiegung des Decklagen-Bauteils.<br><sup>b</sup> $L$ ist die Stützweite zwischen den Abhängeelementen bzw. den Abhängepunkten. |                                              |

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****4.3.2.2 Werkstoffe der Unterkonstruktion****4.3.2.2.1 Unterkonstruktionen aus Stahl**

Für Unterkonstruktionen aus feuerverzinktem Band oder Blech aus unlegiertem Stahl ist mindestens Stahl der Güte DX51D + Z nach EN 10142 zu verwenden.

Bei Verwendung anderer Stähle müssen diese eine der Normen EN 10152 (ZE), EN 10169-1, EN 10214 (ZA) oder EN 10215 (AZ) erfüllen.

Für die Grenzabmaße der Dicke gilt EN 10143.

Der Mindestkorrosionsschutz muss Tabelle 8 entsprechend der jeweiligen Beanspruchungsklasse nach Tabelle 7 erfüllen.

**4.3.2.2.2 Unterkonstruktionen aus Aluminium**

Für Unterkonstruktionen aus Aluminiumlegierungen müssen die Legierungen EN 573-3 erfüllen und eine 0,2 %-Streckgrenze von mindestens 160 N/mm<sup>2</sup> aufweisen.

Der Mindestkorrosionsschutz muss Tabelle 8 erfüllen.

**4.3.2.2.3 Unterkonstruktionen aus Holz**

Das für die Unterkonstruktionen verwendete Holz muss mindestens die Güteklasse S 10 (MS 10) nach EN 1912 aufweisen.

Der Feuchtegehalt vom Holz darf höchstens 20 % Massenanteile betragen.

Der Mindestquerschnitt der Grundlattung (abgehängt) muss 40 mm × 60 mm betragen. Die Maße der Traglattung müssen mindestens 48 mm × 24 mm oder für beide Lattungen mindestens 50 mm × 30 mm betragen.

Bei tragenden Holzbauteilen, die unmittelbar am Bauwerk befestigt sind (d. h. ohne Abhänger), muss der Querschnitt mindestens 48 mm × 24 mm betragen.

Im Innenbereich ist üblicherweise kein Holzschutz erforderlich. Falls jedoch ein Schutz gegen biologische oder sonstige Einwirkungen erforderlich ist, sind die entsprechenden Maßnahmen nach EN 335, EN 350, EN 351, EN 460 und/oder EN 599 zu treffen.

**4.3.3 Abhänger und Befestigungsmittel****4.3.3.1 Abhänger aus Metall**

Die zulässige Tragkraft der Abhänger und deren Befestigungsmittel ist nach 5.3 zu prüfen, es sei denn, dass auf Grund der Maße, Art und Beschaffenheit des Materials Tragkraft und Verformung berechnet werden können.

**4.3.3.2 Abhänger aus Holz**

Abhänger aus Holz müssen einen Querschnitt von mindestens 1 000 mm<sup>2</sup> und eine Dicke von mindestens 20 mm haben unter der Voraussetzung, dass ein ausreichend sicherer Anschluss durch Nägel oder Schrauben möglich ist (d. h., der Holzquerschnitt muss vergrößert werden, wenn die zu übertragende Kraft größer ist als der Mindestquerschnitt erlaubt). Andernfalls muss die Festigkeit der Abhänger nach ENV 1995-1-1 berechnet werden.

#### **4.3.4 Verankerung der Abhängerbauteile, Befestigung der Randprofile**

Die Art und Anzahl der Verankerungselemente bzw. der Randprofilbefestigungen sind so festzulegen, dass die Belastungsfähigkeit der Befestigung nicht überschritten wird.

Die Art (z. B. Beton, Leichtbeton, Lochziegel) und die Belastungsfähigkeit des Untergrundes sind zu berücksichtigen.

Das gewählte Befestigungsverfahren ist in der maßgeblichen Zeichnung detailliert darzustellen.

Der Einbau ist in Übereinstimmung mit den Ausführungsdokumenten durchzuführen. Erforderlichenfalls ist auf die maßgebliche ETAG zu verweisen (z. B. bei Belastungsprüfung vor Ort).

Sind Verankerungen oder Randprofilbefestigungen in festem Untergrund vorgesehen, ist in der Regel die maßgebliche ETAG zu berücksichtigen. Sollte es nicht möglich sein, eine Verankerung oder Randprofilbefestigung, deren Eignung durch eine europäische technische Zulassung (ETA) nachgewiesen ist, festzulegen (z. B. im Falle von Lochziegelmauerwerk, Porenbeton oder Altbau), gelten die Angaben nach Anhang B oder nationale Baubestimmungen.

Hinweise des Herstellers von Verankerungen oder Randprofilbefestigungen sollten beachtet werden.

Wenn die Verankerung oder Randprofilbefestigung für Stahl oder Holz vorgesehen ist, gelten die Anforderungen nach ENV 1993-1-1 bzw. ENV 1995-1-1.

Wenn die Unterdecke/Deckenbekleidung Brandschutzanforderungen unterliegt, sind die Angaben hinsichtlich geeigneter Verankerungen oder Randprofilbefestigungen den maßgeblichen Brandschutz-(Klassifizierungs-) Dokumenten (z. B. Prüfberichte/Klassifizierungsunterlagen) zu entnehmen. Erforderlichenfalls ist der Hersteller der Verankerungen zu befragen.

#### **4.3.5 Widerstand gegen Windbeanspruchung**

Wenn zu erwarten ist, dass Unterdecken im Gebäudeinnern Windlasten ausgesetzt sind (z. B. bei offenen Fenstern, Türen), ist durch entsprechende Maßnahmen sicherzustellen, dass die Decklagen und die Unterkonstruktion Sog- und/oder Drucklasten standhalten.

Unter der Einwirkung von Windlasten im Gebäudeinnern müssen Stabilität und Unversehrtheit von Decklage und Unterkonstruktion unbeeinträchtigt bleiben.

**ANMERKUNG 1** Verformungen sind erlaubt, nicht jedoch Beschädigungen oder das Versagen der Unterdecke und ihrer Bauteile.

In allen anderen Fällen ist die Aufnahmefähigkeit von Windlasten (Druck/Sog) durch die Unterdecke nachzuweisen (z. B. durch Berechnung nach ENV 1991-2-4), insbesondere bei Gebäuden mit großen oder dauerhaften Öffnungen (z. B. Parkhäuser) oder in Kolonnaden und offenen Zugängen.

**ANMERKUNG 2** Weitere Informationen sind in Anhang C angegeben.

#### **4.3.6 Stoßfestigkeit**

Wenn Unterdecken Stößeinwirkungen standhalten müssen (z. B. durch Ballwürfe in Sporthallen), muss der Planer die Art der Einwirkung feststellen und die erforderliche Leistung festlegen (z. B. Klassifizierung des Ballwurfwiderstands). Die Unterdecke ist entsprechend auszuführen.

Erforderlichenfalls ist die Stoßfestigkeit nach Anhang D zu prüfen.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****4.3.7 Widerstand gegen seismische Einwirkungen**

Wenn die Unterdecke seismischen Erschütterungen ausgesetzt ist, muss ENV 1998-1-3 berücksichtigt werden. Die Unterdecke ist so auszuführen, dass die durch Erdstöße ausgelösten vertikalen und horizontalen Beanspruchungen keine Schäden bzw. kein Versagen hervorrufen.

**4.4 Sicherheit im Brandfall****4.4.1 Feuerwiderstand****4.4.1.1 Allgemeines**

Wenn Feuerwiderstand gefordert ist, ist dieser wie nachstehend beschrieben nachzuweisen.

ANMERKUNG 1 In manchen Ländern können Einschränkungen hinsichtlich der Anwendung von abbaubaren Unterdecken für den Feuerwiderstand gelten.

ANMERKUNG 2 Vor dem Beginn einer Prüfung des Feuerwiderstandes sollte der Hersteller überprüfen, dass die vorgesehene(n) Prüfung(en) den Ausführungsanforderungen für den vorgesehenen Einsatz im Bestimmungsland entspricht (entsprechen).

**4.4.1.2 Vorbereitung der Probekörper**

Die zu prüfende Unterdecke muss für das vollständige Deckensystem (Abhängung, Unterkonstruktion, Decklage usw.), für das die Feuerwiderstandsklassifizierung gefordert wird, repräsentativ sein.

Zusätzlich sind die besonderen Bestimmungen der in EN 13501-2 angegebenen Prüfnorm(en) einzuhalten.

**4.4.1.3 Prüfung und Klassifizierung**

Unterdecken sind zu prüfen und zu klassifizieren nach EN 13501-2. Feuerbeständige Unterdecken mit sind nach einer der folgenden drei Möglichkeiten zu klassifizieren:

- a) Feuerbeständige Unterdecken in Verbindung mit dem Bauelement (z. B. Boden oder Dach) darüber. Solche Decken sind zusammen mit dem Dach-/Boden-Bauteil zu prüfen, und die Feuerwiderstandsklassifizierung ist auf das gesamte System zu beziehen.
- b) Decken, die eine Feuerwiderstandseigenschaft unabhängig von einem Bauelement aufweisen. Die Klassifizierung muss solche Decken einzeln einschließen, die eine Feuerwiderstandsleistung von oben und/oder unten, unabhängig von einem Element über der Decke, aufweisen.
- c) Als horizontale Schutzdecklagen.

**4.4.2 Brandverhalten****4.4.2.1 Allgemeines**

Die nachfolgend angegebenen Maßgaben gelten in den Mitgliedsländern, die eine Prüfung auf Materialgrundlage akzeptieren. In den Mitgliedsländern, in denen eine gründliche Prüfung gefordert wird, ist die Unterdecke nach den in diesen Ländern geltenden Maßgaben zu prüfen.

Die Prüfung des Brandverhaltens und die Klassifizierung sind auf der Grundlage des Leistungsvermögens jedes einzelnen Bauteils der Unterdecke, das in den Ergebnissen einzeln anzugeben ist, durchzuführen. Unterkonstruktions-Bausätze bzw. -Bauteile sowie Decklagenbauteile, die einzeln verkauft werden, sind ebenfalls zu prüfen und zu klassifizieren.

Wenn Ausführungsanforderungen vorliegen, sind Deckenlagen- und Unterkonstruktionsbauteile nach EN 13501-1 und den nachstehend aufgeführten Bedingungen zu prüfen und zu klassifizieren, oder diese dürfen der Brandverhaltensklasse A1, ohne Prüfung<sup>5)</sup>, zugeordnet werden oder sie gehören der Klasse ohne weitere Prüfung in Übereinstimmung mit den vereinbarten Fällen für eine Klasse ohne weitere Prüfung an. Wenn das Brandverhalten des Decklagen- und/oder Unterkonstruktions-Bauteils bereits nach EN 13501-1 und den nachstehenden Vorschriften klassifiziert wurde (z. B. durch Erfüllung einer maßgeblichen Produktnorm), darf der Deckenhersteller eine solche Klassifizierung, ohne die Prüfungen wiederholen zu müssen, unter der Voraussetzung verwenden, dass eine ausreichende Anzahl von Prüfungen stattfinden, um die Produktbeschreibung sicherzustellen.

#### **4.4.2.2 Decklagen**

Hinsichtlich Decklagen stehen vier Möglichkeiten zur Verfügung:

- a) die Decklage wird verwendet, wie sie ist, ohne zusätzliche Bauteile darüber, wenn sie eingebaut ist;
- b) die Decklage wird zusammen mit einem angegebenen Wärmedämm- oder anderen Material verkauft, das über der Decklage eingebaut wird;
- c) es ist vorgesehen, die Decke mit einem Wärmedämm- oder anderen Material einzubauen; der Deckenhersteller gibt zwar den Typ dieses Materials an, liefert es jedoch nicht zusammen mit der Decke;
- d) es ist vorgesehen, die Decke mit einem Wärmedämm- oder anderen Material einzubauen; der Deckenhersteller gibt jedoch nicht den Typ dieses Materials an oder kennt diesen nicht und liefert das Material nicht zusammen mit der Decke.

Im Fall a) ist die Decklage selbst zu prüfen und zu klassifizieren. In den Fällen b) und c) ist die Decklage zusammen mit dem angegebenen Wärmedämm- oder anderen Material zu prüfen, außer wenn auf Grund einer besonderen Bestimmung nur die Prüfung der Decklage selbst gefordert ist. Im Fall d) ist die Decklage selbst zu prüfen und zu klassifizieren; besondere Bestimmungen können Art und Menge des Wärmedämm- oder anderen Materials, das über der Decklage eingebaut werden soll, einschränken.

Erforderlichenfalls ist die Decklage nur von der Unterseite (d. h. der dem Raum zugewandten Seite) oder von der Unterseite und der Kopfseite (d. h. die dem Deckenhohlraum zugewandten Seite) zu prüfen. Falls dies zu unterschiedlichen Klassifizierungen führt, ist es in den Ergebnissen anzugeben.

#### **4.4.2.3 Unterkonstruktions-Bausätze und -Bauteile**

Bei der Prüfung von Unterkonstruktions-Bauteilen mit SBI und/oder dem Kleinflammengerät (siehe EN 13823 und/oder EN ISO 11925-2) sind entweder die Bauteile so einzubauen und zu prüfen, dass ihre Klasse in geeigneter Weise ermittelt werden kann, oder die Klasse des Unterkonstruktionsmaterials selbst (z. B. Holz oder Kunststoff) ist zu bestimmen.

### **4.5 Hygiene, Gesundheit und Umwelt — Toxische Gase und gefährliche Stoffe**

#### **4.5.1 Asbestgehalt**

Kein Teil der Decke darf Asbest enthalten.

#### **4.5.2 Freigabe von Formaldehyd**

Wenn Material, das Formaldehyd enthält, als Teil des Herstellungsverfahrens einem Bauteil der Decke zugesetzt wird, ist dieser Bauteil zu prüfen und nach einer der Klassen E1 oder E2 zu klassifizieren. Die Klassen und die entsprechenden Prüfverfahren sind in Anhang E angegeben.

---

5) Siehe den geänderten Kommissionsbeschluss 96/603/EG.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

Diese Anforderung gilt nicht für Bauteile, in denen auf natürliche Weise entstehendes Formaldehyd enthalten ist. Diese Bauteile werden ohne Prüfung der Klasse E1 zugeordnet.

Bauteile, die weder formaldehydhaltige Werkstoffe noch auf natürliche Weise entstehendes Formaldehyd enthalten, brauchen hinsichtlich der Freigabe von Formaldehyd nicht klassifiziert und deklariert zu werden.

**4.5.3 Weitere gefährliche Stoffe**

Für die Regelung hinsichtlich weiterer gefährlicher Stoffe bei Produkten, die im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) auf dem Markt sind, siehe Anhang ZA. Produkte, die außerhalb des EWR verkauft werden, müssen alle Bestimmungen hinsichtlich gefährlicher Stoffe, die im Bestimmungsland gelten, erfüllen.

**4.6 Gebrauchssicherheit****4.6.1 Splittersicherheit**

Wenn Decklagenbauteile aus Werkstoffen hergestellt sind, für die Anforderungen hinsichtlich Splittersicherheit oder Bruchsicherheit gelten (z. B. Glas), ist das Verhalten der Decklage bei Splintern oder Brechen nach EN 12600 zu bestimmen. Diese Anforderung kann bei Decklagenbauteilen, die schon nach anderen Europäischen Normen, falls vorhanden, beurteilt wurden, bereits erfüllt sein.

**4.6.2 Biegezugfestigkeit**

Die Decklagen müssen eine ausreichende Festigkeit haben, um ihr Eigengewicht zu tragen, wenn sie in der Unterkonstruktion eingebaut sind. Falls zusätzliche Lasten aufzunehmen sind, muss der Planer bzw. Hersteller angeben, wo und wie die Lasten aufgenommen werden und wie groß diese Lasten sind. Neben der Mindestanforderung, dass die Decklage nicht herausfallen darf, muss sie eine ausreichende Steifigkeit aufweisen, um sicherzustellen, dass die ästhetischen Eigenschaften (insbesondere Ebenheit und Krümmung) beibehalten bleiben. Erforderlichenfalls ist die ausreichende Biegezugfestigkeit der Decklage unter Berücksichtigung der Stützweite der Decklage, etwaiger Öffnungen sowie Lasten (zusätzlich zum Eigengewicht), die auf die Decklage einwirken, zu ermitteln. Erforderlichenfalls sind an einem für das Decklagenmaterial repräsentativen Probekörper Prüfungen zur Beurteilung der Biegezugfestigkeit nach Anhang F durchzuführen; dabei ist die Endnutzung des Decklagenmaterials zu berücksichtigen (Biegezugfestigkeit gilt nicht für alle Decklagenmaterialien). Das Prüfergebnis ist als eine der Durchbiegungsklassen nach Tabelle 6 in Verbindung mit einer der Beanspruchungsklassen nach Tabelle 7 und der aufgetragenen Last anzugeben.

**4.6.3 Elektrische Sicherheit**

Die Unterdecke muss nach den Anforderungen der Reihe CENELEC HD 384 eingebaut werden können.

Unter der Voraussetzung, dass die Unterdecke dazu ausgelegt ist, dürfen elektrische Leitungen auch in sichtbaren oder verdeckten Kanälen, die speziell für diesen Zweck eingebaut sind, geführt werden.

Wenn auf Grund von Bestimmungen die Unterdecke geerdet und/oder angeschlossen sein muss, ist sie und ihre Bauteile nach den in dem Land, in dem das Produkt genutzt werden soll, geltenden Anforderungen auszulegen.

**4.7 Akustik****4.7.1 Vorbereitung der Probekörper**

Wenn akustische Leistung festgestellt werden soll, muss die zu prüfende Unterdecke der Unterdecke entsprechen, die in der Praxis genutzt und für die die akustische Bewertung durchgeführt werden soll. Zusätzlich sind die Festlegungen nach den nachstehend aufgeführten Normen einzuhalten.

ANMERKUNG Planer müssen sich der Tatsache bewusst sein, dass die Laborprüfergebnisse nicht unbedingt auf der Baustelle reproduzierbar sind (siehe EN 12354-6). Für besondere Anwendungen oder besondere akustische Untersuchungen können Laborprüfungen sowie Prüfungen vor Ort erforderlich sein.



#### 4.7.2 Schallabsorption

Bei Unterdecken mit schallabsorbierenden Eigenschaften sind die Schallabsorptions-Koeffizienten durch Prüfung nach EN ISO 354 zu bestimmen. Die Schallabsorptions-Koeffizienten sind als ein praktischer Schallabsorptions-Koeffizient  $\alpha_p$  zu berechnen, in einem Diagramm oder einer Tabelle in Oktavbändern anzugeben und als Einzahl-Wert  $\alpha_w$  nach EN ISO 11654 umzurechnen.

ANMERKUNG Schallabsorption ist die Verringerung der Schallenergie, die entsteht, wenn Schallwellen durch die Oberflächen und Elemente eines Raumes absorbiert werden. Das geforderte Maß der Schallabsorption und die Anordnung der schallabsorbierenden Flächen hängen von einer Anzahl von Faktoren ab. Dazu gehören die vorgesehene Nutzungsart des Raumes, die Art der erzeugten Geräusche, die Notwendigkeit, den Nachhall zu regeln, und die Reflexionseigenschaften der Begrenzungsflächen.

Die geforderte Nachhallzeit wird durch die Menge und die Ausführung des Absorptionsmaterials sowie durch die Form und der Größe des Raumes geregelt (siehe EN 12354-6).

#### 4.7.3 Schalldämmung

##### 4.7.3.1 Allgemeines

Schalldämmung betrifft die akustischen Eigenschaften von Bauteilen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Übertragung von Luft- und Trittschall in einem Gebäude. Folgendes kann von einem Unterdeckensystem gefordert werden:

- Beitragen zur Verringerung der vertikalen Übertragung von Luft- und Trittschall durch den Fußboden (vertikale Übertragung);
- Reduzierung der Schallübertragung von Raum zu Raum. Dies bezieht sich sowohl auf den direkten als auch den indirekten Schall und ist von besonderer Bedeutung, wenn Unterdecken von Trennwänden getragen werden (horizontale Übertragung).

Wenn die Unterdecke zur Reduzierung der vertikalen Übertragung von Luft- und Trittschall durch einen Fußboden und/oder zur Reduzierung der direkten und indirekten horizontalen Schallübertragung (auch wenn die Unterdecke über einem Raum Trennwände kreuzt) beizutragen hat, ist die Leistung nach 4.7.3.2 und 4.7.3.3 zu messen und anzugeben.

##### 4.7.3.2 Labormessung der Schallreduzierung in vertikaler Richtung

Die Labormessung der Reduzierung von Luftschall in vertikaler Richtung ist nach EN ISO 140-3 durchzuführen und nach EN ISO 717-1 anzugeben und zu bewerten.

##### 4.7.3.3 Labormessung der Schallreduzierung in horizontaler Richtung

Die Labormessung der Reduzierung von Luftschall in horizontaler Richtung von Unterdecken mit darüber liegendem Hohlraum ist nach EN 20140-9 durchzuführen und nach EN ISO 717-1 anzugeben und zu bewerten.

#### 4.7.4 Erweiterter Anwendungsbereich

Die Ergebnisse akustischer Prüfungen können, ohne dass erneute Prüfungen notwendig sind, auf andere Decken ähnlicher Ausführung unter folgenden Bedingungen ausgedehnt werden:

- jede Änderung muss nachweislich zu einer Verbesserung der akustischen Leistung führen (z. B. größere Dicke der Decklagen, höhere Dichte oder größere dynamische Steifigkeit);
- Änderungen der Fläche sind unter den oben angegebenen Bedingungen zulässig;
- Bauteile und Decklagen eines Lieferanten dürfen durch Bauteile und Decklagen eines anderen Lieferanten ausgetauscht werden, sofern diese identische oder verbesserte akustische Eigenschaften aufweisen.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****4.8 Dauerhaftigkeit****4.8.1 Feuchte**

Unterdecken sind so auszuführen, dass sich innerhalb der oder auf den Oberflächen der Decke und der betroffenen Bauteile während der beabsichtigten Nutzungsdauer keine schädlichen Mengen von Wasser und Kondensat bilden können, die zu einer Verminderung der Biegezugfestigkeit der Decklagen und/oder zu einer Verminderung der Tragfähigkeit des gesamten Unterdecken-Bausatzes oder der Unterkonstruktion führen können. Um nachzuweisen, dass Voraussetzungen, die derartige Effekte hervorrufen, vermieden werden, sind Wärmedämmungs- bzw. Taupunkt-Berechnungen nach EN ISO 6946 und EN ISO 10211-1 durchzuführen.

Tabelle 8 enthält die Korrosionsschutzklassen von Stahl- und Aluminiumbauteilen unter den nachfolgend angegebenen Beanspruchungsbedingungen. Für den Holzschutz siehe 4.3.2.2.3.

**4.8.2 Nutzungsdauer**

Unterdecken müssen ihre Gebrauchstauglichkeitseigenschaften über ihre gesamte Nutzungsdauer beibehalten, wenn sie den Bedingungen ausgesetzt sind, für die sie ausgelegt wurden (siehe 4.8.3), nach den Empfehlungen des Herstellers gewartet und während ihrer Nutzungsdauer nicht nachteilig behandelt werden.

Folgende Angaben hinsichtlich Dauerhaftigkeit und Wartung müssen vorliegen:

- Der Deckenlieferant muss angeben, ob die sichtbaren Flächen der Decklagen und Unterkonstruktion gereinigt werden können und, falls dies zutrifft, das anzuwendende Reinigungsverfahren und die geltenden Einschränkungen;
- der Deckenlieferant muss angeben, ob die sichtbaren Flächen der Decklagen und Unterkonstruktion überstreichbar sind und, falls dies zutrifft, die empfohlenen Materialien und Verfahren und gegebenenfalls welche Eigenschaften der Decke beeinträchtigt werden können;
- der Deckenlieferant muss weitere mögliche Einflüsse der Reinigung und des Anstriches auf andere Eigenschaften der Decke angeben;
- der Deckenlieferant muss die erforderlichen Mindestanforderungen an die Wartung angeben, damit die Decke weiterhin die geforderten Eigenschaften während der Nutzungsdauer beibehalten kann.

**4.8.3 Klassifizierung der Beanspruchungsbedingungen der Unterdecke**

Der Decken- oder Bauteillieferant muss angeben, welchen Klassen nach Tabelle 7 die Unterdecke oder das Bauteil entspricht, wenn sie die Anforderungen nach 4.8.2 erfüllen.

**Tabelle 7 — Beanspruchungsklassen**

| Klasse | Bedingungen                                                                                                                                                                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A      | Bauteile, die im Allgemeinen einer schwankenden relativen Luftfeuchte bis 70 % und einer schwankenden Temperatur bis 25 °C, jedoch keinen korrosiven Verunreinigungen, ausgesetzt sind. |
| B      | Bauteile, die häufig einer schwankenden relativen Luftfeuchte bis 90 % und einer schwankenden Temperatur bis 30 °C, jedoch keinen korrosiven Verunreinigungen, ausgesetzt sind.         |
| C      | Bauteile, die einer Atmosphäre mit einer relativen Luftfeuchte über 90 % und einer möglichen Kondensatbildung ausgesetzt sind.                                                          |
| D      | Schärfere Bedingungen als die oben genannten.                                                                                                                                           |

**4.8.4 Korrosionsschutz**

Rahmenelemente aus Metall, Abhänger und Verbindungselemente sind nach Tabelle 8 vor Korrosion zu schützen.

**Tabelle 8 — Korrosionsschutzklassen von Unterkonstruktionsbauteilen aus Metall und Decklagenbauteilen**

| Klasse<br>nach Tabelle 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Profile, Abhänger <sup>a</sup> , Verbindungselemente <sup>a</sup> und Decklagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Bauteile aus Stahl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Bauteile aus Aluminium                                                                                                       |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Produkte mit einer Bekleidung aus kontinuierlich schmelzveredeltem Metall Z100, ZA095 oder AZ100 nach prEN 10327<sup>bc</sup>.</p> <p>Produkte mit einer Bekleidung aus elektrolytisch verzinkten Flacherzeugnissen ZE25/25 nach EN 10152<sup>c</sup>.</p> <p>Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Produkte der Korrosionsschutzklasse (Innenbereich) CP12 für die beanspruchte Seite nach EN 10169-3<sup>f</sup> (z. B. Beschichtungssystem ZE15/15-HDP25-2T-CP12).</p>                                                                                                                                                                                                           | Kein zusätzlicher Korrosionsschutz erforderlich                                                                              |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Produkte mit einer Bekleidung aus kontinuierlich schmelzveredeltem Metall Z100, ZA095 oder AZ100 nach prEN 10327<sup>bc</sup>.</p> <p>Produkte mit einer Bekleidung aus elektrolytisch verzinkten Flacherzeugnissen nach EN 10152 ohne oder mit einer zusätzlichen organischen Beschichtung<sup>d</sup> wie folgt<sup>c</sup>: ZE25/25 + 40 µm je Stirnseite<sup>e</sup>, ZE50/50 + 20 µm je Stirnseite<sup>e</sup> oder ZE100/100 ohne organische Beschichtung.</p> <p>Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Produkte der Korrosionsschutzklasse (innenbereich) CP12 für die beanspruchte Seite nach EN 10169-3<sup>f</sup> (z. B. Beschichtungssystem ZE15/15-HDP25-2T-CP12).</p> | <p>Kein zusätzlicher Korrosionsschutz erforderlich oder</p> <p>Bandbeschichtung nach EN 1396, Korrosionsindex 2a</p>         |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Produkte mit einer Bekleidung aus kontinuierlich schmelzveredeltem Metall Z100, ZA095 oder AZ100 nach prEN 10327<sup>bc</sup> mit zusätzlicher organischer Beschichtung<sup>d</sup> von 20 µm je Stirnseite.</p> <p>Produkte mit einer Bekleidung aus elektrolytisch verzinkten Flacherzeugnissen nach EN 10152 mit zusätzlicher organischer Beschichtung<sup>d</sup> wie folgt<sup>c</sup>: ZE25/25 + 60 µm je Stirnseite<sup>e</sup>, ZE100/100 + 40 µm je Stirnseite.</p>                                                                                                                                                                                                                           | <p>Anodisierung<sup>c</sup><br/>(15 µm &lt; s &lt; 25 µm)<br/>oder<br/>Bandbeschichtung nach EN 1396, Korrosionsindex 2a</p> |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Besondere Maßnahmen in Abhängigkeit von der Nutzung und der korrosiven Einwirkung. Mindest-Korrosionsschutz nach Klasse C. Zusätzliche Maßnahmen wie gefordert.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Anodisierung<br/>(s &gt; 25 µm)<br/>oder<br/>Bandbeschichtung nach EN 1396, Korrosionsindex 2b</p>                        |
| <p><sup>a</sup> Runder Stahldraht, der als Abhänger oder Abhängerteil verwendet wird, muss die Anforderungen nach EN 10244-2 erfüllen (Beschichtung aus Zink oder Zinklegierung bei rundem Stahldraht).</p> <p><sup>b</sup> prEN 10327 ersetzt EN 10142 (Zink), EN 10214 (Zink-Aluminium) und EN 10215 (Aluminium-Zink).</p> <p><sup>c</sup> Ein ähnlicher Korrosionsschutz, der zu einem ähnlichen Schutzergebnis führt, ist erlaubt.</p> <p><sup>d</sup> Nachträgliche Beschichtung beanspruchter Teile mit einem zink-kompatiblen organischen Beschichtungsstoff nach EN ISO 12944-3 oder äquivalente Bandbeschichtung nach EN 10169-3.</p> <p><sup>e</sup> Gilt nur für Decklagenbauteile.</p> <p><sup>f</sup> Gilt nur für „Abdeck“-Werkstoffe für Unterkonstruktionsbauteile.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                              |

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****4.8.5 Kontaktkorrosion**

Um Korrosion wegen des Kontaktes zwischen unterschiedlichen Materialien (z. B. Stahl und Aluminium) zu vermeiden, sind Zwischenlagen geeigneter Schutzwerkstoffe nach EN ISO 12944-3 einzubauen.

Bei Verwendung von Holzschutzmitteln muss das Korrosionsschutzverfahren für die Bauteile aus Metall, die mit den Holzbauteilen verbunden sind, für das Holzschutzmittel geeignet sein.

**4.9 Farbe, Lichtreflexion und Glanzfaktor für Unterdeckenbauteile****4.9.1 Allgemeines**

Farbe, Lichtreflexion und Glanzfaktor müssen den Vereinbarungen zwischen dem Hersteller bzw. Planer und dem Auftraggeber erfüllen und sind, wenn gefordert, nach 4.9.2, 4.9.3 und 4.9.4 zu prüfen.

ANMERKUNG Die Anzahl der Farbprüfungen wird dem Ermessen des Herstellers bzw. Planers überlassen.

**4.9.2 Verfahren zur Messung der Farbzusammensetzung**

Die Farbzusammensetzung der Unterdeckenbauteile ist mit einem rechnergestützten Messgerät zu bestimmen, das nach dem CIE-Lab-Verfahren nach ISO 7724-2 und ISO 7724-3 betrieben wird.

**4.9.3 Verfahren zur Messung der Lichtreflexion**

Der Lichtreflexionswert der Bauteile von Unterdecken ist mit einem rechnergestützten Messgerät zu bestimmen, das nach den CIE-Lab-Verfahren nach ISO 7724-2 und ISO 7724-3 betrieben wird. Der Hersteller bzw. Planer muss gegebenenfalls den Einfluss von Perforationen der Bauteile auf den registrierten Lichtreflexionswert angeben.

**4.9.4 Bestimmung des Glanzfaktors**

Der Glanzfaktor der Unterdeckenbauteile ist nach EN ISO 2813 zu bestimmen und zu klassifizieren.

**4.10 Wärmedämmung**

Wenn die Unterdecke zur Wärmedämmung beitragen soll, ist dies rechnerisch nach den in EN ISO 6946 und EN ISO 10211-1 angegebenen Verfahren nachzuweisen mit Werten aus der einen (oder den beiden) folgenden Angaben:

- aus Referenzbemessungswerten nach EN 12524;
- aus Prüfergebnissen (in der Regel, wenn der Planer bessere Gebrauchseigenschaften als die mit den Referenzbemessungswerten fordert) entweder nach EN 12664 oder nach EN 12667.

**5 Tragfähigkeit der Unterkonstruktions-Bauteile — Prüfverfahren****5.1 Allgemeines**

Dieses Prüfverfahren gilt für Unterkonstruktionen aus Metall, Abhänger und Verbindungselemente, deren Tragfähigkeit nicht rechnerisch ermittelt werden kann.

Der zu prüfende Probekörper muss alle Eigenschaften der auf der Baustelle verwendeten Produkte aufweisen.

Die Prüfergebnisse erlauben die Bestimmung der Durchbiegung und der zulässigen Belastung der Unterkonstruktions-Bauteile. Dies schließt verschiedene Belastungskonfigurationen, unterschiedliche Stützweiten der Profile und verschiedene Abhänger- und Verbindungselemente ein.

Der für das zulässige Biegemoment und die zulässige Last anzuwendende Sicherheitsbeiwert in den Gleichungen (3b) und (5) muss 2,5 betragen.

## 5.2 Biegeprüfung von Unterkonstruktionsprofilen aus Metall

### 5.2.1 Allgemeines

Die Tragfähigkeit von Metallkonstruktionen ist nach den folgenden Prüfungen an einzelnen Bauteilen bei verschiedenen Stützweiten und Lasten zu ermitteln.

Die Biegeprüfung betrifft nur tragende Profile. Die für die Prüfungen relevanten Profile sind diejenigen, die die Decklagenelemente und etwaige zusätzliche Lasten tragen und diese an das tragende Bauwerk übertragen.

Die Biegeprüfung ergibt Kennwerte der Profile für:

- die Biegesteifigkeit  $EI$ , in  $\text{N} \cdot \text{mm}^2$ ;
- das zulässige Biegemoment  $M$ , in  $\text{N} \cdot \text{m}$ .

Die der zulässigen Last und/oder dem zulässigen Moment entsprechende Durchbiegung ist nach Tabelle 6 zu klassifizieren.

Wenn die Decklagenelemente nur durch Randprofile gestützt werden (z. B. Winkel- oder U-Profile), ist dieses Randprofil unter Berücksichtigung der örtlichen Lastübertragung und der Befestigung zur tragenden Konstruktion zu prüfen (siehe Bild 20).

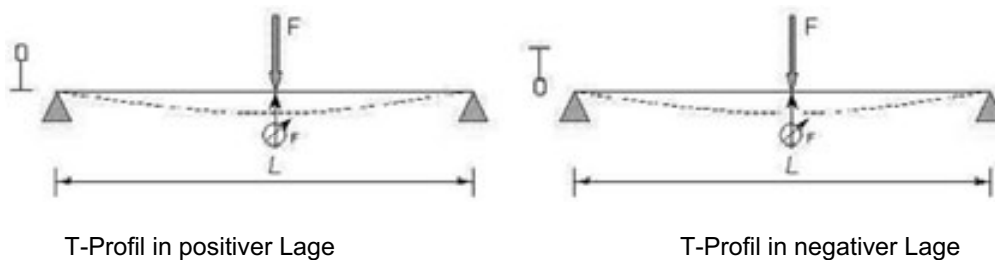
### 5.2.2 Durchführung der Prüfung

Drei Profile (dreimal in positiver und dreimal in negativer Position) sind im Rahmen einer Vorbereitungsprüfung als Balken auf zwei Stützen mit einer Last in der Mitte der größten Bemessungs-Stützweite (max.  $L$ ) und zusätzlich bei einer Mindest-Stützweite von

min.  $L = \text{max. } L/2$  zu prüfen;

für Längen kleiner als 2,0 m ist min.  $L > 1,0 \text{ m}$ ).

(1)



**Bild 14 — Grundsatz der Biegeprüfung eines T-Profils**

- 6) Wenn Randprofile geprüft werden sollen, darf eine kleinere Stützweite verwendet werden, falls sich dies aus dem geplanten Abstand der Befestigungselemente ergibt (siehe Bild 18).

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

Es sind sieben weitere Profile unter den Bedingungen des ungünstigen Falles und unter Einbeziehung des kleinsten Biegemomentes zu prüfen<sup>7)</sup>.

Die Auflagerbedingungen des Haupt-/Querprofils sind so zu wählen, dass sie mit den Nutzungsbedingungen übereinstimmen. Dies bedeutet, dass der Belastungspunkt des Profils gegen Verdrehung gesichert sein muss.

Sämtliche Profile der Unterkonstruktion, die in dieser Prüfung verwendet werden sollen, müssen alle für die praktische Anwendung erforderlichen Aussparungen aufweisen.

Sowohl die Durchbiegung in Feldmitte, die mit einem Messgerät mit Fehlergrenze von 1/100 mm mindestens bis zu einem der vorgesehenen Durchbiegungsklasse nach Tabelle 6 entsprechenden Wert gemessen wurde, als auch die entsprechende Prüflast  $F$  sind zu bestimmen.

Wenn die Durchbiegung die vorgesehene Klasse erreicht, ist die Last vorübergehend zu entfernen. Nach Entfernen der Last darf die bleibende Durchbiegung 0,2 mm nicht überschreiten. Falls dieser Wert überschritten wird, sind die vorgesehene Durchbiegung und die entsprechende Last zu reduzieren. Damit soll sichergestellt werden, dass die Last-Durchbiegungskurve linear-elastisch ist.

Es sind die Höchstlast  $F_u$  und das entsprechende Biegemoment  $M_u$  zu bestimmen.

**5.2.3 Auswertung der Ergebnisse**

Die Biegesteifigkeit  $EI$  und das zulässige Biegemoment  $M$  sind aus mindestens zehn Prüfungen zu bestimmen. Die Biegesteifigkeit  $EI$  für einen Einfeldbalken mit einer in Feldmitte angreifenden Einzellast ist durch folgende Gleichung zu berechnen:

$$EI = \frac{\bar{F} L^3}{48 f_{\max}} \quad (2)$$

Dabei ist

- $\bar{F}$  die der Durchbiegungsklasse (siehe Tabelle 6) entsprechende mittlere Last aus zehn Einzelversuchen, in N;
- $L$  die Stützweite des Probekörpers, in mm;
- $f_{\max}$  die Durchbiegung in Feldmitte, in mm;
- $E$  das Elastizitätsmodul, in N/mm<sup>2</sup>;
- $I$  das Trägheitsmoment, in mm<sup>4</sup>.

Zur Bestimmung der Biegesteifigkeit ist der lineare Teil der Last-Durchbiegungskurve maßgebend. Falls der Durchbiegungswert nach Tabelle 6 außerhalb dieses Bereichs liegt, ist die Last entsprechend zu verringern.

Das zulässige Biegemoment ergibt sich aus zwei Werten:

Der erste Wert bezieht sich auf den entsprechenden Durchbiegungswert und ist wie folgt zu ermitteln:

$$\text{zul } M_f = \bar{M}_f = \frac{\bar{F} L}{4} \quad (3a)$$

---

7) Es ist darauf hinzuweisen, dass die vollständige Prüfung drei Probekörper in zwei Positionen mit jeweils zwei Stützweiten (d. h. zwölf Einzelprüfungen) für Vorbereitungsprüfungen sowie weitere sieben Probekörper einschließt.

Dabei ist

$\overline{M}_f$  der Mittelwert des Biegemomentes  $M_f$ .

Der zweite Wert für das zulässige Biegemoment bezieht sich auf die Endlast  $F_u$  und ist wie folgt zu ermitteln:

$$\text{zul } M_u = \frac{M_u^{5\%}}{\nu} \quad (3b)$$

$$\text{mit } M_u^{5\%} = \overline{M}_u - k_\sigma \cdot s \quad (4)$$

Dabei ist

$\overline{M}_u$  der auf die Endlast  $F_u$  bezogene Mittelwert des Biegemomentes  $M_u$ , in N·mm;

$k_\sigma$  ein statistischer Faktor (Abnahmefaktor, siehe 5.4);

$s$  die Standardabweichung, in N·mm;

$M_u^{5\%}$  der 5 %-Fraktilewert;

$\nu$  der Sicherheitsbeiwert = 2,5.

Der kleinere Wert zwischen  $\text{zul } M_f$  und  $\text{zul } M_u$  ist als der endgültige Wert für  $\text{zul } M$  (zulässiges Moment) zu verwenden.

Falls keine Durchbiegungsgrenze festgelegt ist (Klasse 3), bezieht sich das zulässige Moment auf die Endlast  $F_u$  nach Gleichung (3b).

Im Falle weiterer Prüfkfigurationen nach 5.2.2 (z. B. Durchlaufträger und/oder gleichmäßig verteilte Lasten oder mehrere Einzellasten) sind die Gleichungen zur Ermittlung von  $EI$  und den Biegemomenten  $M_f$  und  $M_u$  entsprechend den Auflagerungs- und Belastungsbedingungen zu ändern.

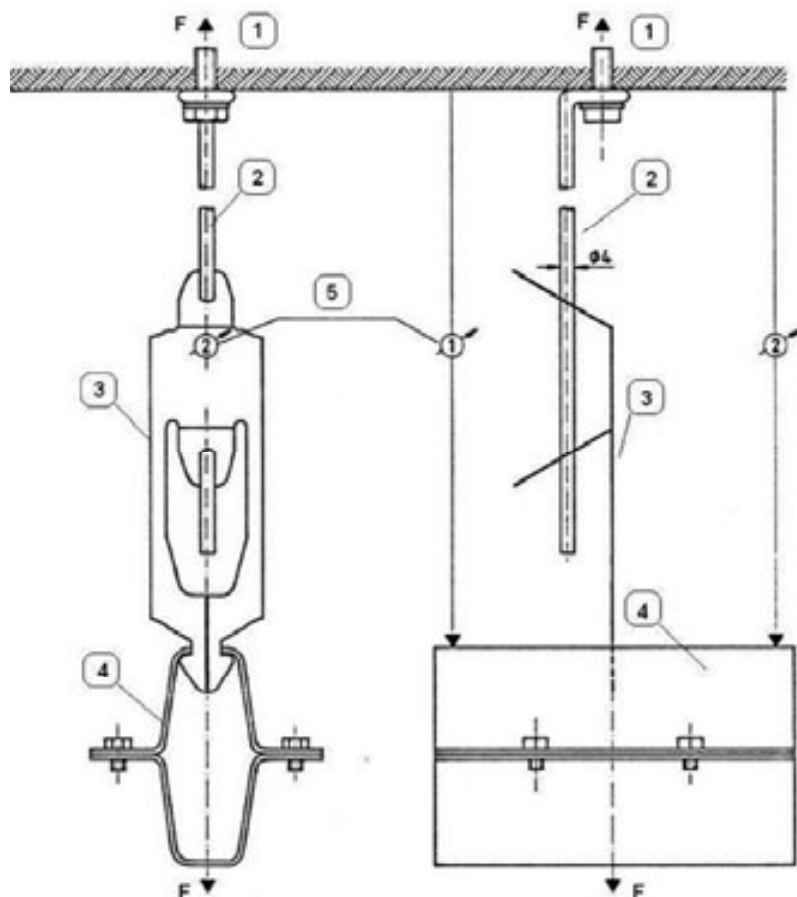
#### 5.2.4 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Beschreibung und physikalische Eigenschaften des geprüften Prüfkörpers;
- Maße und Anzahl der bei jedem Versuch geprüften Prüfkörper;
- Anzahl der abgeschlossenen Versuche;
- Prüfkfiguration und Messpunkt der Durchbiegung, Einzelheiten zu den Messungen, Abbildungen und Photos;
- Lastverschiebungskurven mindestens bis zur vorgesehenen Durchbiegungsklasse;
- berechnete Werte der Biegesteifigkeit  $EI$  und das endgültige zulässige Biegemoment  $\text{zul } M$ . Befindet sich das zulässige Biegemoment außerhalb des linearen Bereichs der Last-Durchbiegungskurve, ist dies erforderlichenfalls anzugeben.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****5.3 Prüfung der Abhänger aus Metall und der Verbindungselemente****5.3.1 Allgemeines**

Die Prüfung der Abhänger muss sowohl ihre Verbindungen zur oberen Halterung als auch die zum Unterkonstruktionsprofil (Grundprofil, siehe Bild 1) einschließen. Erforderlichenfalls sind Vorversuche notwendig, um festzustellen, ob die Abhängung selbst versagt oder ob sich der Fehler innerhalb der Verbindung zur oberen Halterung (z. B. durch Verwendung eines Drahtes mit Haken oder Öse zur Verbindung des Drahtes mit der oberen Halterung (siehe die Bilder 15 bis 18)) oder zum Rahmenelement befindet.

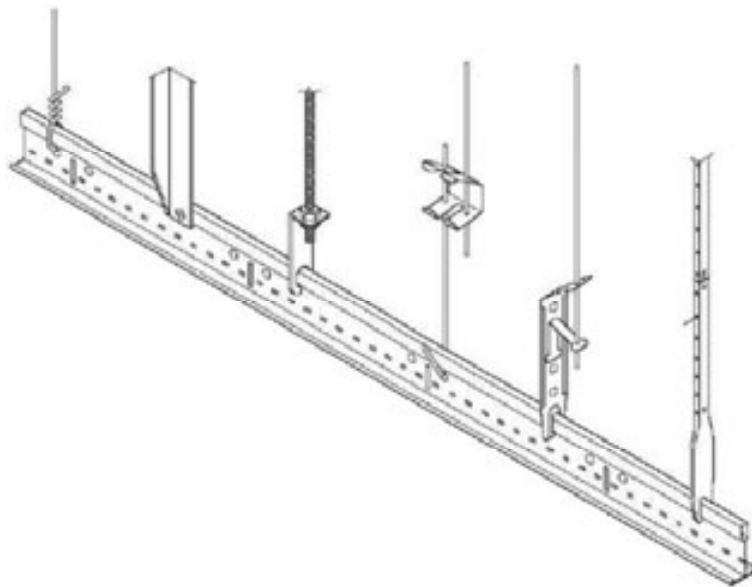
**Legende**

- 1 obere Halterung
- 2 Abhängerstab
- 3 Einstellfeder
- 4 Grundprofil
- 5 Gerät zur Messung der Verschiebung

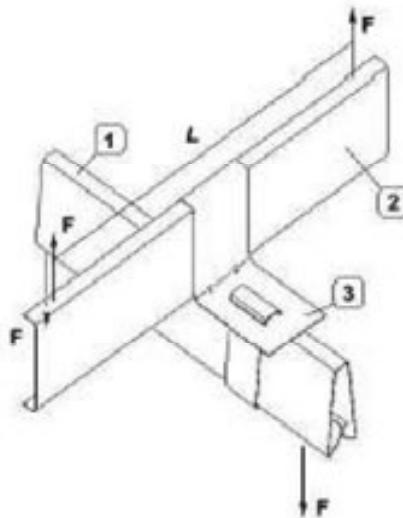
**Bild 15 — Grundsatzbeispiel für den Aufbau bei der Abhängerprüfung**





**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****Bild 18 — Beispiele für verschiedene Verbindungen zwischen Abhängern und Grundprofil**

Verbindungselemente (z. B. Drahtklemmen, Trägerverbinder, Schrauben) sind unter Verwendung der zu verbindenden Bauteile (z. B. oberes und unteres Profil, siehe Bild 19) in ähnlicher Weise zu prüfen.

**Legende**

- 1 oberes Profil
- 2 unteres Profil
- 3 Verbindungselement

**Bild 19 — Beispiel für den Prüfaufbau bei Verbindungselementen**

Die Prüfung der Abhänger und der Verbindungselemente im Zusammenhang mit den Profilen und der oberen Halterung ermöglicht die Ermittlung der schwächsten Stelle der Unterkonstruktion. Deshalb ist es möglich, die verschiedenen Bauteile (z. B. die Abhängung selbst sowie ihre Verbindung zur Stützeinrichtung und zum Grundprofil) zu optimieren.

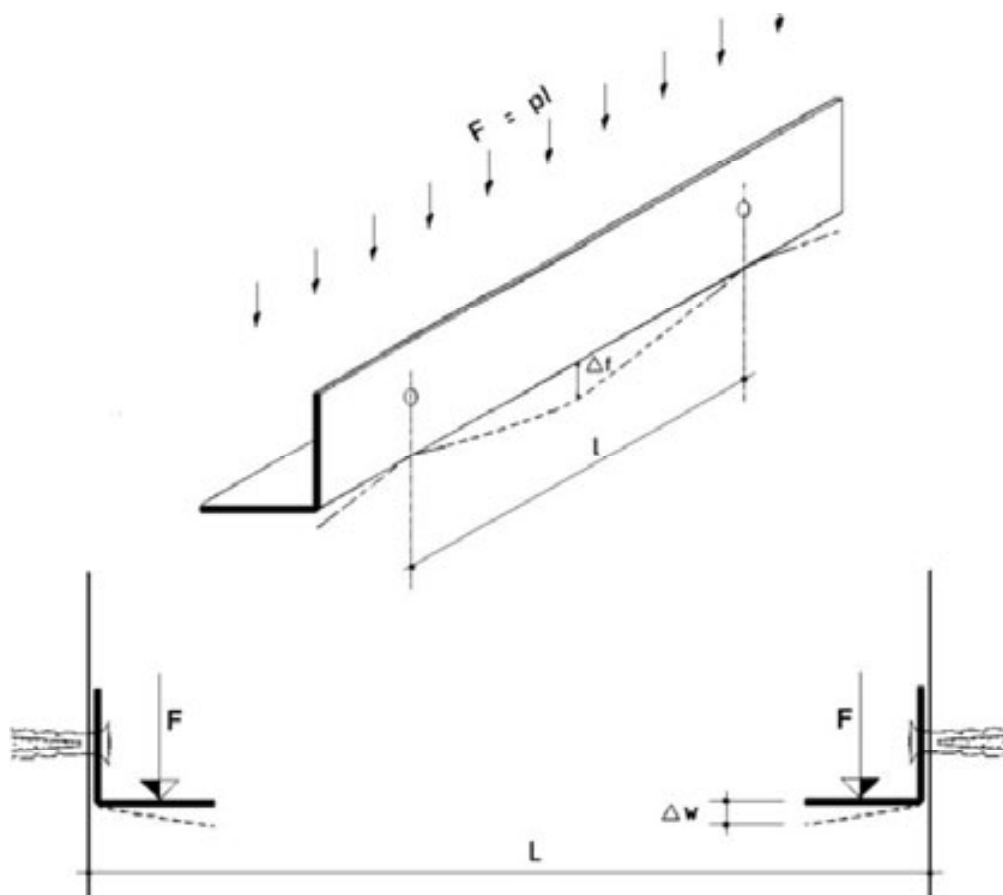


Bild 20 — Beispiel für ein tragendes Randprofil

### 5.3.2 Statische Prüfung

Der Zugversuch nach 5.3.1 ist an zehn einzelnen Probekörpern (Bauteilen) durchzuführen, die in derselben Weise wie in der Praxis an einer Deckenkonstruktion befestigt sind, einschließlich der Verbindung zur oberen Halterung sowie zum Grundprofil.

Die Prüfkongfiguration ist so zu wählen, dass die größte Verschiebung der Belastungsstelle und die geringste Tragfähigkeit zu erwarten sind. Zug oder Biegung in diagonalen Richtung sind möglicherweise zu berücksichtigen.

Bei Abhängerbauteilen, die Druck ausgesetzt werden sollen, sind die Prüfungen unter einer Druckbelastung durchzuführen, wobei die Länge des Abhängerbauteils zu berücksichtigen ist.

### 5.3.3 Funktionsprüfung

Wenn ein Abhängerbauteil (z. B. Hänger, Verbinder) in einer Unterdecke verwendet wird, die Windbelastungen nach 4.3.5 ausgesetzt ist, ist eine Funktionsprüfung des Abhängerbauteils nach Anhang G durchzuführen.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****5.3.4 Auswertung der Ergebnisse (statische Prüfung)**

Die zulässige Last  $F$  ist aus den Ergebnissen aus mindestens zehn Einzelprüfungen durch die folgende Gleichung zu ermitteln:

$$\text{zul } F = \frac{F_u^{5\%}}{\nu} \quad (5)$$

$$\text{mit } F_u^{5\%} = \bar{F}_u - k_\sigma \cdot s \quad (6)$$

Dabei ist

- $\bar{F}_u$  der Mittelwert der Endlast  $F_u$ , in N;
- $k_\sigma$  statistischer Beiwert (Abnahmefaktor, siehe 5.4);
- $s$  die Standardabweichung, in N;
- $F_u^{5\%}$  der 5%-Fraktilwert;
- $\nu$  der Sicherheitsbeiwert = 2,5.

Die zur  $F$  entsprechende Verschiebung der Belastungsstelle ist anzugeben als

- $\bar{f}$  Mittelwert der Verschiebung, in mm;
- $f_{\min}$  Mindestwert der Verschiebung, in mm;
- $f_{\max}$  Höchstwert der Verschiebung, in mm.

**5.3.5 Prüfbericht**

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Beschreibung und physikalische Eigenschaften des geprüften Prüfkörpers;
- Maße der bei jedem Versuch geprüften Prüfkörper;
- Anzahl der abgeschlossenen Versuche;
- Prüfkfiguration und Angabe des Messpunktes zur Ermittlung der Verschiebung der Belastungsstelle;
- Lastverschiebungskurven bis zum Versagen des Abhängerbauteils;
- zulässige Last mit den drei Verschiebungswerten.

**5.4 Abnahmefaktor  $k_\sigma$** 

Die Grundlage des  $k_\sigma$ -Wertes ist die Annahme einer Stichprobenprüfung mit einer unbekannten Standardabweichung des Ergebnisses.

Der Abnahmefaktor  $k_\sigma$  ist Tabelle 9 zu entnehmen.  $k_\sigma$  ist von der Anzahl  $n$  der Probekörper (üblicherweise ist  $n = 10$ ) abhängig. Der Mindestwert von  $n$  beträgt 3. Daraus folgt, dass  $\nu = n - 1$  bei 2 beginnt.

**Tabelle 9 — Abnahmefaktor  $k_\sigma$  – Werte für  $k_\sigma$  in Abhängigkeit von der Anzahl der Probekörper  $n$ , der Wahrscheinlichkeit  $W$  und dem Fraktilwert  $\Phi$  (Annahme: die Standardabweichung ist unbekannt)**

| Fraktile $\Phi$                                                                                                                                                                             | $\nu = n - 1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                                                                             | 2             | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
| $W = 0,90$<br>5%                                                                                                                                                                            | 5,31          | 3,96 | 3,40 | 3,09 | 2,89 | 2,75 | 2,65 | 2,57 | 2,50 | 2,45 | 2,40 | 2,36 | 2,33 |
| ANMERKUNG In dieser Norm sind die Wahrscheinlichkeit $W$ und der Fraktilwert $\Phi$ mit 0,90 bzw. 5 % festgelegt. Für $n = 10$ Probekörper beträgt der maßgebende Wert für $k_\sigma$ 2,57. |               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

## 6 Konformitätsbewertung

### 6.1 Allgemeines

Die Übereinstimmung des Bauteils oder Bausatzes mit den Anforderungen nach dieser Europäischen Norm ist nachzuweisen durch

- Erstprüfung;
- werkseigene Produktionskontrolle durch den Hersteller.

ANMERKUNG 1 Im übrigen Text wird der Begriff „Bauteil“ für „fertiges Produkt“ verwendet. Dies sollte durch „Bausatz“ ersetzt werden, wenn es sich um Bausätze handelt.

Der Hersteller muss sicherstellen:

- dass die Erstprüfung nach dieser Europäischen Norm eingeleitet und durchgeführt wird, und
- dass das Bauteil dauerhaft mit den bei der Erstprüfung verwendeten Probekörpern übereinstimmt, bei denen die Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm festgestellt wurde, solange, wie das Produkt unverändert bestehen bleibt.

Erstprüfung nach 6.2 schließt die Bewertung durch Berechnung ein.

Die Erstprüfung darf entweder durch den Hersteller selbst oder durch eine unabhängige dritte Stelle durchgeführt werden.

ANMERKUNG 2 Üblicherweise unterliegen Entwurf und Herstellung des Bauteils dem Hersteller selbst. Eine erste Alternative ist, dass der Hersteller über einen Subunternehmer das Bauteil entwerfen, herstellen, zusammensetzen, verpacken, bearbeiten oder beschildern ließ. Eine zweite Alternative besteht darin, dass der Hersteller fertige Produkte zusammensetzt, verpackt, behandelt oder beschildert. Er behält jedoch stets die allgemeine Kontrolle darüber und verfügt über die notwendige Kompetenz hinsichtlich seiner Verantwortung für das Bauteil.

Der Hersteller trägt für die Konformität des Bauteils zu allen zutreffenden Ausführungsanforderungen die volle Verantwortung. Wenn jedoch der Hersteller Bauteile verwendet, deren Konformität mit den für das Bauteil zutreffenden Anforderungen bereits nachgewiesen wurde (z. B. durch CE-Kennzeichnung), braucht er die Bewertung, die zu dieser Konformität geführt hat, nicht zu wiederholen. Wenn der Hersteller Bauteile mit nicht nachgewiesener Konformität verwendet, unterliegt es seiner Verantwortung, die erforderliche Bewertung zum Konformitätsnachweis durchzuführen.

ANMERKUNG 3 Zu Angaben, welche Systeme der Konformitätsbewertung für die Zwecke der CE-Kennzeichnung gelten, siehe ZA.2.1.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****6.2 Erstprüfung (ITT)**

**6.2.1** Die Erstprüfung ist zum Nachweis der Konformität mit dieser Europäischen Norm durchzuführen.

Sämtliche Merkmale nach 4.1, 4.2, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.6, 4.4.1, 4.4.2.1, 4.5, 4.6.1, 4.6.2, 4.6.3, 4.7.2, 4.7.3, 4.8 und 4.10 müssen, außer wie in 6.2.3 und 6.2.4 angegeben, Gegenstand dieser Erstprüfung sein.

**6.2.2** Im Falle von Änderungen beim Bauteil oder beim Herstellungsverfahren (falls diese die deklarierten Merkmale beeinträchtigen können) ist eine Erstprüfung durchzuführen. Sämtliche Merkmale nach 4.1, 4.2, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.6, 4.4.1, 4.4.2.1, 4.5, 4.6.1, 4.6.2, 4.6.3, 4.7.2, 4.7.3, 4.8 und 4.10, die dadurch verändert sein können, müssen, außer wie in 6.2.3 und 6.2.4 angegeben, Gegenstand dieser Erstprüfung sein.

**6.2.3** Zu einem früheren Zeitpunkt, nach den Maßgaben dieser Norm durchgeführte Prüfungen dürfen unter der Voraussetzung berücksichtigt werden, dass sie in gleicher oder gar strengerer Weise, unter demselben Konformitätsverfahren, an demselben Bauteil oder an Bauteilen ähnlicher Ausführung, Herstellung und Funktion durchgeführt wurden, so dass die Ergebnisse auch für das in Frage kommende Bauteil anwendbar sind.

**6.2.4** Bauteile dürfen gruppenweise in Familien zusammengefasst werden, in denen eine oder mehrere Merkmale der Bauteile gleich sind oder die Prüfergebnisse repräsentativ für alle Bauteile innerhalb dieser Familie sind. In diesem Fall brauchen im Rahmen der Erstprüfung nicht sämtliche Bauteile einer Familie geprüft zu werden.

**6.2.5** Prüfkörper müssen repräsentativ für das Produkt sein. Falls es sich bei den Prüfkörpern um Prototypen handelt, müssen diese für das vorgesehene künftige Produkt repräsentativ sein.

**6.2.6** Jede Erstprüfung und ihre Ergebnisse müssen in einem Prüfbericht dokumentiert sein.

**6.3 Werkseigene Produktionskontrolle (FPC)****6.3.1 Allgemeines**

Der Hersteller muss ein System der werkseigenen Produktionskontrolle angeben, dokumentieren und beibehalten, um sicherzustellen, dass die auf den Markt kommenden Bauteile mit den deklarierten Leistungsmerkmalen übereinstimmen.

Falls der Hersteller das Bauteil über einen Subunternehmer entworfen, hergestellt, zusammengebaut, verpackt, behandelt und beschildert hat, darf die werkseigene Produktionskontrolle des ursprünglichen Herstellers berücksichtigt werden. Wenn jedoch ein Subunternehmer beteiligt ist, muss der Hersteller die Gesamtkontrolle über das Bauteil behalten, und er muss sicherstellen, dass er sämtliche Informationen erhält, die zur Erfüllung seiner Pflichten im Zusammenhang mit dieser Europäischen Norm erforderlich sind. Ein Hersteller, der seine sämtlichen Tätigkeiten einem Subunternehmer überlässt, darf keinesfalls seine Verantwortung dem Subunternehmer übertragen.

Die werkseigene Produktionskontrolle ist die dauerhafte interne Kontrolle der Produktion durch den Hersteller.

Alle vom Hersteller eingeführten Elemente, Anforderungen und Maßgaben sind in schriftlicher Form als Anweisungen und Verfahrensweisen systematisch zu dokumentieren. Diese Dokumentation des werkseigenen Produktionskontrollsystems muss die Konformitätsbewertung allgemein verständlich machen und muss ferner das Erzielen der geforderten Produktmerkmale sowie die Überprüfung der Funktionsfähigkeit des werkseigenen Produktionskontrollsystems ermöglichen.

Die werkseigene Produktionskontrolle ermöglicht deshalb eine Zusammenfassung von Betriebsverfahren und aller Maßnahmen zur Wartung und Überwachung der Konformität des Produkts mit seinen technischen Festlegungen. Ihre Durchführung kann durch Kontrollen und Überprüfungen von Messeinrichtungen, Rohwerkstoffen und Bestandteilen, Prozessen, Maschinen und sonstiger technischer Ausrüstung sowie der fertigen Bauteile einschließlich der Materialeigenschaften und schließlich durch Anwendung der auf diese Weise erhaltenen Ergebnisse erreicht werden.

**6.3.2 Allgemeine Anforderungen**

Ein System der werkseigenen Produktionskontrolle ist anzuwenden. Die Anforderungen nach den folgenden Abschnitten von EN ISO 9001:2000 müssen — wo anwendbar — erfüllt werden:

- 4.2 außer 4.2.1a);
- 5.1e), 5.5.1, 5.5.2;
- Abschnitt 6;
- 7.1 außer 7.1a), 7.2.3c), 7.4, 7.5, 7.6;
- 8.2.3, 8.2.4, 8.3, 8.5.2.

Das System der werkseigenen Produktionskontrolle darf Teil eines Qualitätsmanagement-Systems, z. B. nach EN ISO 9001:2000, sein.

**6.3.3 Produktspezifische Anforderungen****6.3.3.1** Das System der werkseigenen Produktionskontrolle muss

- sich auf diese Europäische Norm beziehen und
- sicherstellen, dass die auf den Markt kommenden Bauteile die angegebenen Leistungsmerkmale aufweisen.

**6.3.3.2** Das System der werkseigenen Produktionskontrolle muss einen bauteilspezifischen Kontrollsystem- oder Qualitätsplan enthalten, der die Verfahren zum Nachweis der Konformität des Bauteils in bestimmten Phasen angibt, d. h.:

- a) die vor und/oder während der Herstellung bei einer angegebenen Häufigkeit durchzuführenden Kontrollen und Prüfungen und/oder
- b) die an fertigen Bauteilen bei einer angegebenen Häufigkeit durchzuführenden Nachweise und Prüfungen.

Falls der Hersteller fertige Bauteile verwendet, müssen die unter b) angegebenen Maßnahmen zu einer gleichen Konformitätsstufe für das Bauteil führen, als wenn eine werkseigene Produktionskontrolle während des Herstellungsprozesses durchgeführt worden wäre.

Falls der Hersteller Teile der Herstellung selbst durchführt, dürfen die Maßnahmen unter b) reduziert und teilweise durch Maßnahmen unter a) ersetzt werden. Allgemein gilt, je mehr Teile der Herstellung vom Hersteller selbst übernommen werden, desto mehr Maßnahmen unter b) dürfen durch solche unter a) ersetzt werden. In jedem Fall muss die Maßnahme zu einer gleichen Konformitätsstufe für das Bauteil wie bei Durchführung einer werkseigenen Produktionskontrolle während der Produktion führen.

**ANMERKUNG** Je nach Einzelfall kann es erforderlich sein, die Maßnahmen unter a) und b) oder nur die unter a) oder nur die unter b) durchzuführen.

Die Maßnahmen unter a) konzentrieren sich sowohl auf die Zwischenstadien der Bauteilherstellung als auch auf die Herstellungsgeräte und deren Einstellung sowie die Prüfausrüstung usw. Die Wahl dieser Kontrollen und Prüfungen sowie deren Häufigkeit wurde auf der Grundlage der Bauteilart sowie -zusammenstellung, des Herstellungsverfahrens in seiner Vielschichtigkeit, der Empfindlichkeit von Bauteilmerkmalen gegenüber Veränderungen bei Herstellungsparametern usw. getroffen.

Der Hersteller muss Protokolle erstellen und aufbewahren, die belegen, dass die Produktion erprobt und geprüft wurde. Diese Protokolle müssen klar belegen, ob die Produktion die festgelegten Abnahmekriterien erfüllt. Für Bauteile, die diese Abnahmekriterien nicht erfüllen, müssen die Bestimmungen für nicht überein-

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

stimmende Produkte gelten, die erforderlichen Korrekturmaßnahmen sind unverzüglich einzuleiten und die nicht übereinstimmenden Bauteile oder Chargen sind auszusondern und entsprechend zu kennzeichnen. Wenn der Fehler beseitigt worden ist, muss die entsprechende Prüfung oder der entsprechende Nachweis wiederholt werden.

Die Kontroll- und Prüfergebnisse sind gründlich zu protokollieren. Bauteilbeschreibung, Herstellungsdatum, angewendetes Prüfverfahren, Prüfergebnisse und Abnahmekriterien müssen in den Prüfberichten mit der Unterschrift der für die Kontrolle/Prüfung verantwortlichen Person enthalten sein. Im Hinblick auf Kontrollergebnisse, die die Anforderungen nach dieser Europäischen Norm nicht erfüllen, sind die ergriffenen Korrekturmaßnahmen zum Beheben des Fehlers (z. B. Durchführung weiterer Prüfungen, Modifizierung des Herstellungsprozesses, Beseitigung oder Richtigstellung des Bauteils) in den Prüfberichten anzugeben.

**6.3.3.3** Einzelne Bauteile oder Bauteilchargen sowie die entsprechenden Herstellungseinzelheiten müssen erkennbar und rückverfolgbar sein.

**6.3.4 Erstinspektion des Herstellerwerkes und der werkseigenen Produktionskontrolle**

**6.3.4.1** Die Erstinspektion des Herstellerwerkes und der werkseigenen Produktionskontrolle ist im Allgemeinen während der Produktion und der Durchführung der werkseigenen Produktionskontrolle vorzunehmen.

Es ist jedoch möglich, die Erstinspektion des Herstellerwerkes und der werkseigenen Produktionskontrolle vor Beginn der Produktion und der werkseigenen Produktionskontrolle durchzuführen.

**6.3.4.2** Folgendes ist zu beurteilen:

- die Dokumentation der werkseigenen Produktionskontrolle und
- das Herstellerwerk.

In der Beurteilung des Herstellerwerkes ist festzustellen,

- a) ob alle für das Erzielen der in dieser Europäischen Norm geforderten Bauteilmerkmale notwendigen Quellen verfügbar sind oder sein werden (siehe 6.3.4.1);
- b) ob die Verfahren der werkseigenen Produktionskontrolle mit der Dokumentation der werkseigenen Produktionskontrolle übereinstimmen oder übereinstimmen werden (siehe 6.3.4.1) und in der Praxis durchgeführt und befolgt werden;
- c) ob das Bauteil mit den Proben der Erstprüfung, bei denen die Erfüllung dieser Europäischen Norm nachgewiesen wurde, übereinstimmt oder übereinstimmen wird (siehe 6.3.4.1).

**6.3.4.3** Alle Werke des Herstellers, in denen für das betreffende Bauteil der endgültige Zusammenbau und/oder abschließende Prüfung im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle durchgeführt wird, sind aufzusuchen, um nachzuweisen, dass die Bedingungen nach 6.3.4.2 a) bis c) vorliegen. Eine Inspektion kann ein Bauteil oder mehrere Bauteile sowie Fertigungslinien und/oder Herstellprozesse umfassen. Falls das System der werkseigenen Produktionskontrolle mehr als ein Bauteil, eine Fertigungslinie oder einen Herstellprozess umfasst und nachgewiesen wurde, dass die allgemeinen Anforderungen (z. B. Managementstruktur, Art der Schulungen) erfüllt werden, müssen diese bei Bewertung anderer Bauteile, Fertigungslinien oder Herstellprozesse für einzelne Bauteile nicht neu bewertet werden; der detaillierte Nachweis der bauteilspezifischen Anforderungen der werkseigenen Produktionskontrolle muss jedoch weiterhin vorliegen.

**6.3.4.4** Beurteilungen, die nach den Festlegungen dieser Norm zu einem früheren Zeitpunkt durchgeführt wurden, dürfen unter der Voraussetzung berücksichtigt werden, dass sie nach demselben Konformitätsnachweissystem an demselben Bauteil oder denselben Bauteilen ähnlicher Ausführung, Herstellung und Funktion durchgeführt wurden, so dass die Ergebnisse als gültig für das in Frage kommende Bauteil angesehen werden können.

**6.3.4.5** Jede Beurteilung und ihre Ergebnisse sind in einem Prüfbericht anzugeben.



### **6.3.5 Dauerüberwachung der werkseigenen Produktionskontrolle**

**6.3.5.1** Alle Herstellerwerke, die nach 6.3.4 beurteilt wurden, sind wiederholt mit einer Häufigkeit zu beurteilen, die ausreicht, um sicherzustellen, dass das System der werkseigenen Produktionskontrolle dauerhaft die Anforderungen nach dieser Norm erfüllt (in der Regel einmal je Jahr).

**6.3.5.2** Alle Beurteilungen und ihre Ergebnisse sind in einem Bericht anzugeben.

### **6.3.6 Verfahren bei Änderungen**

Falls eine Änderung am Bauteil, am Herstellungsverfahren oder an der werkseigenen Produktionskontrolle vorgenommen wurde, die die deklarierten Merkmale beeinträchtigen kann, ist eine Neubeurteilung des Herstellerwerkes und des Produktionskontrollsystems hinsichtlich der Eigenschaften, die von der Veränderung betroffen sind, vorzunehmen.

Alle Beurteilungen und ihre Ergebnisse sind in einem Bericht anzugeben.

## **7 Kennzeichnung, Beschilderung und Verpackung**

### **7.1 Kennzeichnung und Beschilderung**

Jedes Produkt ist vom Hersteller deutlich und dauerhaft entweder direkt am Produkt oder auf der Verpackung oder durch ein Schild mit den folgenden Angaben oder in den begleitenden Geschäftsunterlagen zu kennzeichnen:

- Name des Herstellers, Handelsmarke oder Kennung;
- Nummer und Ausgabejahr dieser Europäischen Norm, d. h. EN 13964:2004 und, sofern zutreffend, Nummer/Datum oder Verweis auf Änderungen/Überarbeitungen dieser Europäischen Norm;
- Symbole für Typ und Maße;
- Kennzeichnung des Materials (der Materialien);
- Herstellungsjahr und -monat;
- die Eigenschaften, für die der Hersteller eine Leistung angibt.

Falls die nach ZA.3 geforderte Kennzeichnung dieselben Angaben wie vorstehend enthält, gelten die Anforderungen nach diesem Abschnitt als erfüllt.

### **7.2 Verpackung**

Bei Verwendung von Verpackung muss diese den Transport des Produktes und seine Lieferung im unbeschädigten Zustand ermöglichen.

## **Anhang A (informativ)**

### **Einbauanleitung**

#### **A.1 Einleitung**

Dieser Anhang enthält Hinweise für den Einbau von Unterdecken zur Erfüllung der Durchführungsanforderungen nach dieser Norm und zusätzliche Hinweise hinsichtlich der Einbaugenauigkeit.

#### **A.2 Herstelleranweisungen**

Der Einbau des Deckensystems sollte nach den Einbauanweisungen des Herstellers erfolgen. Diese Anweisungen sollten mindestens Folgendes enthalten:

- Festlegung der für den Einbau des Abhängersystems, der Unterkonstruktion und der Decklagen erforderlichen Bauteile;
- die Verfahrensweise, nach der die verschiedenen Bauteile eingebaut und befestigt werden;
- Lagerung und Handhabung von Packungen und Einzelbauteilen vor dem Einbau;
- die nach A.3 erforderlichen Baustellenbedingungen.

Zusätzlich sind folgende Angaben erforderlich:

Abhänger:

- die zulässige Last je Abhänger;
- die Höheneinstellung und, falls erforderlich, die Mittel zur Sicherung der oberen und der unteren Halterung.

Unterkonstruktion:

- der zulässige Abstand zwischen den Abhängerbauteilen in Bezug auf die Belastung je Meter Länge des abgehängten Hauptprofils;
- das zulässige Gewicht von Beleuchtungskörpern usw., die von der Unterkonstruktion getragen werden, mit und ohne zusätzliche Abhänger;
- die größte frei tragende Länge der Hauptprofile;
- die Abstände zwischen Schrauben und Kantenumbördelung;
- die gegenseitigen Verbindungen zwischen Kantenumbördelung und Innen- bzw. Außenecken.

Decklagen:

- Verfahrensweise für den Einbau von Decklagen;
- Verfahrensweise zur Ausführung von Ausschnitten für die Befestigung von Einbauleuchten usw.;
- Höchstlasten, die von den Decklagen getragen werden können;

- Verfahrensweise zum Zuschneiden (falls erforderlich) von Decklagen oder Paneelen;
- Zeitpunkt und Lage für das Anbringen von Niederhalteklemmen in Abhängigkeit vom Eigengewicht des Decklagenbauteils.

### **A.3 Baustellenbedingungen**

Der Einbau kann beginnen, wenn das Gebäude — oder ein wesentlicher Teil des Gebäudes — verglast und wind- oder wasserdicht ist. Maurerarbeiten sollten vor dem Einbau abgeschlossen sein. Falls vom Hersteller nicht anders angegeben, sollten die relative Luftfeuchte bei höchstens 70 % und die Temperatur bei mindestens 7 °C liegen.

ANMERKUNG Es stehen einige Werkstoffe zur Verfügung, für die die vorgenannten Bedingungen oder Einschränkungen nicht gelten. Der Lieferant sollte hinsichtlich möglicher Bedingungen befragt werden.

### **A.4 Lieferung und Lagerung von Werkstoffen**

Deckenwerkstoffe sollten während des Transports und der Lagerung trocken gehalten werden. Etwaige Anweisungen des Lieferanten sollten beachtet werden.

### **A.5 Maße und zulässige Abweichungen**

#### **A.5.1 Höhenmarkierung**

Die Höhe der Decke sollte von einer festgelegten und gekennzeichneten Höhenmarkierung aus ermittelt werden.

#### **A.5.2 Ebenheit**

Die höchste Abweichung von der Ebenheit sollte höchstens 2,0 mm je Meter Länge betragen, jedoch 5,0 mm bei einer Länge von 5,0 m, horizontal an der Stelle des Abhängers in jede Richtung gemessen, nicht überschreiten. Die Toleranz bei kürzeren Längen wird durch lineare Interpolation ermittelt. Diese Angaben gelten für den Einbau der Unterkonstruktion, der Decklagen und der Kantenprofile.

#### **A.5.3 Rechtwinkligkeit**

Die Unterkonstruktion (Haupt- und Querprofile) sollten genau rechtwinklig eingebaut sein. Die zulässige Abweichung ist von den Maßen der verwendeten Decklagen und deren Befestigung abhängig. Ein praktisches Verfahren zur Überprüfung der Rechtwinkligkeit der Gitter ist die regelmäßige Überprüfung der Diagonalen während des Einbaus und/oder das korrekte Einpassen der Decklagen. Paneele und Träger müssen genau rechtwinklig eingebaut werden. Die zulässige Abweichung ist zwar von der Paneelart abhängig, geringe Abweichungen von der Rechtwinkligkeit führen jedoch in der Praxis zu sichtbaren Verformungen in den Paneelen.

#### **A.5.4 Ausrichtung von Paneelen**

Paneele zusammen mit anderen Elementen und Trägern müssen genau auf Modul ausgerichtet werden. Auf die Ausrichtung der Module über die Verbindung zwischen Trägern ist besonders zu achten.

## **EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

### **A.5.5 Zuschneiden von Decklagenbauteilen**

Im Allgemeinen werden Decklagen von der Mitte der Deckenfläche ausgehend so geteilt (sei es von der Mitte des Bauteils oder von der Mitte einer Verbindung zwischen den Bauteilen), dass die Breite der Anschlusspaneele mindestens die halbe Breite (bzw. Länge) des Normalpaneels beträgt. Andernfalls sollte die Einteilung vom Gebäudeplaner unter Berücksichtigung der Anordnung von Säulen, Beleuchtung usw. festgelegt werden.

Wenn zugeschnittene Decklagen gegen den Körper des T-Profils geschoben werden, sollten sie auf dem Kantenprofil der gegenüber liegenden Seite mindestens 10 mm aufliegen.

### **A.5.6 Feuerbeständige Decken**

Alle Isolier-Paneele oder Platten im Hohlraum sollten gegen die umschließenden Wände, um Säulen und in der Nähe von Abhängern so eingebaut werden, dass sie der geprüften Decke entsprechen, deren Feuerwiderstandsklasse ermittelt wurde.

### **A.5.7 Obere Halterung und Befestigung der Randprofile**

Siehe Anhang B.

Auf Folgendes sollte besonders geachtet werden:

- Lochbohrung mit korrektem Durchmesser und korrekter Tiefe durchführen;
- Lochreinigung;
- Einbauverfahren;
- Anwendung korrekter Werkzeuge;
- gegebenenfalls einspannen zum festgelegten Einbau-Drehmoment.

## Anhang B (normativ)

### Wahl der oberen Halterung und Befestigung des Randprofils

Folgendes ist bei der Wahl der oberen Halterung und der Befestigung des Randprofils zu beachten:

- a) Art der Abhängerbauteile: Da es eine Vielfalt an Befestigungsmitteln für die unterschiedlichen Abhängerbauteile einschließlich Draht, Gewindestangen und Schellen gibt, ist darauf zu achten, dass das gewählte Befestigungsmittel für die Abhänger geeignet ist.
- b) Grundmaterial der tragenden Konstruktion – Art, Festigkeit und Dicke: Das gewählte Befestigungsmittel muss für das in Frage kommende Grundmaterial geeignet sein und eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen, wobei die Druckfestigkeit des Grundmaterials und die Möglichkeit, dass diese Druckfestigkeit zeitabhängig abnehmen kann (z. B. bei Holzkonstruktionen), zu berücksichtigen sind. Falls nicht auf ETAG 001 verwiesen wurde (siehe 4.3.4), sind die Eignung der Befestigungsmittel und die Widerstandsfähigkeit bei der Auslegung durch Hinweis auf die entsprechende technische Literatur des Herstellers oder durch ausreichende Prüfungen an repräsentativen Proben des Grundmaterials nachzuweisen. Die Dicke der tragenden Konstruktion ist hinsichtlich der Mindestanforderungen an Art und Maße der gewählten Befestigungsmittel zu überprüfen.
- c) Widerstandsfähigkeit bei der Auslegung: Bei der Gesamtplanung ist das vom Planer angegebene Verfahren zu berücksichtigen. Dies kann einem Zulassungsdokument (z. B. einer Europäischen Technischen Zulassung nach ETAG 001) oder der technischen Dokumentation zur Befestigung des Herstellers entnommen werden. Die Widerstandsfähigkeit bei der Auslegung kann in Abhängigkeit von der Art und der Festigkeit des Grundmaterials variieren. Parameter, die Kantenabstände sowie Abstände zwischen Verankerungen einschränken, sind immer zu überprüfen; sie können nämlich zu einer Verminderung der Widerstandsfähigkeit bei der Auslegung führen.
- d) Besondere Grundmaterialien:
  - 1) Beton: Verankerungen in Beton sind nach 4.3.4 auszuführen. Es ist zu beachten, dass die tragende Konstruktion, falls sie aus üblichem Stahlbeton besteht, innerhalb der durch den zutreffenden Konstruktionskode (z. B. ENV 1992) zulässigen Grenzen reißen wird und deshalb nur für gerissenen Beton geeignete Verankerungen zu berücksichtigen sind. Verankerungen nach ETAG 001, Teil 6 sind sowohl für gerissenen als auch für ungerissenen Beton zugelassen. Dieser Teil der ETAG gilt für redundante Anwendungen. Falls die Planung des Decken-Befestigungssystems nicht auf Redundanz beruht, sind nach ETAG 001 Teile 2 bis 5 zugelassene Verankerungen zu berücksichtigen, da diese sowohl für redundante als auch für nicht redundante Anwendungen zugelassen sind.

Verankerungselemente sind für alle Arten von Deckenkonstruktionen aus Beton erhältlich einschließlich

- Beton – Normalbeton – gerissen und ungerissen;
- Beton – Hohlkern;
- haufwerksporiger Leichtbeton (siehe EN 1520);
- Porenbeton (siehe prEN 12602).

## **EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

- 2) Holz: Zur Ermittlung der optimalen Konfiguration für die Anwendung von Prüfbefestigungsmitteln ist der Hersteller der Befestigungsmittel zu befragen.
- 3) Abdeckungen aus Metall und Profile aus Baustahl: Zur Ermittlung der optimalen Konfiguration für die Anwendung von Prüfbefestigungsmitteln ist der Hersteller der Befestigungsmittel zu befragen.

ANMERKUNG 1 Für diese Materialien können leistungsbetriebene Befestigungsmittel oder Schneidschrauben geeignet sein.

ANMERKUNG 2 Bei Anwendung profilierter Abdeckungen aus Metall als dauerhafte Verschalung für haufwerksporigen Leichtbeton kann es erforderlich sein, nach ETAG 001, Teil 6 zugelassene Verankerungen in Abhängigkeit von den besonderen Eigenschaften im Zulassungsdokument festzulegen.

## **Anhang C** **(informativ)**

### **Widerstand gegen Windlasten**

Bei der Auslegung von Unterdecken werden in der Regel Windlasten im Gebäudeinnern nicht berücksichtigt. Bei der Berechnung der mechanischen Widerstandsfähigkeit wird nur das vertikal nach unten gerichtete Eigengewicht berücksichtigt.

Viele Abhängersysteme sind zu biegsam, um nach oben gerichteten Lasten, die das Eigengewicht der Unterdecke überschreiten, entgegenzuwirken, und viele Decklagenarten werden in die Flansche der Unterkonstruktion ohne Befestigung eingelegt.

In der Praxis werden aus folgenden Gründen in der Regel Probleme vermieden:

- die Windlasten im Gebäudeinnern sind in der Regel eingeschränkt, da die vorherrschende Windlast begrenzt ist;
- bei ungünstigen Witterungsbedingungen werden gewöhnlich Türen und Fenster geschlossen gehalten;
- Unterdeckensysteme weisen eine gewisse Durchlässigkeit auf, so dass aufwärts oder abwärts gerichtete Lasten so weit reduziert werden, dass sie unter dem kritischen Maß bleiben, das ein Abheben oder Einstürzen verursachen könnte;
- in kritischen Bereichen, in denen gelegentlich Probleme entstehen können, werden zum Abheben neigende Decklagen festgeklemmt, z. B. in Eingangshallen, in der Nähe offener Fenster und Türen und auf Oberdecken sowie in Ecken mehrgeschossiger Gebäude.

## **Anhang D** **(normativ)**

### **Stoßfestigkeit**

#### **D.1 Anwendungsbereich**

In diesem Anhang ist ein Verfahren zur Prüfung der Ballwurfsicherheit von Unterdecken in Sporthallen angegeben. Das Verfahren gilt für Unterdecken in Sporthallen, die Stößen durch Basketbälle, Fußbälle, Handbälle, Medizinbälle, Tennisbälle, Volleybälle usw. ausgesetzt sind.

Dieser Anhang gilt nicht für Beanspruchungen durch Stoßkugeln und Stoßbälle.

#### **D.2 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Anhangs gilt der folgende Begriff.

##### **Ballwurfsicherheit:**

Unterdecken gelten als ballwurfsicher, wenn sie und ihre Unterkonstruktionen bei mechanischen Beanspruchungen durch Bälle keine wesentlichen bleibenden Veränderungen aufweisen.

#### **D.3 Prüfgerät**

##### **D.3.1 Bälle**

Bälle mit folgenden Eigenschaften sind für die Prüfungen zu verwenden:

|            |              |                     |
|------------|--------------|---------------------|
| Handbälle: | Masse:       | 425 g bis 475 g     |
|            | Durchmesser: | 18,5 cm bis 19,1 cm |
|            | Innendruck:  | 1,2 bar (Überdruck) |

##### **D.3.2 Ballschussgerät**

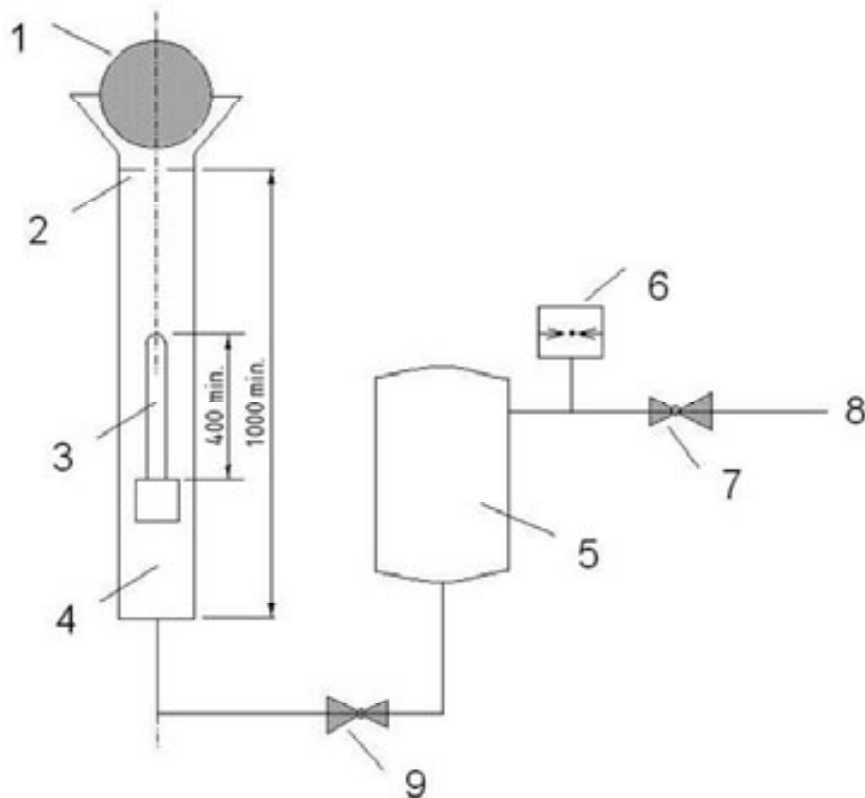
Die Handballprüfung ist mit einem Ballschussgerät durchzuführen, das den Ball mit einstellbarer Geschwindigkeit und Richtung abschießen kann. Das Ballschussgerät muss auf verschiedene Auftreffwinkel (vertikal bis horizontal) und verschiedene Ballgeschwindigkeiten einstellbar sein. Je nach Schussrichtung und Ballgröße sind geeignete Haltevorrichtungen für die Bälle an der Mündung des Führungsrohres anzuordnen. Das Gerät muss grundsätzlich aus folgenden Teilen bestehen, deren Anordnung beispielhaft in Bild D.1 ersichtlich ist:

- Schlagbolzen etwa 1,5 kg, mit einem Durchmesser von etwa 97 mm und einer Länge von mindestens 40 cm;
- Führungsrohr für Schlagbolzen, mit einer Länge von mindestens 100 cm;
- Druckluftkessel, mit einem Volumen von etwa 7,0 l;
- Schnellentladeventil;
- Druckmessgerät, mit einer Skaleneinteilung von mindestens 0,1 bar.



Zur Vorbereitung eines Schusses ist Druckluft mit einem Druck  $p_0$  in den Kessel einzufüllen. Der Druck  $p_0$  ist entsprechend der gewünschten Schussgeschwindigkeit  $v_s$  einzustellen. Durch Öffnen des Schnellentladeventils strömt die Druckluft schlagartig in das untere Ende des Führungsrohres und treibt den Kolben unter Beschleunigung vor sich her. Nach einer Beschleunigungsstrecke von 60 cm trifft der Schlagbolzen den Ball und beschleunigt ihn auf eine weitere Strecke von 40 cm. Der Schlagbolzen wird dann durch einen Anschlag an der Mündung des Führungsrohres gestoppt.

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1 Ball
- 2 Anschlag
- 3 Schlagbolzen
- 4 Führungsrohr
- 5 Druckluftkessel
- 6 Druckmessgerät
- 7 Druckminderungs-Durchgangsventil
- 8 vom Kompressor
- 9 Schnellentladeventil

Bild D.1 — Ballschussgerät (Funktionsschema)

### D.4 Montage der Bauelemente

Für die Prüfung sind die Bauelemente wie in den Sporthallen einzubauen. Die Prüfflächen sind so groß auszuführen, dass sie sowohl konstruktiv als auch funktionell repräsentativ sind. Die Baukonstruktion einschließlich der Haltevorrichtungen zur Befestigung der zu prüfenden Unterdecke muss so massiv ausgebildet sein, dass sie sich während der Prüfung nicht bewegt.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****D.5 Prüfverfahren****D.5.1 Allgemeines**

Die Ballwurfsicherheit ist nach dem nachfolgend angegebenen Verfahren zu prüfen. Die Schüsse sind so abzugeben, dass die Treffer auf der Oberfläche des Prüflings so gleichmäßig wie möglich verteilt sind. Zeigt sich während dieser Prüfung eine Schwachstelle, an der eine die Festigkeit, Funktionsfähigkeit oder Sicherheit beeinträchtigende Beschädigung zu erwarten ist, sind auf diese Stelle zwei weitere Schüsse abzugeben.

Im Zweifelsfall ist die Prüfung an demselben Prüfling zu wiederholen.

Bei Einsatz des Ballschussgerätes muss der Abstand zwischen der Vorderkante der jeweiligen Prüffläche und der Mündung des Ballschussgerätes zwischen 1,5 m und 6 m liegen.

**D.5.2 Kalibrierung des Ballschussgerätes**

Vor Beginn der Prüfung zur Ballwurfsicherheit ist das Ballschussgerät wie folgt zu kalibrieren.

Der Handball ist mit Hilfe des Ballschussgerätes in einen „Tunnel“ mit bekannter Länge abzuschießen. Der Abstand zwischen Ballposition und Öffnung des „Tunnels“ ist so zu wählen, dass der Ball beim Eintritt in den „Tunnel“ die höchste Beschleunigung aufweist. Beim Eintritt in den „Tunnel“ muss der Handball eine Lichtschranke passieren, wodurch ein Zeitmessgerät ausgelöst wird. Beim Aufprall auf der Rückwand des „Tunnels“ wird eine druckempfindliche Platte, die an demselben Zeitmessgerät angeschlossen ist, eingedrückt, wodurch die Zeitnahme gestoppt wird. Zur Berechnung der Handballgeschwindigkeit ist die vom Handball zurückgelegte Entfernung (von der Ballposition bis zur Druckplatte an der Rückwand) durch die verstrichene Zeit zu dividieren. Erforderlichenfalls kann die Handballgeschwindigkeit durch den Luftdruck im Druckluftkessel und die Einstellung des Schnellladeventils eingestellt werden (siehe Bild D.1).

**D.5.3 Prüfung von Deckenelementen**

Die Deckenelemente sind an der Prüfdecke zu befestigen. Bei Produkten der Klassen 1A bis 3A (siehe Tabelle D.1) sind mit einem Handball 36 Schüsse mit einer Aufprallgeschwindigkeit nach Tabelle D.1 auf die Unterdecke abzugeben; dabei ist 12-mal senkrecht und dann 12-mal aus zwei verschiedenen Richtungen unter einem Winkel von 60° (gemessen als der Winkel zwischen der Aufprallrichtung und der Oberflächenebene der Unterdecke) auf das Element zu schießen.

**Tabelle D.1 — Klassen der Aufprallgeschwindigkeit**

| Aufprallbälle | Handball | Aufprall-Geschwindigkeit<br>m/s |
|---------------|----------|---------------------------------|
| Klassen       | 1A       | 16,5 ± 0,8                      |
|               | 2A       | 8,0 ± 0,5                       |
|               | 3A       | 4,0 ± 0,5                       |

Bei Deckenhöhen von mehr als 2 m über der Abschussstelle des Balles ist die zum Erreichen der festgelegten Aufprallgeschwindigkeit erforderliche Abschussgeschwindigkeit  $v_0$  in m/s wie folgt zu berechnen:

$$\text{erf } v_0 = (0,043 \times \Delta h + 0,914) \cdot 16,7$$

Dabei ist

$\Delta h$  die Höhendifferenz zwischen der Abschussstelle und der Decke, in m.

Die Berechnung gilt sowohl für vertikale Abschüsse als auch für solche unter einem Winkel.

## **D.6 Auswertung**

Die Unterdecke darf nach der Prüfung in ihrer Festigkeit, Funktion und Sicherheit nicht beeinträchtigt sein und ihr Aussehen darf sich nicht übermäßig verändert haben. Eine visuelle Überprüfung genügt als Beurteilung.

Zwischen den Ballschüssen sind visuelle Überprüfungen durchzuführen, um festzustellen, welche Veränderungen an der Unterdecke eingetreten sind. Der Zustand der Unterdecke nach der Prüfung ist durch Angabe der Maße bleibender Verformungen und durch Photos der Veränderungen zu protokollieren.

## **D.7 Prüfbericht**

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Antragsteller;
- Name des Herstellers;
- Kennzeichnung, Produktname und Typbezeichnung (falls zutreffend);
- kurze Beschreibung der wesentlichen Merkmale des Prüflings und seiner Befestigungen;
- Ort der Prüfung;
- Veränderungen an der Unterdecke während der Prüfung;
- Prüfergebnis;
- Hinweis auf einschränkende Bedingungen, unter denen das Prüfergebnis gilt;
- Datum der Prüfung.

## **Anhang E** **(normativ)**

### **Formaldehyd-Klassen und entsprechende Prüfverfahren**

Die Prüfanforderungen sowohl für die Erstprüfung als auch für die werkseigene Produktionskontrolle/Dauerüberwachung werden in Tabelle E.1 für E1-Produkte und in Tabelle E.2 für E2-Produkte aufgeführt. Die Grenzwerte für die Formaldehyd-Klasse E1 sind in Tabelle E.1 und die Grenzwerte für die Formaldehyd-Klasse E2 in Tabelle E.2 angegeben.

ANMERKUNG 1 Produkte der Klasse E1 können verwendet werden, ohne dass eine Raumluftkonzentration entsteht, die mehr als  $0,1 \times 10^{-6}$  (0,1 ppm) HCHO unter den Bedingungen nach ENV 717-1 beträgt.

ANMERKUNG 2 Beispiele für Produkte der Klasse E1 sind:

- zementgebundene Spanplatten (unbeschichtet);
- nassaufbereitete Faserplatten (unbeschichtet), denen während der Aufbereitung kein Formaldehyd emittierender Kunstharz zugesetzt wurde;
- unbeschichtete, bekleidete oder überzogene Paneele auf Holzbasis, mit einem Kunstharz (z. B. Isocyanat-Phenol-Kleber) geklebt, der nach der Fertigung kein oder geringe Mengen Formaldehyd emittiert.

Die Werte nach EN 120 für Spanplatten und MDF (Faserplatten nach dem Trockenverfahren) gelten für Platten, die auf einen Feuchtegehalt von 6,5 % reguliert wurden. Bei Spanplatten oder MDF mit anderen Feuchtegehalten ist das Prüfergebnis nach EN 120 (als Perforatorwert bekannt) mit dem F-Beiwert nach EN 312-1 (Spanplatten) oder EN 622-1 (MDF) zu multiplizieren. Die F-Beiwerte nach EN 312-1 und EN 622-1 gelten nur für Platten innerhalb der in den beiden Normen festgelegten Feuchtebereichen.

Tabelle E.1 — Formaldehyd-Klasse E1

|                                                                                                                                                                                                                                               |               | Paneel                                                         |                                                                                                                                              |                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                               |               | unbeschichtet                                                  | unbeschichtet                                                                                                                                | mit Bekleidung oder Überzug                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                               |               | Spanplatten<br>OSB<br>MDF                                      | Sperrholz<br>Bretter                                                                                                                         | Spanplatten<br>OSB<br>MDF<br>Sperrholz<br>Bretter<br>Faserplatten<br>(Nassaufbereitung)<br>zementgebundene<br>Spanplatten |
| Erstprüfung <sup>a</sup>                                                                                                                                                                                                                      | Prüfverfahren | ENV 717-1                                                      |                                                                                                                                              |                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                               | Anforderung   | Abgabe $\leq 0,124 \text{ mg je m}^3 \text{ Luft}$             |                                                                                                                                              |                                                                                                                           |
| Werkseigene Produktionskontrolle                                                                                                                                                                                                              | Prüfverfahren | EN 120                                                         | EN 717-2                                                                                                                                     |                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                               | Anforderung   | Gehalt $\leq 8 \text{ mg je 100 g}$<br>ofengetrockneter Platte | Abgabe $\leq 3,5 \text{ mg}/(\text{m}^2 \text{ h})$ oder $\leq 5 \text{ mg}/(\text{m}^2 \text{ h})$<br>innerhalb von drei<br>Fertigungstagen | Abgabe<br>$\leq 3,5 \text{ mg}/(\text{m}^2 \text{ h})$                                                                    |
| <sup>a</sup> Bei eingeführten Produkten darf die Erstprüfung auch auf der Grundlage von vorhandenen Werten aus Prüfungen der werkseigenen Produktionskontrolle bzw. der Kontrolle durch Dritte nach EN 120 oder EN 717-2 durchgeführt werden. |               |                                                                |                                                                                                                                              |                                                                                                                           |

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****Tabelle E.2 — Formaldehyd-Klasse E2**

|                                     |          |               | Paneel                                                                      |                                                                                                                  |                                                                                                                           |
|-------------------------------------|----------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |          |               | unbeschichtet                                                               | unbeschichtet                                                                                                    | mit Bekleidung<br>oder Überzug                                                                                            |
|                                     |          |               | Spanplatten<br>OSB<br>MDF                                                   | Sperrholz<br>Bretter                                                                                             | Spanplatten<br>OSB<br>MDF<br>Sperrholz<br>Bretter<br>Faserplatten<br>(Nassaufbereitung)<br>zementgebundene<br>Spanplatten |
| Erstprüfung                         | entweder | Prüfverfahren | EN V 717-1                                                                  |                                                                                                                  |                                                                                                                           |
|                                     |          | Anforderung   | Abgabe > 0,124 mg je m <sup>3</sup> Luft                                    |                                                                                                                  |                                                                                                                           |
|                                     | oder     | Prüfverfahren | EN 120                                                                      | EN 717-2                                                                                                         |                                                                                                                           |
|                                     |          | Anforderung   | Gehalt > 8 mg/100 g bis<br>s<br>≤ 30 mg/100 g<br>ofengetrockneter<br>Platte | Abgabe > 3,5 mg/(m <sup>2</sup><br>h) bis ≤ 12 mg/(m <sup>2</sup> h)<br>innerhalb von drei<br>Fertigungstagen    | Abgabe<br>> 3,5 mg/(m <sup>2</sup> h) bis<br>≤ 8 mg/(m <sup>2</sup> h)                                                    |
| Werkseigene<br>Produktionskontrolle |          | Prüfverfahren | EN 120                                                                      | EN 717-2                                                                                                         |                                                                                                                           |
|                                     |          | Anforderung   | Gehalt > 8 mg/100 g<br>bis≤ 30 mg 100 g<br>ofengetrockneter<br>Platte       | Abgabe > 3,5 mg/(m <sup>2</sup><br>h)<br>bis ≤ 12 mg/(m <sup>2</sup> h)<br>innerhalb von drei<br>Fertigungstagen | Abgabe<br>> 3,5 mg/(m <sup>2</sup> h) bis<br>≤ 8 mg/(m <sup>2</sup> h)                                                    |

## Anhang F (normativ)

### Decklagen — Prüfung der Biegezugfestigkeit

#### F.1 Allgemeines

Dieser Anhang beschreibt ein Prüfverfahren zur Bestimmung der Biegezugfestigkeit von Decklagen für Unterdecken. Die Prüfung kann mit oder ohne Zusatzlast auf dem Prüfling und unter unterschiedlichen Umgebungsbedingungen durchgeführt werden.

Der Zweck der Prüfung ist festzustellen,

- ob die Tragfähigkeit einer Decklage ausreicht, um ihr Eigengewicht zu tragen, wenn sie in einer Unterkonstruktion eingebaut wird;
- ob die Tragfähigkeit einer Decklage ausreicht, um ihr Eigengewicht und eine festgelegte Zusatzlast zu tragen, wenn sie in einer Unterkonstruktion eingebaut wird;

und zu ermitteln

- das Erscheinungsbild einer Decklage, wenn sie in einer Unterkonstruktion eingebaut wird;
- das Erscheinungsbild einer Decklage mit einer festgelegten Zusatzlast, wenn sie in einer Unterkonstruktion eingebaut wird.

Im ersten und im zweiten Fall wird die Tragfähigkeit der Decklage der entscheidende Faktor für die Beurteilung des Prüfergebnisses sein.

Im zweiten und im dritten Fall wird, unter Berücksichtigung der Tabelle 6, die Durchbiegung der Decklage der entscheidende Faktor für die Beurteilung des Prüfergebnisses sein.

**ANMERKUNG** Kriterien hinsichtlich Gesundheit, wie Wachstum von Schimmelpilz und Bakterien, werden bei der Prüfung der Biegezugfestigkeit nicht berücksichtigt.

#### F.2 Prüfausrüstung

##### F.2.1 Allgemeines

Die Ausrüstung zur Durchführung der Prüfungen besteht im Grundsatz aus Folgendem:

- einem Rahmen zur Anordnung des Prüflings;
- einer Einrichtung zur Messung der Durchbiegung des Prüflings;
- einer Einrichtung zur Belastung des Prüflings;
- einer Kammer oder einem Raum, wo die Temperatur, der Feuchtegehalt der Luft sowie die relative Luftfeuchte geregelt werden können;
- einer Waage;
- einer Stützplatte zur Messung der Verdrehung.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****F.2.2 Prüfraahmen****F.2.2.1 Standard-Prüfraahmen**

Der Rahmen ist so auszuführen, dass er die Rand- und Auflagerbedingungen, die im Normalgebrauch der Decklage maßgeblich sind, reproduzieren kann.

Der Rahmen muss aus Stahlprofilen bestehen, die eine ausreichende Festigkeit und Steifigkeit zum Stützen des Prüflings aufweisen, ohne dass Verformungen während der gesamten Prüfdauer auftreten.

**F.2.2.2 Besonderer Prüfraahmen**

Falls der Standard-Prüfraahmen zur Simulation der im Normalgebrauch der Decklage maßgeblichen Rand- und Auflagerbedingungen ungeeignet ist, darf eine Spezialausführung des Prüfraahmens verwendet werden. Dieser Prüfraahmen ist z. B. geeignet, wenn die Decklage aus einer Kassette besteht, die durch Schrauben oder Nägel an der Unterseite eines Holz- oder Metall-Rahmenwerks nach Bild 5 a) und 5 c) befestigt werden soll.

Gleiches gilt für Paneele aus Metall, die im Normalgebrauch durch Grundprofile gestützt werden, deren Abstände vom Hersteller angegeben werden.

Festigkeit und Steifigkeit des Prüfraahmens müssen ausreichend sein, so dass er den Prüfling stützen kann, ohne dass während der gesamten Prüfdauer Verformungen auftreten.

**F.2.3 Einrichtung zur Messung der Durchbiegung**

Zur Messung der Durchbiegung können Einrichtungen mit mechanischer, optischer oder elektrischer Funktion (auch kombiniert) verwendet werden.

Die Fehlergrenze der Messeinrichtung darf 0,1 mm nicht überschreiten.

**F.2.4 Belastungseinrichtung****F.2.4.1 Belastung**

Es können drei Belastungsarten angewendet werden.

- Einzellast;
- Linienlast;
- gleichmäßig verteilte Flächenlast.

In der Durchbiegungsprüfung (siehe F.5.1) ist die Belastungsart vom Verantwortlichen für die Prüfung zu wählen und muss den Nutzungsbedingungen der Decklage entsprechen.

In der Tragfähigkeitsprüfung (siehe F.5.2) ist eine gleichmäßig verteilte Flächenlast zu verwenden.

**F.2.4.2 Einzellast**

Die Einzellast simuliert eine Punktlast, z. B. einen kleinen Beleuchtungskörper, der in der Mitte der Decklage eingebaut oder befestigt ist. Die Last ist durch eine runde Stahlplatte mit einer Mindestdicke von 3,0 mm und einem Durchmesser von 100 mm aufzubringen.

Bei Verwendung einer Kraftmessdose darf ihre Fehlergrenze 5 % nicht überschreiten.



**F.2.4.3 Linienlast**

Die Linienlast simuliert z. B. einen linearen Beleuchtungskörper oder einen Deckleistendiffusor, der in oder entlang der Mittelachse der Decklage eingebaut ist. Die Last ist in der Mitte des Prüflings und bei einem zweiseitig gestützten Prüfling parallel zu den Auflagerkanten aufzubringen. Sollte der Prüfling drei- oder vierseitig gestützt sein, ist die Last in der Mitte des Prüflings und parallel zu den längeren Kanten aufzubringen.

Die Last ist durch einen horizontal angeordneten Stahlzylinder mit einer Länge von  $(600 \pm 25)$  mm und einem Radius von 50 mm aufzubringen. Eine mechanische Winde mit einer Kraftmessdose oder eine ruhende Last kann angewendet werden.

Bei Verwendung einer Kraftmessdose darf ihre Fehlergrenze 5 % nicht überschreiten.

**F.2.4.4 Gleichmäßig verteilte Flächenlast**

Die gleichmäßig verteilte Flächenlast simuliert z. B. eine auf der Decklage angeordnete Täfelung oder ein Polster.

Zur gleichmäßigen Lastverteilung auf dem Prüfling wird ein aufblasbares Kissen verwendet. Auf dem Kissen wird eine die aufgebrachte Last verteilende Platte angeordnet.

Eine mechanische Winde mit einer Kraftmessdose oder eine ruhende Last kann angewendet werden.

Bei Verwendung einer Kraftmessdose darf ihre Fehlergrenze 5 % nicht überschreiten.

Alternativ zum aufblasbaren Kissen dürfen z. B. durch Sandsäcke geeigneter Größe erzeugte ruhende Lasten verwendet werden.

**F.2.5 Prüfraum/-kammer**

Der/die Prüfraum/-kammer, der/die den Prüfraum mit dem Prüfling enthält, muss mit einer Einrichtung ausgestattet sein, durch die Temperatur, Feuchtegehalt der Luft sowie relative Luftfeuchte geregelt werden können.

Es muss möglich sein, die Temperatur zwischen 20 °C und 40 °C mit einer Unsicherheit von höchstens  $\pm 2$  °C zu regeln.

Es muss möglich sein, den Feuchtegehalt der Luft zwischen 3 g/kg und 20 g/kg trockener Luft mit einer Unsicherheit von höchstens  $\pm 5$  % zu regeln.

Es muss möglich sein, die relative Luftfeuchte zwischen 60 % und 99 % mit einer Unsicherheit von höchstens  $\pm 5$  % zu regeln.

**F.2.6 Waage**

Zur Wägung des Prüflings vor und nach der Prüfung ist eine Waage erforderlich.

Die Fehlergrenze der Waage darf 10 g nicht überschreiten.

**F.2.7 Stützplatte**

Die Ebenheit der Stützplatte zur Anordnung des Prüflings bei der Messung der Verdrehung muss eine Ebenheit aufweisen, die Höhendifferenzen von höchstens 0,1 mm entspricht.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****F.3 Prüfbedingungen****F.3.1 Umgebungsbedingungen**

Eine der Beanspruchungsklassen nach Tabelle 7 ist durch den Verantwortlichen für die Prüfung zu wählen, und vor Beginn der Prüfung ist der/die Prüfraum/Prüfkammer darauf einzustellen. Die gewählte Beanspruchungsklasse ist im Prüfbericht eindeutig zu vermerken.

**F.3.2 Einspannungen/Randbedingungen****F.3.2.1 Einbau im Standard-Prüfrahmen**

Der Prüfling ist an seinen Kanten in einer Weise zu stützen, die für die Nutzung in der Praxis repräsentativ ist. Eine Decklage mit rechtwinkligen Kanten (Kante A, siehe Bild 3) ist entlang aller vier Kanten zu stützen. Ein Paneel, das in der Praxis nur an zwei Kanten gestützt wird und zwei ungestützte Kanten aufweist (z. B. Paneele mit Kanten D), ist nur an zwei Kanten zu stützen. Im Fall von angrenzenden Paneelen, die entlang der ungestützten Kanten mit Keilen verbunden sind, ist das zu prüfende Paneel entweder nur an zwei Kanten gestützt oder mit den geeigneten Keilen auf einem größeren Prüfrahmen zu prüfen.

Die Auflagerbreite und der Abstand zwischen den Auflagern des Prüflings müssen den Auflagern in der Praxis entsprechen.

**F.3.2.2 Einbau im besonderen Prüfrahmen**

Der Prüfling ist an der Unterseite des Prüfrahmens mit derselben Art von Befestigungselementen und bei demselben Mittenabstand wie in der Praxis zu befestigen. Die Stützweite des Prüflings (Abstand zwischen den Stützelementen) ist vom Hersteller zu wählen und muss der üblichen Nutzung entsprechen.

**F.4 Prüfling****F.4.1 Größe und Kennwerte**

Der Prüfling muss aus einer Decklage mit voller Größe bestehen, deren Kennwerte (z. B. Dichte und Dicke) repräsentativ für die in der Praxis verwendeten Decklage sind.

**F.4.2 Anzahl der Prüflinge**

Bei der Bestimmung der Durchbiegung ist je Art und Größe der Decklage eine Prüfung durchzuführen.

Bei der Bestimmung der Tragfähigkeit sind je Art und Größe der Decklage fünf Prüfungen durchzuführen.

**F.4.3 Vorbereitung (Konditionierung)**

Vor Beginn der Prüfung sind die Prüflinge wie folgt vorzubereiten.

Der Prüfling ist in den Beharrungszustand unter den Randbedingungen für die Beanspruchungsklasse nach Tabelle 7 zu bringen (z. B. 25 °C mit einer relativen Luftfeuchte von 70 % oder 30 °C mit einer relativen Luftfeuchte von 90 %). Dies gilt als erfüllt, wenn zwei einander folgende Wägungen, die 24 h auseinander liegen, eine Gewichts Differenz (Massendifferenz) von höchstens 1 % ergeben.

Eine Vorbereitung des Prüflings ist nicht erforderlich, wenn die Materialien, aus denen die Decklage besteht, im Hinblick auf Feuchte dicht sind (z. B. Metalle).

## F.5 Prüfverfahren

### F.5.1 Bestimmung der Durchbiegung

#### F.5.1.1 Belastungsarten des Prüflings

- Ohne Zusatzlast;
- mit konstanter Belastung.

#### F.5.1.2 Allgemeines

Der Prüfling ist im Prüfraumen einzubauen.

Die Anfangsdurchbiegung des Prüflings ist zu messen. Der Messpunkt muss sich in der Mitte des Prüflings, d. h. im Schnittpunkt der Diagonalen, befinden.

Während der Prüfung ist jede sichtbare Veränderung des Prüflings zu protokollieren.

Die Durchbiegung ist als stabil zu bezeichnen, wenn die Differenz zwischen zwei einander folgenden Messungen der Durchbiegung/Verdrehung höchstens 10 % der gesamten gemessenen Durchbiegung/Verdrehung beträgt.

$$\frac{D_n - D_{n-1}}{D_n} \times 100 \leq 10 \quad (\text{F.1})$$

Dabei ist

- $D$  die Durchbiegung/Verdrehung;
- $n$  die Anzahl der Messungen nach Erreichen des stabilen Zustands.

#### F.5.1.3 Prüfung ohne Belastung

Die Durchbiegung ist in gleichmäßigen Zeitabschnitten (1 d, 3 d, 7 d, 14 d, 28 d, 56 d usw.) zu messen, bis eine stabile Durchbiegung/Verdrehung erreicht wurde. Die Prüfung ist für mindestens 28 Tage fortzusetzen.

Falls während der Prüfung eine Verdrehung des Prüflings festgestellt wurde, ist diese Verformung wie folgt zu messen:

Der Prüfling ist vom Rahmen zu entfernen und auf die Auflagerplatte mit der konkaven Seite nach unten anzuordnen. Drei der Prüflingsecken sind in Kontakt mit der Oberfläche zu halten. Der Abstand zwischen der freien (der vierten) Ecke und der Oberfläche ist zu messen. Nach der Messung der Anfangsverdrehung ist der Prüfling erneut in dem Rahmen einzubauen, und die Prüfung ist fortzusetzen.

#### F.5.1.4 Prüfung mit konstanter Belastung

Die Last (Einzellast, Linienlast oder gleichmäßig verteilte Last) ist aufzubringen, und die Durchbiegung ist zu messen.

Dann ist die Durchbiegung des Prüflings in gleichmäßigen Zeitabschnitten (1 d, 3 d, 7 d, 14 d, 28 d, 56 d usw.) zu messen, bis eine stabile Durchbiegung erreicht wurde. Die Prüfung ist für mindestens 28 Tage fortzusetzen.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****F.5.2 Bestimmung der Tragfähigkeit****F.5.2.1 Art der Belastung des Prüflings**

Der Prüfling wird mit zunehmender Belastung belastet.

**F.5.2.2 Allgemeines**

Der Prüfling ist im Prüfraum einzubauen. Die Prüfung ist mit identischen Prüflingen mindestens fünfmal zu wiederholen.

Die Anfangsdurchbiegung des Prüflings ist zu messen. Der Messpunkt muss sich in der Mitte des Prüflings, d. h. im Schnittpunkt der Diagonalen, befinden.

Jede sichtbare Veränderung des Prüflings während der Prüfdauer ist zu protokollieren.

Sowohl die Durchbiegung in der Mitte des Prüflings — gemessen mit Messgeräten deren Fehlergrenze 0,1 mm beträgt — als auch mindestens ein der beabsichtigten Klasse nach Tabelle 6 entsprechender Wert sowie die entsprechende Prüflast sind zu protokollieren.

Die Höchstlast ( $F_u$ ) und das entsprechende höchste Biegemoment ( $M_u$ ) sind zu bestimmen.

**F.5.2.3 Prüfung mit zunehmender Belastung**

Es ist eine gleichmäßig verteilte Flächenlast aufzubringen.

Die Belastung ist stufenweise um jeweils 5,0 N/m<sup>2</sup> zu erhöhen, bis der Prüfling versagt. Die Zeit zwischen den einzelnen Belastungsstufen darf 60 s nicht unterschreiten. Nach jeder Lasterhöhung ist der Prüfling zu entlasten und die bleibende Durchbiegung zu messen. Danach ist die Last erneut aufzubringen und auf die nächste Stufe zu erhöhen.

**ANMERKUNG** Versagen des Prüflings bedeutet entweder Versagen der Decklage selbst oder, im Falle von Paneelen, Versagen der Verbindung zwischen Decklage und Grundprofil, je nachdem, welcher Fall zuerst eintritt.

**F.6 Ausführungskriterien, Beurteilung, Bewertung und Angabe des Ergebnisses****F.6.1 Durchbiegung (Anforderung hinsichtlich Erscheinungsbild)**

Die Ausführungskriterien für Decklagen folgen den Klassen nach Tabelle 6 zusammen mit den Klassen nach Tabelle 7 sowie der Belastungsbedingung (siehe Tabelle F.1).

**Tabelle F.1 — Ausführungskriterien für Decklagen**

| Durchbiegungsklasse nach<br>Tabelle 6 <sup>a</sup> | Beanspruchungsklasse nach<br>Tabelle 7 | Belastungsart                                             |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1                                                  | A                                      | Keine Last (—)                                            |
| 2                                                  | B                                      | Einzellast, in N                                          |
| 3                                                  | C                                      | Linienlast <sup>a</sup> , in N/m                          |
| —                                                  | D                                      | Gleichmäßig verteilte Flächenlast,<br>in N/m <sup>2</sup> |

<sup>a</sup> Bei an allen vier Seiten gestützten Decklagen bezieht sich  $L$  nach Tabelle 6 auf die kürzeste Paneelseite. Z. B. beträgt die zulässige Durchbiegung für ein Paneel mit den Maßen 600 mm × 1 200 mm bei Klasse 1 600/500 = 1,2 mm.

Beispiele für die Angabe des Prüfergebnisses:

Produkt X mit den Höchstmaßen  $L \times W$  erfüllt Durchbiegungsklasse 1 in einer Umgebung, die der Beanspruchungsklasse B entspricht und keiner äußeren Belastung ausgesetzt ist.

Der Hersteller muss angeben:

Biegezugfestigkeit: Klasse 1/B/0 N oder alternativ Biegezugfestigkeit: Klasse 1/B/ ohne Belastung.

Produkt Y mit den Höchstmaßen von  $L \times W$  erfüllt Durchbiegungsklasse 1 in einer Umgebung, die der Beanspruchungsklasse A entspricht und einer Einzellast von höchstens 5 N ausgesetzt ist.

Der Hersteller muss deklarieren: Biegezugfestigkeit: Klasse 1/A/5 N.

## F.6.2 Mechanische Festigkeit (Mindestanforderung)

### F.6.2.1 Tragfähigkeit

Die Biegesteifigkeit  $EI$  und das zulässige Biegemoment  $M$  sind aus mindestens fünf Versuchen zu bestimmen. Die Biegesteifigkeit  $EI$  für eine zweiseitig gestützte Decklage mit einer gleichmäßig verteilten Flächenlast ist durch folgende Gleichung zu berechnen:

$$EI = \frac{5 \bar{q} L^3}{384 f_{\max}} \quad (\text{F.2})$$

Dabei ist

- $\bar{q}$  die mittlere Last aus fünf Einzelprüfungen entsprechend der Durchbiegungsklasse in  $\text{N/m}^2$  (siehe Tabelle 6);
- $L$  die Stützweite des Prüflings, in mm;
- $f_{\max}$  die Durchbiegung in der Mitte der Stützweite, in mm;
- $E$  das E-Modul, in  $\text{N/mm}^2$ ;
- $I$  das Trägheitsmoment, in  $\text{mm}^4/\text{m}$ .

Der lineare Teil der Lastdurchbiegungskurve ist für die Bestimmung der Biegesteifigkeit maßgeblich. Falls der Durchbiegungswert nach Tabelle 6 außerhalb dieses Bereichs liegt, ist die Last entsprechend zu reduzieren.

Das zulässige Biegemoment ergibt sich aus zwei Kriterien:

Das erste Kriterium bezieht sich auf den entsprechenden Durchbiegungswert und ist wie folgt zu bestimmen:

$$\text{zul } M_f = \bar{M}_f = \frac{\bar{q} \cdot L^2}{8} \quad (\text{F.3a})$$

Dabei ist

- $\bar{M}_f$  der Mittelwert des Biegemomentes  $M_f$ .

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

Der zweite Wert des zulässigen Biegemomentes bezieht sich auf die endgültige Last  $F_u$  und ist wie folgt zu bestimmen:

$$\text{zul } M_u = \frac{M_u^{5\%}}{\nu} \quad (\text{F.3b})$$

$$\text{mit } M_u^{5\%} = \overline{M}_u - k_\sigma \cdot s \quad (\text{F.4})$$

Dabei ist

- $\overline{M}_u$  der Mittelwert des Biegemomentes  $M_u$  auf die endgültige Last  $F_u$  bezogen, in Nmm;
- $k_\sigma$  ein statistischer Beiwert (Abnahmefaktor, siehe 5.4);
- $s$  die Standardabweichung, in Nmm;
- $M_u^{5\%}$  der 5%-Fraktilwert;
- $\nu$  der Sicherheitsbeiwert = 2,5.

Als endgültiger Wert für zul  $M$  ist der kleinere Wert zwischen zul  $M_f$  und zul  $M_u$  zu verwenden.

Im Falle weiterer Prüfkfigurationen nach F.3.2.1 (z.B. Decklagen auf vier Seiten gestützt) sind die Gleichung zur Berechnung von  $EI$  und die Biegemomente  $M_f$  und  $M_u$  nach der entsprechenden Auflagerung und den Belastungsbedingungen zu ändern.

**F.6.2.2 Sicherheit gegen Versagen**

Die Festigkeit einer Decklage, die mit einer nach Tabelle 7 festgelegten Beanspruchungsklasse in einer Unterkonstruktion eingebaut ist, wird zum Tragen ihres Eigengewichts, ohne zu versagen, als ausreichend beurteilt, wenn sie mindestens ihr 2,5faches Eigengewicht tragen kann.

Beispiel: Eine geprüfte Platte mit der Größe 625 mm × 625 mm × 15 mm und dem Gewicht 6,0 kg/m<sup>2</sup> muss in der Lage sein, 2,5 × 0,625 × 0,625 × 6,0 × 9,81 = 57,5 N (147,2 N/m<sup>2</sup>) ohne Versagen zu tragen.

**F.7 Prüfbericht**

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Name des Herstellers des Prüflings;
- Datum der Prüfung;
- Name des Prüfungsortes/Labors;
- Produktname;
- Beschreibung und physikalische Merkmale des Prüflings;
- Maße des Prüflings;
- Anzahl der durchgeführten Prüfungen;
- Prüfbedingungen und -konfiguration;
- Tabellen oder Kurven zur Angabe der Beziehung zwischen Durchbiegung und Zeit;
- Tabellen oder Kurven zur Angabe der Beziehung zwischen Belastung und Durchbiegung;
- Bewertung des Prüfergebnisses nach Abschnitt F.6.

## **F.8 Erweiterter Anwendungsbereich**

In den folgenden Fällen sind Prüfergebnisse bei ähnlichen ungeprüften Decklagen direkt anwendbar:

- bei Decklagen mit kleineren Maßen (Länge und/oder Breite);
- bei auf drei oder vier Seiten gestützten Decklagen, die bei der Prüfung nur auf zwei Seiten gestützt werden;
- bei Decklagen mit einer größeren Länge als bei der Prüfung, wenn die Länge der geprüften Decklage das Doppelte der Breite beträgt. Z. B. gilt das Ergebnis einer Decklage der Größe 600 mm × 1 200 mm auch für 600 mm breite Decklagen mit Längen größer als 1 200 mm.

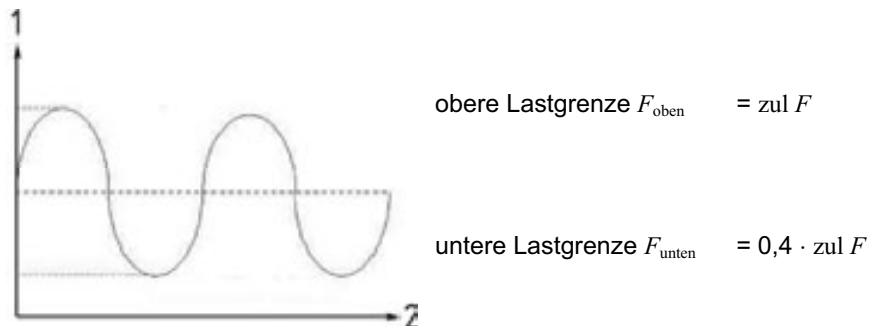
## Anhang G (normativ)

### Abhänger — Funktionsprüfung

Für die Ausführung der Abhänger kann die Durchführung einer Funktionsprüfung erforderlich werden. Die Ausführung der Funktionsprüfung muss grundsätzlich für die Anwendungsverhältnisse des Abhängers repräsentativ sein. Sollten keine Angaben zur praktischen Nutzung vorliegen, ist die Funktionsprüfung wie folgt durchzuführen:

Die Funktionsprüfung ist mit drei Einzelproben (Bauteilen) durchzuführen, wobei jede Probe  $n = 10^5$  Belastungszyklen ausgesetzt wird. Die Belastungsfrequenz muss 2 Hz (Belastungszyklen je Sekunde) betragen.

Bauteile, die nur auf Zug belastet werden, sind mit schwellender Belastung zu prüfen; dabei sind die zulässige Last ( $zul F$ ) als die obere Lastgrenze und  $0,4 \cdot zul F$  als die untere Lastgrenze anzusetzen (siehe Bild G.1).



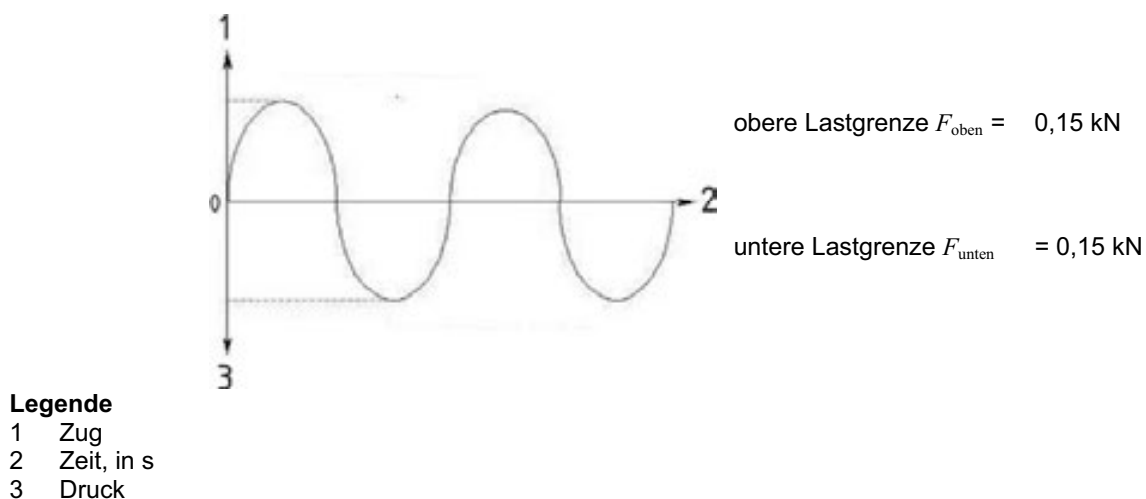
#### Legende

- 1 Zug
- 2 Zeit, in s

**Bild G.1 — Schwellende Zuglast**

Bauteile, die sowohl Druck- als auch Zuglasten aufnehmen sollen, sind unter einer geeigneten Wechselbelastung zu prüfen, indem Druck- und Zuglasten von 0,15 kN aufgebracht werden (siehe Bild G.2).



**Bild G.2 — Wechselbelastung (Zug — Druck)**

Die Verschiebung des Belastungspunktes ist während sämtlicher Prüfungen zu messen und auf 0,1 mm anzugeben. Eine ständig wachsende Verformung während der Prüfung mit der schwellenden Last darf nicht erlaubt sein.

Nach Beendigung der Funktionsprüfung dürfen bei keiner der Proben Schäden auftreten.

Falls der Abhänger die Funktionsprüfung nicht besteht, ist die Last in der statischen Prüfung (siehe 5.3.2) entsprechend zu verringern (siehe auch Bild G.3), und die Funktionsprüfung ist zu wiederholen.

## EN 13964:2004 + A1:2006 (D)

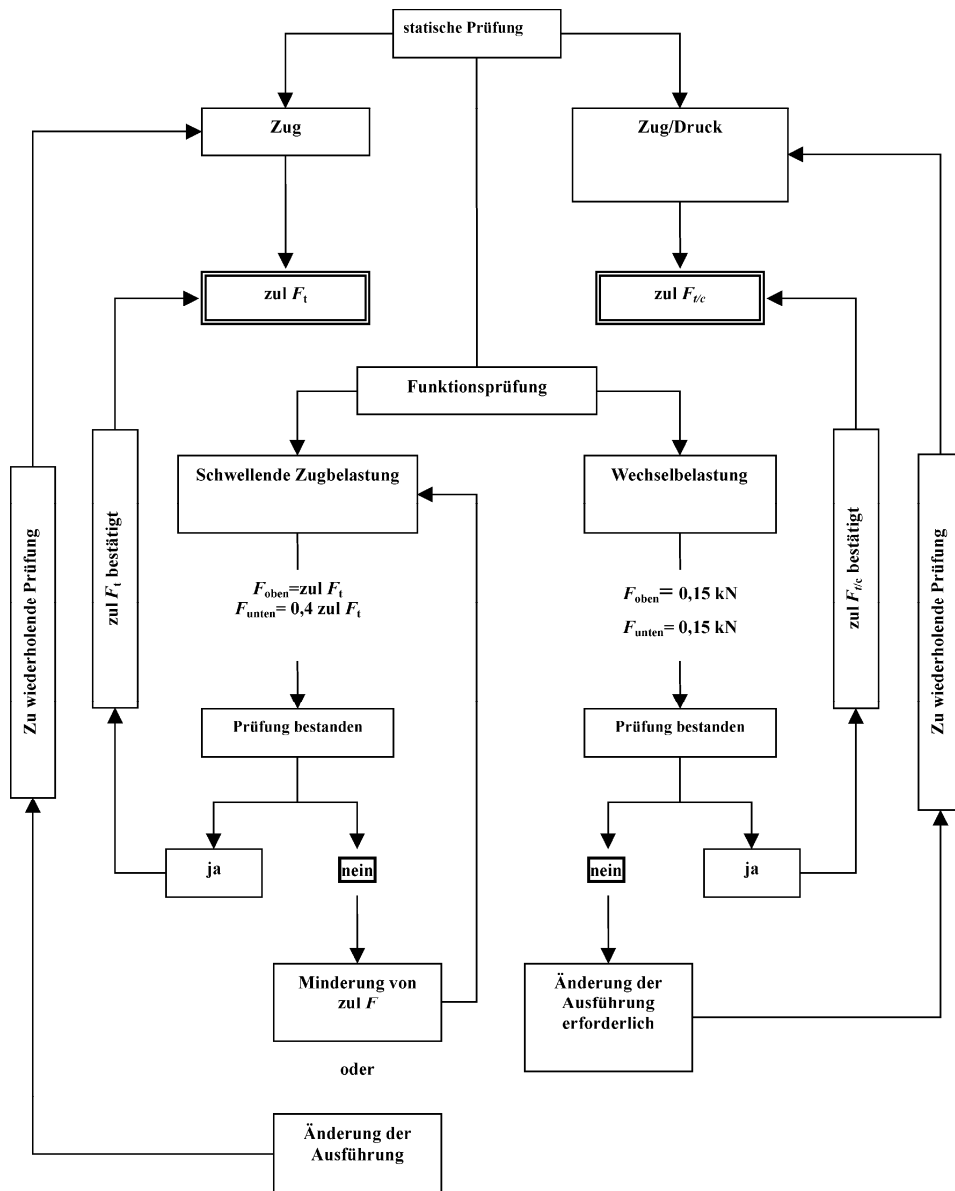


Bild G.3 — Prüfungsschema für Abhänger und Verbinder — Statische Prüfung und Funktionsprüfung

## Anhang ZA (informativ)

### Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen

#### ZA.1 Anwendungsbereich und wesentliche Merkmale

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet.

Die Abschnitte dieser Norm, die in den Tabellen ZA.1.1, ZA.1.2, ZA.1.3 und ZA.1.4 aufgeführt sind, erfüllen die Anforderungen des Mandats M/121, das unter der EU-Rahmenrichtlinie für Bauprodukte (89/106/EWG) erteilt wurde.

Der Anwendungsbereich dieses Anhangs ist identisch mit Abschnitt 1 dieser Norm.

Die Übereinstimmung mit den Abschnitten dieser Norm ermöglicht die Annahme, dass die in diesem Anhang aufgeführten Bauprodukte für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind.

**WARNHINWEIS** —Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien anwendbar sein, die die Gebrauchstauglichkeit für den vorgesehenen Verwendungszweck nicht beeinträchtigen.

**ANMERKUNG** Zusätzlich zu den in dieser Norm enthaltenen Abschnitten, die gefährliche Stoffe betreffen, können auf Erzeugnisse, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, weitere Anforderungen (z. B. umgesetzte europäische Gesetzgebung und nationale Gesetze, Bestimmungen und Verwaltungsvorschriften) anwendbar sein. Um die Festlegungen der EU-Bauprodukten-Richtlinie zu erfüllen, ist es erforderlich, dass auch diese Anforderungen entsprechend ihrem Geltungsbereich erfüllt werden. Eine Informationsdatenbank zu europäischen und nationalen Festlegungen hinsichtlich gefährlicher Stoffe ist auf der Bauwesen-Webseite EUROPA verfügbar (CREATE, Zugang über <http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/dangsub/dangmain.htm>).

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

Bauprodukt: Unterdeckenbausätze

Verwendungszweck: In Innenräumen, zur Ausführung einer eingebauten Unterdecke

**Tabelle ZA.1.1 — Maßgebliche Abschnitte für Unterdeckenbausätze**

| <b>Wesentliche Merkmale</b>    | <b>Anforderungsabschnitte in dieser Norm</b> | <b>Mandatierte Stufen und/oder Klassen</b> | <b>Bemerkungen</b> |
|--------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Brandverhalten                 | 4.4.2.1                                      | Klassen A1 bis F                           | —                  |
| Feuerwiderstand                | 4.4.1                                        | siehe EN 13501-2                           | —                  |
| Freigabe von Asbest            | 4.5.1                                        | enthält den Fall mit Null-Gehalt           | —                  |
| Freigabe von Formaldehyd       | 4.5.2                                        | Klassen E1 und E2                          | —                  |
| Bruchmerkmale (sicherer Bruch) | 4.3.6 und 4.6.1                              | —                                          | —                  |
| Biegezugfestigkeit             | 4.6.2                                        | —                                          | —                  |
| Tragfähigkeit                  | 4.3.2, 4.3.3 und 4.3.4                       | —                                          | —                  |
| Maße und Grenzabmaße           | 4.2                                          | —                                          | —                  |
| Elektrische Sicherheit         | 4.6.3                                        | —                                          | —                  |
| Luftschalldämmung              | 4.7.3                                        | —                                          | —                  |
| Schallabsorption               | 4.7.2                                        | —                                          | —                  |
| Wärmeleitfähigkeit             | 4.10                                         | —                                          | —                  |
| Dauerhaftigkeit                | 4.8                                          | —                                          | —                  |

Bauprodukt: Unterdecken-Unterkonstruktionsbausätze

Verwendungszweck: In Innenräumen, zur Ausführung einer eingebauten Unterdecke

**Tabelle ZA.1.2 — Maßgebliche Abschnitte für Unterdecken-Unterkonstruktionsbausätze**

| <b>Wesentliche Merkmale</b> | <b>Anforderungsabschnitte in dieser Norm</b> | <b>Mandatierte Stufen und/oder Klassen</b> | <b>Bemerkungen</b> |
|-----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Brandverhalten              | 4.4.2.3                                      | Klassen A1 bis F                           | —                  |
| Tragfähigkeit               | 4.3.2, 4.3.3 und 4.3.4                       | —                                          | —                  |
| Maße und Grenzabmaße        | 4.2                                          | —                                          | —                  |
| Dauerhaftigkeit             | 4.8                                          | —                                          | —                  |

Bauprodukt: Unterdecken-Unterkonstruktionsbauteile

Verwendungszweck: In Innenräumen, zur Ausführung der Unterkonstruktion einer eingebauten Unterdecke

**Tabelle ZA.1.3 — Maßgebliche Abschnitte für Unterdecken-Unterkonstruktionsbauteile**

| Wesentliche Merkmale | Anforderungsabschnitte in dieser Norm | Mandatierte Stufen und/oder Klassen | Bemerkungen |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Brandverhalten       | 4.4.2.3                               | Klassen A1 bis F                    | –           |
| Tragfähigkeit        | 4.3.2, 4.3.3 und 4.3.4                | –                                   | –           |
| Maße und Grenzabmaße | 4.2                                   | –                                   | –           |
| Dauerhaftigkeit      | 4.8                                   | –                                   | –           |

Bauprodukt: Unterdecken-Decklagen

Verwendungszweck: In Innenräumen, zur Ausführung einer eingebauten Unterdecke

**Tabelle ZA.1.4 — Maßgebliche Abschnitte für Unterdecken-Decklagen**

| Wesentliche Merkmale           | Anforderungsabschnitte in dieser Norm | Mandatierte Stufen und/oder Klassen | Bemerkungen |
|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Brandverhalten                 | 4.4.2.2                               | Klassen A1 bis F                    | –           |
| Freigabe von Formaldehyd       | 4.5.2                                 | Klassen E1 und E2                   | –           |
| Bruchmerkmale (sicherer Bruch) | 4.3.6 und 4.6.1                       | –                                   | –           |
| Biegezugfestigkeit             | 4.6.2                                 | –                                   | –           |
| Schallabsorption               | 4.7.2                                 | –                                   | –           |
| Wärmeleitfähigkeit             | 4.10                                  | –                                   | –           |
| Dauerhaftigkeit                | 4.8                                   | –                                   | –           |

Die Anforderung an eine bestimmte Eigenschaft nach den Tabellen ZA.1.1 bis ZA.1.4 ist in denjenigen Mitgliedsstaaten (MS) nicht gültig, in denen für den vorgesehenen Verwendungszweck des Produkts keine gesetzlichen Anforderungen an diese Eigenschaft gelten. In diesem Fall sind Hersteller, die ihre Produkte auf dem Markt dieser MS anbieten, nicht verpflichtet, die Kennwerte ihrer Produkte für die betreffende Eigenschaft zu bestimmen oder zu deklarieren, und in den Begleitdokumenten für die CE-Kennzeichnung (siehe ZA.3) darf die Option „Keine Leistung bestimmt“ (NPD, En No Performance Determined) angegeben werden. Die Option NPD darf jedoch nicht angewendet werden, wenn die betreffende Eigenschaft einem Schwellenwert unterliegt.

## ZA.2 Verfahren zur Konformitätsbescheinigung

### ZA.2.1 Systeme der Konformitätsbescheinigung

Unterdeckenbausätze, Unterkonstruktionsbausätze, Unterkonstruktionsbauteile und Decklagen für die beabsichtigte Nutzung müssen dem/den System/en der Konformitätsbescheinigung nach Tabelle ZA.2 folgen; dabei sind für die Wahl des Systems die Eigenschaft/en, die für das jeweilige Produkt maßgeblich ist/sind, entscheidend.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

Die Bescheinigung der Konformität für die in den Tabellen ZA.1.1 bis ZA.1.4 aufgeführten Unterdeckenbausätze, Unterkonstruktionsbausätze, Unterkonstruktionsbauteile und Decklagen ist nach den in Tabelle ZA.2 angegebenen Konformitätsbewertungsverfahren durchzuführen. Diese ergeben sich aus der Anwendung der in den Tabellen ZA.1.1 bis ZA.1.4 enthaltenen Abschnitte dieser Europäischen Norm.

**Tabelle ZA.2 — Systeme der Konformitätsbescheinigung für Unterdeckenbausätze, Unterkonstruktionsbausätze, Unterkonstruktionsbauteile und Decklagen**

| Produkt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Verwendungszweck                                                                                                                                 | Stufe(n) oder Klasse(n)                                                                                        | Systeme der Konformitätsbescheinigung |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Unterdecken (Bausätze)<br>Unterkonstruktionsbausätze                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Innenausführungen, die Bestimmungen zum Feuerwiderstand unterliegen.                                                                             | Siehe EN 13501-2                                                                                               | 3                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Innenausführungen in Decken, die Bestimmungen zum Brandverhalten unterliegen.                                                                    | A1 <sup>a</sup> , A2 <sup>a</sup> , B <sup>a</sup> , und C <sup>a</sup>                                        | 1                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                  | A1 <sup>b</sup> , A2 <sup>b</sup> , B <sup>b</sup> , C <sup>b</sup> , D und E<br>(A1 bis E) <sup>c</sup> und F | 3<br>4                                |
| Unterkonstruktionsbauteile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Innenausführungen in Decken, die Bestimmungen hinsichtlich gefährlicher Stoffe unterliegen.                                                      | —                                                                                                              | 3                                     |
| Decklagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Innenausführungen in Decken, die Anforderungen zur Gebrauchssicherheit (Sicherheit bei Bruch, Biegezugfestigkeit und Tragfähigkeit) unterliegen. | —                                                                                                              | 3                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Innenausführungen in Decken, für vorstehend nicht genannte Zwecke.                                                                               | —                                                                                                              | 4                                     |
| <sup>a</sup> Produkte/Werkstoffe, bei denen ein klar erkennbarer Abschnitt im Herstellungsprozess eine Verbesserung der Brandschutzklasse ergibt (z. B. Zusatz von Brandverzögerern oder eine Begrenzung organischen Materials).<br><sup>b</sup> Produkte/Werkstoffe, die nicht unter <sup>a</sup> ) aufgeführt sind.<br><sup>c</sup> Produkte/Werkstoffe, die hinsichtlich Brandverhaltens nicht geprüft werden müssen (z. B. Produkte/Werkstoffe der Klasse A1 nach der geänderten Kommissionsentscheidung 96/603/EG). |                                                                                                                                                  |                                                                                                                |                                       |
| System 1: Siehe Bauproduktenrichtlinie, Anhang III.2.(i), ohne Überwachungsprüfung der Proben.<br>System 3: Siehe Bauproduktenrichtlinie, Anhang III.2.(ii), zweite Möglichkeit.<br>System 4: Siehe Bauproduktenrichtlinie, Anhang III.2.(ii), dritte Möglichkeit.                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                  |                                                                                                                |                                       |

Tabelle ZA.3a — Zuordnung der Aufgaben zur Konformitätsbewertung (für System 1)

| Aufgaben                             |                                                                                     | Inhalt der Aufgabe                                                                                                                                                                                                     | Geltende Abschnitte zur Konformitätsbewertung |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Aufgaben für den Hersteller          | Werkseigene Produktionskontrolle (FPC)                                              | Auf sämtliche Merkmale nach den Tabellen ZA.1 bezogene Parameter, die für den vorgesehenen Verwendungszweck maßgeblich sind.                                                                                           | 6.3                                           |
|                                      | Weitere Prüfung von im Herstellerwerk entnommenen Proben                            | Sämtliche Merkmale nach den Tabellen ZA.1, die für den vorgesehenen Verwendungszweck maßgeblich sind.                                                                                                                  | 6.3.5                                         |
|                                      | Erstprüfung                                                                         | Sämtliche Merkmale nach den Tabellen ZA.1, die für den vorgesehenen Verwendungszweck maßgeblich sind, außer Brandverhalten für die unten aufgeführten Klassen und die vom anerkannten Laboratorium geprüften Merkmale. | 6.2                                           |
|                                      | Erstprüfung durch ein anerkanntes Laboratorium                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Feuerwiderstand;</li> <li>— Freigabe gefährlicher Stoffe;</li> <li>— Splittersicherheit;</li> <li>— Biegezugfestigkeit;</li> <li>— Tragfähigkeit.</li> </ul>                  | 6.2                                           |
| Aufgaben für die notifizierte Stelle | Erstprüfung                                                                         | Brandverhalten (Klassen A1 <sup>a</sup> , A2 <sup>a</sup> , B <sup>a</sup> und C <sup>a</sup> )                                                                                                                        | 6.2                                           |
|                                      | Erstprüfung des Herstellerwerkes und der werkseigenen Produktionskontrolle          | Auf sämtliche Merkmale nach den Tabellen ZA.1 bezogene Parameter, die für den vorgesehenen Verwendungszweck maßgeblich sind, insbesondere Brandverhalten.                                                              | 6.3.4                                         |
|                                      | Ständige Überwachung, Beurteilung und Abnahme der werkseigenen Produktionskontrolle | Auf sämtliche Merkmale nach den Tabellen ZA.1 bezogene Parameter, die für den vorgesehenen Verwendungszweck maßgeblich sind, insbesondere Brandverhalten.                                                              | 6.3.5                                         |
| <sup>a</sup> Siehe Tabelle ZA.2      |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                        |                                               |

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)****Tabelle ZA.3b — Zuordnung der Aufgaben zur Konformitätsbewertung (für System 3)**

| <b>Aufgaben</b>                      |                                  | <b>Inhalt der Aufgabe</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Geltende Abschnitte zur Konformitätsbewertung</b> |
|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Aufgaben für den Hersteller          | Werkseigene Produktionskontrolle | Auf sämtliche Merkmale nach den Tabellen ZA.1 bezogene Parameter, die für den vorgesehenen Verwendungszweck maßgeblich sind.                                                                                                                                                                                  | 6.3                                                  |
|                                      | Erstprüfung                      | Brandverhalten außer für die unten angegebenen Klassen.<br><br>Alle anderen Merkmale nach den Tabellen ZA.1, die für den vorgesehenen Verwendungszweck maßgeblich sind und nachstehend nicht aufgeführt werden.                                                                                               | 6.2                                                  |
| Aufgaben für die notifizierte Stelle | Erstprüfung                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Brandverhalten (Klassen A1<sup>b</sup>, A2<sup>b</sup>, B<sup>b</sup>, C<sup>b</sup>, D, E);</li> <li>— Feuerwiderstand;</li> <li>— Freigabe gefährlicher Stoffe;</li> <li>— Splittersicherheit;</li> <li>— Biegezugfestigkeit;</li> <li>— Tragfähigkeit.</li> </ul> | 6.2                                                  |
| <sup>b</sup> Siehe Tabelle ZA.2      |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |

**Tabelle ZA.3c — Zuordnung der Aufgaben zur Konformitätsbewertung (für System 4)**

| <b>Aufgaben</b>             |                                  | <b>Inhalt der Aufgabe</b>                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Geltende Abschnitte zur Konformitätsbewertung</b> |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Aufgaben für den Hersteller | Werkseigene Produktionskontrolle | Auf sämtliche Merkmale nach den Tabellen ZA.1 bezogene Parameter, die für den vorgesehenen Verwendungszweck maßgeblich sind.                                                                                                                                                       | 6.3                                                  |
|                             | Erstprüfung                      | Alle Merkmale nach den Tabellen ZA.1, die für den vorgesehenen Verwendungszweck maßgeblich sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>— elektrische Sicherheit;</li> <li>— Schalldämmung/Schallabsorption;</li> <li>— Wärmeleitfähigkeit;</li> <li>— Dauerhaftigkeit.</li> </ul> | 6.2                                                  |



**ZA.2.2 EG-Zertifikat und Konformitätserklärung**

(Für Produkte unter System 1): Bei Erfüllung der Bedingungen dieses Anhangs muss die Zertifizierungsstelle ein Konformitätszertifikat (EG-Konformitätszertifikat) ausstellen, das den Hersteller zum Anbringen der CE-Kennzeichnung berechtigt. Dieses Zertifikat muss folgende Angaben enthalten:

- Namen, Anschrift und Kennzahl der Zertifizierungsstelle;
- Namen und Anschrift des Herstellers oder seines Bevollmächtigten mit Sitz im Europäischen Wirtschaftsraum sowie Herstellungsort;
- Beschreibung des Produkts (Art, Kennzeichnung, Nutzung);
- Maßgaben, die das Produkt erfüllt (d. h. Anhang ZA dieser EN);
- besondere Bedingungen, die bei Nutzung des Produktes gelten (z. B. Maßnahmen bei Nutzung unter besonderen Bedingungen);
- Nummer des Zertifikats;
- Bedingungen im Hinblick auf die Gültigkeit und Gültigkeitsdauer des Zertifikats, wenn zutreffend;
- Namen und Position der Person, die berechtigt ist, das Zertifikat zu unterschreiben.

Zusätzlich muss der Hersteller eine Konformitätserklärung (EG- Konformitätserklärung) mit folgenden Angaben ausstellen:

- Namen und Anschrift des Herstellers oder seines Bevollmächtigten mit Sitz im EWR;
- Namen und Anschrift der Zertifizierungsstelle;
- Beschreibung des Produkts (Art, Kennzeichnung, Anwendung usw.) und eine Kopie der die CE-Kennzeichnung begleitenden Information;
- Maßgaben, die das Produkt erfüllt (d. h. Anhang ZA dieser EN);
- besondere Bedingungen, die bei Nutzung des Produktes gelten (z. B. Maßnahmen bei Nutzung unter besonderen Bedingungen);
- Nummer des begleitenden EG-Konformitätszertifikats;
- Namen und Position der Person, die berechtigt ist, im Namen des Herstellers oder seines Bevollmächtigten das Zertifikat zu unterschreiben.

(Für Produkte unter System 3): Bei Erfüllung der Bedingungen dieses Anhangs muss der Hersteller oder sein Bevollmächtigter mit Sitz im EWR eine Konformitätserklärung (EG-Konformitätserklärung) ausstellen und aufbewahren, die den Hersteller zum Anbringen der CE-Kennzeichnung berechtigt. Diese Konformitätserklärung muss folgende Angaben enthalten:

- Namen und Anschrift des Herstellers oder seines Bevollmächtigten mit Sitz im EWR und den Herstellungsort;
- Beschreibung des Produkts (Art, Kennzeichnung, Anwendung usw.) und eine Kopie der die CE-Kennzeichnung begleitenden Information;
- Maßgaben, die das Produkt erfüllt (d. h. Anhang ZA dieser EN);

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

- besondere Bedingungen, die bei Nutzung des Produktes gelten (z. B. Maßnahmen bei Nutzung unter besonderen Bedingungen);
- Namen und Anschrift des/der anerkannten Laboratoriums/Laboratorien;
- Namen und Position der Person, die berechtigt ist, im Namen des Herstellers oder seines Bevollmächtigten das Zertifikat zu unterschreiben.

(Für Produkte unter System 4): Bei Erfüllung der Bedingungen dieses Anhangs muss der Hersteller oder sein Bevollmächtigter mit Sitz im EWR eine Konformitätserklärung (EG-Konformitätserklärung) ausstellen und aufbewahren, die den Hersteller zum Anbringen der CE-Kennzeichnung berechtigt. Diese Konformitätserklärung muss folgende Angaben enthalten:

- Namen und Anschrift des Herstellers oder seines Bevollmächtigten mit Sitz im EWR sowie den Ort der Herstellung;
- Beschreibung des Produkts (Art, Kennzeichnung, Anwendung usw.) und eine Kopie der die CE-Kennzeichnung begleitenden Information;
- Maßgaben, die das Produkt erfüllt (d. h. Anhang ZA dieser EN);
- besondere Bedingungen, die bei Nutzung des Produktes gelten (z. B. Maßnahmen bei Nutzung unter besonderen Bedingungen);
- Namen und Position der Person, die berechtigt ist, im Namen des Herstellers oder seines Bevollmächtigten das Zertifikat zu unterschreiben.

Die vorgenannte Erklärung und das Zertifikat sind in der/den im Mitgliedsland akzeptierten Sprache/n des Mitgliedslandes, in dem das Produkt genutzt werden soll, abzufassen.

**ZA.3 CE-Kennzeichnung****ZA.3.1 Allgemeines**

Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter mit Sitz im EWR ist für das Anbringen der CE-Kennzeichnung verantwortlich. Das anzubringende CE-Zeichen muss mit der Richtlinie 93/68/EG übereinstimmen und in den begleitenden Geschäftsunterlagen, z. B. einem Lieferschein vorhanden sein (wenn Abhängerbausätze oder -bauteile in Paketen verkauft werden, darf die CE-Kennzeichnung auch auf jeder Verpackung angebracht sein). Die nachfolgend aufgeführten Angaben müssen das CE-Zeichen begleiten:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers;
- die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem das CE-Zeichen angebracht wurde;
- sofern zutreffend, die Kennnummer der amtlichen Behörde;
- sofern zutreffend, die Nummer des EG-Prüfzeugnisses über die Produktkonformität;
- Nummer und Datum oder Verweis auf die vorliegende Norm und auf Änderungen/Überarbeitungen dieser Norm;
- Produktbeschreibung, d. h., Bausatz für abgehängte Decke, Bausatz für Unterdeckenkonstruktion, Unterdeckenbauteil für abgehängte Decken, Deckenlagenelement für abgehängte Decken für den Inneneinbau in Gebäuden;

die entsprechenden Angaben aus ZA.3.2 bis ZA.3.4.

**ZA.3.2 Unterdeckenbausätze**

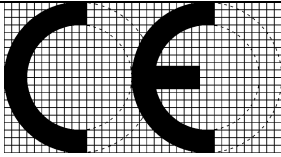
Die folgenden Daten des Unterdeckenbausatzes oder der verschiedenen Bauteile des Bausatzes müssen die CE-Kennzeichnung für alle vorgesehenen Nutzungszwecke begleiten (wenn zutreffend):

- Brandverhalten;
- Feuerwiderstand;
- Freigabe von Asbest;
- Freigabe von Formaldehyd;
- Splittereigenschaften (sicheres Brechen);
- Biegezugfestigkeit (von Decklagen);
- Tragfähigkeit des Abhängerrahmens (Maße und Grenzabmaße);
- elektrische Sicherheit;
- Luftschalldämmung;
- Schallabsorption;
- Wärmeleitfähigkeit;
- Dauerhaftigkeit (Bekleidung, falls von Bedeutung, und Beanspruchungsklasse).

Die Option „keine Leistung bestimmt“ (NPD) darf nicht verwendet werden, wenn die Eigenschaft einem Schwellenwert unterliegt. Andernfalls darf die NPD-Option in den Fällen verwendet werden, in denen die Eigenschaft für einen bestimmten Nutzungszweck keinen gesetzlichen Anforderungen im Bestimmungsland unterliegt.

Bild ZA.1 enthält ein Beispiel für die in den Geschäftsunterlagen erforderlichen Informationen.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                          |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>XYZ GmbH., P.O. Box 21, B 1050</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                          |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>03</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                          |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>EN 13964</b><br>Unterdeckenbausatz zur Nutzung innerhalb von Gebäuden<br><br><table> <tr> <td><b>Brandverhalten:</b></td><td>Paneele Klasse B-s1, d0<br/>Unterkonstruktion Klasse A1</td></tr> <tr> <td><b>Feuerwiderstand:</b></td><td>keine Leistung bestimmt</td></tr> <tr> <td><b>Biegezugfestigkeit:</b></td><td>Klasse 1/B/keine Belastung</td></tr> <tr> <td><b>Tragfähigkeit:</b></td><td>1 400 N (normale Nutzlast)<br/>2 300 N (normale Traglast)</td></tr> <tr> <td><b>Luftschalldämmung:</b></td><td>keine Leistung bestimmt</td></tr> <tr> <td><b>Schallabsorption:</b></td><td>Einzelwert <math>\alpha_m = 0,7</math></td></tr> <tr> <td><b>Wärmeleitfähigkeit:</b></td><td>keine Leistung bestimmt</td></tr> <tr> <td><b>Dauerhaftigkeit:</b></td><td>Korrosionsschutz nach<br/>EN 1396, Klasse 2a</td></tr> </table> |                                                          | <b>Brandverhalten:</b> | Paneele Klasse B-s1, d0<br>Unterkonstruktion Klasse A1 | <b>Feuerwiderstand:</b> | keine Leistung bestimmt | <b>Biegezugfestigkeit:</b> | Klasse 1/B/keine Belastung | <b>Tragfähigkeit:</b> | 1 400 N (normale Nutzlast)<br>2 300 N (normale Traglast) | <b>Luftschalldämmung:</b> | keine Leistung bestimmt | <b>Schallabsorption:</b> | Einzelwert $\alpha_m = 0,7$ | <b>Wärmeleitfähigkeit:</b> | keine Leistung bestimmt | <b>Dauerhaftigkeit:</b> | Korrosionsschutz nach<br>EN 1396, Klasse 2a |
| <b>Brandverhalten:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Paneele Klasse B-s1, d0<br>Unterkonstruktion Klasse A1   |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>Feuerwiderstand:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | keine Leistung bestimmt                                  |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>Biegezugfestigkeit:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Klasse 1/B/keine Belastung                               |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>Tragfähigkeit:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1 400 N (normale Nutzlast)<br>2 300 N (normale Traglast) |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>Luftschalldämmung:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | keine Leistung bestimmt                                  |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>Schallabsorption:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Einzelwert $\alpha_m = 0,7$                              |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>Wärmeleitfähigkeit:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | keine Leistung bestimmt                                  |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |
| <b>Dauerhaftigkeit:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Korrosionsschutz nach<br>EN 1396, Klasse 2a              |                        |                                                        |                         |                         |                            |                            |                       |                                                          |                           |                         |                          |                             |                            |                         |                         |                                             |

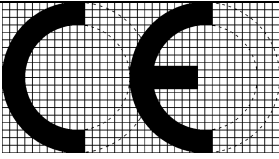
**Bild ZA.1 — Beispiel für die CE-Kennzeichnung von Unterdeckenbausätzen****ZA.3.3 Unterdecken-Unterkonstruktionsbausätze und -Unterkonstruktionsbauteile**

Die folgenden Daten des Unterdecken-Unterkonstruktionsbausatzes und Unterkonstruktionsbauteile müssen die CE-Kennzeichnung für alle vorgesehenen Nutzungszwecke begleiten (wenn zutreffend):

- Brandverhalten;
- Tragfähigkeit des Abhängerrahmens (Maße und Grenzabmaße);
- Dauerhaftigkeit (Bekleidung, falls von Bedeutung, und Beanspruchungsklasse).

Die Option „keine Leistung bestimmt“ (NPD) darf nicht verwendet werden, wenn die Eigenschaft einem Schwellenwert unterliegt. Andernfalls darf die NPD-Option in den Fällen verwendet werden, in denen die Eigenschaft für einen bestimmten Verwendungszweck keinen gesetzlichen Anforderungen im Bestimmungsland unterliegt.

Bild ZA.2 enthält ein Beispiel für die in den Geschäftsunterlagen anzugebenden Informationen.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                                           |  |
| XYZ GmbH., P.O. Box 21, B 1050                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| 03                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| <b>EN 13964</b><br>Unterdecken-Unterkonstruktionsbausatz zur Nutzung innerhalb von Gebäuden<br><br><b>Brandverhalten:</b> Unterkonstruktion Klasse A<br><b>Tragfähigkeit:</b> 1 400 N (normale Nutzlast)<br>2 300 N (normale Traglast)<br><b>Dauerhaftigkeit:</b> Korrosionsschutz nach EN 1396, Klasse 2a |  |

**Bild ZA.2 — Beispiel für die CE-Kennzeichnung von Unterdecken-Unterkonstruktionsbausätzen und -bauteilen**

#### **ZA.3.4 Unterdecken-Decklagen**

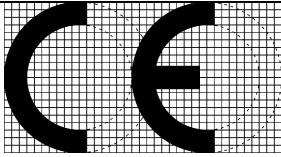
Die folgenden Daten der Unterdecken-Decklage müssen die CE-Kennzeichnung für alle vorgesehenen Nutzungszwecke begleiten (wenn zutreffend):

- Brandverhalten;
- Freigabe von Formaldehyd;
- Freigabe von Asbest;
- Splittereigenschaften (sicheres Brechen);
- Biegezugfestigkeit (der Decklagen);
- Schallabsorption;
- Wärmeleitfähigkeit;
- Dauerhaftigkeit (Bekleidung, falls von Bedeutung, und Beanspruchungsklasse).

Die Option „keine Leistung bestimmt“ (NPD) darf nicht verwendet werden, wenn die Eigenschaft einem Schwellenwert unterliegt. Andernfalls darf die NPD-Option in den Fällen verwendet werden, in denen die Eigenschaft für einen bestimmten Verwendungszweck keinen gesetzlichen Anforderungen im Bestimmungsland unterliegt.

Bild ZA.3 enthält ein Beispiel für die in den Geschäftsunterlagen anzugebenden Informationen.

**EN 13964:2004 + A1:2006 (D)**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                            |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------|-------------|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                            |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
| <b>XYZ GmbH., P.O. Box 21, B 1050</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                            |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
| <b>03</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                            |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
| <b>EN 13964</b><br>Unterdecken-Decklage zur Anwendung innerhalb von Gebäuden<br><br><table> <tr> <td><b>Brandverhalten:</b></td><td>Klasse C-s1, d0</td></tr> <tr> <td><b>Abgabe von Asbest:</b></td><td>kein Gehalt</td></tr> <tr> <td><b>Abgabe von Formaldehyd:</b></td><td>Klasse E1</td></tr> <tr> <td><b>Biegezugfestigkeit:</b></td><td>Klasse 1/B/ohne Belastung</td></tr> <tr> <td><b>Schallabsorption:</b></td><td>Einzelwert <math>\alpha_w = 0,7</math></td></tr> <tr> <td><b>Wärmeleitfähigkeit:</b></td><td>0,02 W/(m·K) (Referenzwerte nach EN 12524)</td></tr> <tr> <td><b>Dauerhaftigkeit:</b></td><td>Korrosionsschutz nach EN 1396, Klasse 2a</td></tr> </table> |                                            | <b>Brandverhalten:</b> | Klasse C-s1, d0 | <b>Abgabe von Asbest:</b> | kein Gehalt | <b>Abgabe von Formaldehyd:</b> | Klasse E1 | <b>Biegezugfestigkeit:</b> | Klasse 1/B/ohne Belastung | <b>Schallabsorption:</b> | Einzelwert $\alpha_w = 0,7$ | <b>Wärmeleitfähigkeit:</b> | 0,02 W/(m·K) (Referenzwerte nach EN 12524) | <b>Dauerhaftigkeit:</b> | Korrosionsschutz nach EN 1396, Klasse 2a |
| <b>Brandverhalten:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Klasse C-s1, d0                            |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
| <b>Abgabe von Asbest:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | kein Gehalt                                |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
| <b>Abgabe von Formaldehyd:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Klasse E1                                  |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
| <b>Biegezugfestigkeit:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Klasse 1/B/ohne Belastung                  |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
| <b>Schallabsorption:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Einzelwert $\alpha_w = 0,7$                |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
| <b>Wärmeleitfähigkeit:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,02 W/(m·K) (Referenzwerte nach EN 12524) |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |
| <b>Dauerhaftigkeit:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Korrosionsschutz nach EN 1396, Klasse 2a   |                        |                 |                           |             |                                |           |                            |                           |                          |                             |                            |                                            |                         |                                          |

**Bild ZA.3 — Beispiel für die CE-Kennzeichnung von Unterdecken-Decklagen**

**ANMERKUNG** Zusätzlich zu allen oben angegebenen spezifischen Informationen zu gefährlichen Stoffen sollte dem Produkt, soweit erforderlich, eine Dokumentation in geeigneter Form beigelegt werden, in der die gesamte Gesetzgebung zu gefährlichen Stoffen, auf deren Einhaltung Anspruch erhoben wird, sowie alle in diesen Gesetzen geforderten Informationen aufgeführt sind. Europäische Rechtsvorschriften ohne nationale abweichende Bestimmungen brauchen nicht erwähnt zu werden.

## **Literaturhinweise**

- [1] EN 1520, *Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus haufwerksporigem Leichtbeton.*
- [2] ENV 1992, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken.*
- [3] prEN 12354-6, *Bauakustik — Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften — Teil 6: Schallabsorption in Räumen.*
- [4] prEN 12602, *Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton.*
- [5] prEN 14246, *Gipselemente für Unterdecken (abgehängte Decken) — Definitionen, Anforderungen und Prüfverfahren.*





# Stahlhochbau

## Bemessung, Konstruktion, Herstellung

**DIN**  
**18 801**

Steel construction in buildings; dimensioning, design, construction  
Construction de bâtiment à ossature métallique; dimensionnement, calcul, construction

Mit DIN 18 800 T1/03.81  
Ersatz für DIN 1050/06.68  
Mit DIN 18 800 T1/03.81 und  
DIN 18 800 T7/05.83  
Ersatz für DIN 4100/12.68

Diese Norm wurde im Fachbereich „Stahlbau“ des NABau ausgearbeitet. Sie ist den Obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

### Inhalt

|                                                               | Seite    |                                                           | Seite    |
|---------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------|----------|
| <b>1 Anwendungsbereich</b>                                    | <b>1</b> | <b>7 Bemessungsannahmen für Verbindungen der Bauteile</b> | <b>3</b> |
| <b>2 Allgemeines</b>                                          | <b>1</b> | 7.1 Grundsätzliche Regeln für Anschlüsse und Stöße        | 3        |
| <b>3 Grundsätze für die Berechnung</b>                        | <b>1</b> | 7.1.1 Kontaktstöße                                        | 3        |
| 3.1 Mitwirkende Plattenbreite (voll mitwirkende Gurtflächen)  | 1        | 7.1.2 Schwerachsen der Verbindungen                       | 3        |
| <b>4 Lastannahmen</b>                                         | <b>2</b> | 7.1.3 Lochleibungsdruck                                   | 3        |
| 4.1 Allgemeines                                               | 2        | 7.2 Schweißverbindungen                                   | 4        |
| 4.2 Einteilung der Lasten                                     | 2        | 7.2.1 Stirnkehlnähte                                      | 4        |
| 4.3 Lastfälle (Lastkombinationen)                             | 2        | 7.2.2 Nicht zu berechnende Nähte                          | 4        |
| <b>5 Erforderliche Nachweise</b>                              | <b>2</b> | 7.2.3 Nicht tragend anzunehmende Schweißnähte             | 4        |
| 5.1 Allgemeiner Spannungsnachweis                             | 2        | 7.2.4 Stumpfstöße in Form- und Stabstählen                | 4        |
| 5.2 Formänderungsuntersuchung                                 | 2        | 7.2.5 Punktschweißung                                     | 4        |
| <b>6 Bemessungsannahmen für Bauteile</b>                      | <b>2</b> | <b>8 Zulässige Spannungen</b>                             | <b>5</b> |
| 6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen; Besondere Bemessungsregeln | 2        | <b>9 Grundsätze für die Konstruktion</b>                  | <b>5</b> |
| 6.1.1 Zugstäbe                                                | 2        | 9.1 Schraubenverbindungen                                 | 5        |
| 6.1.2 Auf Biegung beanspruchte vollwandige Tragwerksteile     | 2        | 9.2 Schweißverbindungen                                   | 5        |
| 6.1.3 Fachwerkträger                                          | 3        | 9.2.1 Punktschweißung                                     | 5        |
| 6.1.4 Aussteifende Verbände, Rahmen und Scheiben              | 3        | <b>10 Korrosionsschutz</b>                                | <b>5</b> |
| 6.2 Seile, Nachweise                                          | 3        | <b>11 Anforderungen an den Betrieb</b>                    | <b>5</b> |
| 6.2.1 Alle Seilarten                                          | 3        |                                                           |          |
| 6.2.2 Vollverschlossene Spiralseile                           | 3        |                                                           |          |

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Bemessung, Konstruktion und Herstellung tragender Bauteile aus Stahl von Hochbauten mit vorwiegend ruhender Beanspruchung mit Materialdicken  $\geq 1,5$  mm. Bauteile mit geringerer Materialdicke, z. B. Trapezprofile, können zusätzliche Regelungen erfordern.

Für Bauten in deutschen Erdbebengebieten gilt außerdem DIN 4149 Teil 1.

## 2 Allgemeines

Diese Fachnorm gilt nur in Verbindung mit den Grundnormen DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981 (alle ent-

sprechenden Verweise beziehen sich auf diese Ausgabe) und DIN 18 800 Teil 7.

Es sind hier nur davon abweichende oder zusätzlich zu beachtende Regelungen aufgeführt.

## 3 Grundsätze für die Berechnung

### 3.1 Mitwirkende Plattenbreite (voll mitwirkende Gurtflächen)

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 3.5)

Bei Trägern mit breiten Gurten, die vorwiegend durch Biegemomente mit Querkraft beansprucht werden, braucht beim allgemeinen Spannungsnachweis die geometrisch vorhandene Gurtfläche nicht reduziert zu werden, es sei denn,

Fortsetzung Seite 2 bis 8

auf tretende Spannungsspitzen können durch Plastizierung nicht abgebaut werden (z. B. bei Stabilitätsproblemen). Bei großen Einzellasten kann die verminderte Mitwirkung sehr breiter Gurte bei der Aufnahme der Biegemomente die Formänderungen nennenswert vergrößern, so daß dieser Einfluß gegebenenfalls berücksichtigt werden muß.

## 4 Lastannahmen

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 4)

### 4.1 Allgemeines

Der Berechnung sind die Lastannahmen aus DIN 1055 Teil 1 bis Teil 6 zugrunde zu legen. Soweit dort ausreichende Angaben fehlen, sind entsprechende Festlegungen durch die Beteiligten zu treffen.

### 4.2 Einteilung der Lasten

Die auf ein Tragwerk wirkenden Lasten werden eingeteilt in Hauptlasten (H), Zusatzlasten (Z) und Sonderlasten (S).

**Hauptlasten** sind alle planmäßigen äußeren Lasten und Einwirkungen, die nicht nur kurzzeitig auftreten, z. B.:

- ständige Last,
- planmäßige Verkehrslast,
- Schneelast,
- sonstige Massenkkräfte,
- Einwirkungen aus wahrscheinlichen Baugrundbewegungen.

**Zusatzlasten** sind alle übrigen bei der planmäßigen Nutzung auftretenden Lasten und Einwirkungen, z. B.:

- Windlast,
- Lasten aus Bremsen und Seitenstoß (z. B. von Kranen),
- andere kurzzeitig auftretende Massenkkräfte,
- Wärmewirkungen.

**Sonderlasten** sind nichtplanmäßige, mögliche Lasten und Einwirkungen, z. B.:

- Anprall,
- Einwirkungen aus möglichen Baugrundbewegungen.

### 4.3 Lastfälle (Lastkombinationen)

Für die Berechnung sind die Lasten wie folgt zu kombinieren:

|             |                                                                                                  |                                                                             |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Lastfall H  | alle Hauptlasten <sup>1)</sup>                                                                   | jeweils in der Kombination, welche die ungünstigsten Schnittkräfte liefert. |
| Lastfall HZ | alle Haupt- und Zusatzlasten                                                                     |                                                                             |
| Lastfall HS | alle Hauptlasten mit nur einer Sonderlast (und gegebenenfalls weiteren Zusatz- und Sonderlasten) |                                                                             |

Wird ein Bauteil, abgesehen von seiner Eigenlast, nur durch Zusatzlasten beansprucht, so gilt die mit der größten Wirkung als Hauptlast.

Bauzeitabhängig dürfen in überschaubaren Fällen Windlasten, Schneelasten und Sonderlasten reduziert werden.

## 5 Erforderliche Nachweise

### 5.1 Allgemeiner Spannungsnachweis

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 5.2)

Beim allgemeinen Spannungsnachweis dürfen Eigenspannungen aus der Herstellung sowie Spannungsspitzen an Kerben, z. B. Löchern, unberücksichtigt bleiben.

### 5.2 Formänderungsuntersuchung

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 5.5)

Formänderungen müssen unter Umständen bei der Schnittkraftermittlung für den Standsicherheitsnachweis berücksichtigt werden.

Eine Beschränkung von Formänderungen hinsichtlich der Gebrauchsfähigkeit kann z. B. zur Vermeidung von Wassersäcken auf Dächern, zur Vermeidung von Rissen in massiven Bauteilen oder zur Sicherung des Betriebes von Maschinen erforderlich werden.

## 6 Bemessungsannahmen für Bauteile

### 6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen;

#### Besondere Bemessungsregeln

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 6.1)

#### 6.1.1 Zugstäbe

##### 6.1.1.1 Gering beanspruchte Zugstäbe

Stäbe, die bei der angenommenen Größe und Verteilung der Lasten keine Kräfte oder nur geringe Zugkräfte erhalten, aber bei kleinen ungewollten Änderungen in Größe und/oder Anordnung der Lasten Druckkräfte übertragen müssen, sind auch für eine angemessene Druckkraft zu bemessen, wobei die Bedingung Schlankheitsgrad  $\lambda \leq 250$  einzuhalten ist.

##### 6.1.1.2 Planmäßig ausmittig beanspruchte Zugstäbe

Bei planmäßig ausmittig beanspruchten Zugstäben ist im allgemeinen außer der Längskraft auch das Biegemoment infolge der Ausmittigkeiten zu berücksichtigen. Dieses Biegemoment darf vernachlässigt werden bei Ausmittigkeiten, die entstehen, wenn

- a) Schwerachsen von Gurten gemittelt werden,
- b) die Anschlußebene eines Verbandes nicht in der Ebene der gemittelten Gurtschwerachsen liegt,
- c) die Schwerachsen der einzelnen Stäbe von Verbänden nicht erheblich aus der Anschlußebene herausfallen.

##### 6.1.1.3 Zugstäbe mit einem Winkelquerschnitt

Wenn die Zugkraft durch unmittelbaren Anschluß eines Winkelschenkels eingeleitet wird, darf die Biegespannung aus Ausmittigkeit unberücksichtigt bleiben.

- wenn bei Anschlüssen mit mindestens 2 in Kraftrichtung hintereinander liegenden Schrauben oder mit Flankenkehlnähten, die mindestens so lang wie die Gurtschenkelbreite sind, die aus der mittig gedachten Längskraft stammende Zugspannung  $0,8 \text{ zu } \sigma$  nicht überschreitet oder
- wenn bei einem Anschluß mit einer Schraube die Bemessung nach DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 6.1.2, letzter Absatz durchgeführt wird.

#### 6.1.2 Auf Biegung beanspruchte vollwandige Tragwerksteile

##### 6.1.2.1 Stützweite

Bei Lagerung unmittelbar auf Mauerwerk oder Beton darf als Stützweite die um  $1/20$ , mindestens aber um  $12 \text{ cm}$ , vergrößerte Lichtweite angenommen werden.

##### 6.1.2.2 Auflagerkräfte von Durchlaufträgern

Die Auflagerkräfte dürfen für die Stützweitenverhältnisse  $\min l \geq 0,8 \text{ max } l$  – mit Ausnahme des Zweifeldträgers – wie für Träger auf zwei Stützen berechnet werden.

<sup>1)</sup> Zum Lastfall H gehört auch die Kombination von Schneelast und Windlast nach DIN 1055 Teil 4, Ausgabe Mai 1977, Abschnitt 5 bzw. DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Abschnitt 5.

### 6.1.2.3 Deckenträger, Pfetten, Unterzüge

Träger, deren Querschnitte zur Lastebene symmetrisch sind, dürfen nach DAST-Richtlinie 008 bemessen werden. Die Beschränkung der Mindestdicken für die in den Erläuterungen zur DAST-Richtlinie 008, Ausgabe März 1973, Tabelle 3, aufgeführten Walzprofile der Stahlsorte St 37 entfällt. Von den Walzprofilen der Stahlsorte St 52 werden folgende ausgeschlossen:

HE 180 A bis HE 340 A und HE 1000 A  
(IPBl 180 bis IPBl 340 und IPBl 1000).

Durchlaufträger dürfen vereinfacht für die Biegemomente

$$M_E = q l^2 / 11 \text{ in den Endfeldern,}$$

$$M_I = q l^2 / 16 \text{ in den Innenfeldern und}$$

$$M_S = -q l^2 / 16 \text{ an den Innenstützen}$$

bemessen werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

- Der Träger hat doppelt-symmetrischen Querschnitt.
- Stöße weisen volle Querschnittsdeckung auf.
- Die Belastung besteht aus feldweise konstanten, gleichgerichteten Gleichstreckenlasten  $q$ , deren Belastung weniger als Null beträgt.
- Bei unterschiedlichen Feldlängen  $l$  darf die kleinste nicht kleiner als 0,8 der größten Feldlänge sein.
- Die Einschränkungen der DAST-Richtlinie 008, Ausgabe März 1973, Abschnitt 7.1 - Örtliches Ausbeulen - (Walzprofile ausgenommen) und Abschnitt 7.2 - Kippen sind zu beachten.

Für  $M_E$  und  $M_I$  sind  $q$  und  $l$  der jeweiligen Felder anzusetzen, für  $M_S$  jedoch stets  $q$  und  $l$  des angrenzenden Feldes, das den größeren Wert liefert.

Mit diesen Biegemomenten und dem elastischen Widerstandsmoment des Querschnittes ist nachzuweisen, daß die Spannungen nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 7, Zeile 2, eingehalten sind.

### 6.1.3 Fachwerkträger

Die Stabkräfte von Fachwerkträgern dürfen unter Annahme reibungsfreier Gelenke in den Knotenpunkten berechnet werden.

Biegespannungen aus Lasten, die zwischen den Fachwerkknoten angreifen, sind zu erfassen. Dagegen brauchen Biegespannungen aus Wind auf die Stabflächen, und bei Zugstäben das Eigengewicht der Stäbe, im allgemeinen für den Einzelstab nicht berücksichtigt zu werden.

### 6.1.4 Aussteifende Verbände, Rahmen und Scheiben

Aussteifende Verbände und Rahmen sind so zu bemessen, daß sie die auf das Tragwerk wirkenden Lasten (z. B. Wind) ableiten und das Bauwerk sowie seine Teile gegen Ausweichen (Instabilitäten) sichern. Dabei sind Herstellungsgenauigkeiten (Imperfektionen), wie z. B. Stützenschiefstellungen, in angemessener Weise zu berücksichtigen. Falls die Verformungen einen nicht vernachlässigbaren Einfluß auf die Schnittgrößen haben, ist der Nachweis nach Theorie II. Ordnung zu führen. Hierbei sind alle Lasten, die auf die Bauwerksteile wirken, die durch den untersuchten Verband oder den untersuchten Rahmen ausgesteift werden, zu berücksichtigen. Bei der Untersuchung sind gegebenenfalls Nachgiebigkeiten in Anschlüssen und Stößen, z. B. bei Schraubenverbindungen mit Lochspiel größer 1 mm, zu berücksichtigen.

Scheiben aus Trapezprofilen, Riffelblechen, Beton, Stahlbeton, Stahlsteindecken, Mauerwerk<sup>2)</sup> können Aufgaben wie Verbände übernehmen.

Holzpfetten dürfen zur Aussteifung von Binderobergurten herangezogen werden.

## 6.2 Seile, Nachweise

### 6.2.1 Alle Seilarten

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 6.2.3.1)

Im Lastfall HS muß die Sicherheit gegenüber der wirklichen Bruchkraft bei Seilen einschließlich Endausbildung  $\nu_{HS} \geq 1,5$  betragen.

### 6.2.2 Vollverschlossene Spiralseile

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 6.2.3.2)

Im Lastfall HS muß die Sicherheit gegen Gleiten bei der Berechnung von Kabelschellen, Umlenkagern oder ähnlichen Bauteilen aus Stahl

- in Schellen  $\nu_{HS} \geq 1,0$  und
- in Umlenkagern  $\nu_{HS} \geq 1,5$  betragen.

Im Lastfall HS müssen folgende Sicherheiten eingehalten werden, wenn für Umlenkager, Schellen, Seilköpfe und Verankerungen Werkstoffe verwendet werden, für die sich aus Abschnitt 8 keine zulässigen Spannungen ermitteln lassen:

- gegen Bruch  $\nu_{HS} \geq 1,5$
- gegen die 0,2%-Dehngrenze  $\nu_{HS} \geq 1,0$ .

## 7 Bemessungsannahmen für Verbindungen der Bauteile

### 7.1 Grundsätzliche Regeln für Anschlüsse und Stöße

#### 7.1.1 Kontaktstöße

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 7.1.8)

Die Übertragung von Druckkräften durch Kontakt ist zulässig. Beim Nachweis sind gegebenenfalls - abhängig von der Ausführung - die lokalen Zusatzverformungen zu berücksichtigen. Die Lagesicherung ist sicherzustellen.

Im Sonderfall durchgehender Stützen von Geschosßbauten mit einem Schlankheitsgrad  $\lambda < 100$ , die nur planmäßig mittig auf Druck beansprucht werden und deren Stöße in den äußeren Viertelteilen der Geschosßhöhen angeordnet sind, dürfen die Deckungsteile und Verbindungsmittel der Stöße für die halbe Stützenlast berechnet werden, wenn die Stoßflächen rechtwinklig zur Stützenachse angeordnet sind, sofern kein genauer Nachweis geführt wird.

(Siehe hierzu auch DIN 18 800 Teil 7, Ausgabe Mai 1983, Abschnitt 3.2.7).

An Kopf und Fuß von nur planmäßig mittig auf Druck beanspruchten Stützen brauchen bei rechtwinkliger Bearbeitung der Endquerschnitte und bei Anordnung ausreichend dicker Auflagerplatten die Verbindungsmittel der Anschlüsse nur für 10% der Stützenlast bemessen zu werden.

#### 7.1.2 Schwerachsen der Verbindungen

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 7.1.2)

Fallen bei Anschlüssen von Winkelstählen die Schwerlinien des Schweißnahtanschlusses oder die Rißlinien bei Schrauben- und Nietanschlüssen nicht mit der Schwerachse des anzuschließenden Stabes zusammen, dürfen die daraus entstehenden Exzentrizitäten beim Nachweis der Verbindungen unberücksichtigt bleiben.

#### 7.1.3 Lochleibungsdruck

Für den Lochleibungsdruck in Bauteilen aus St 37 dürfen in zweischnittigen Verbindungen mit rohen Schrauben mit Lochspiel  $\Delta d \leq 1 \text{ mm}$  abweichend von DIN 18 800 Teil 1,

<sup>2)</sup> Siehe „Die Bautechnik“ 5/79, Seite 158 bis 163. Davies: „Stählerne Rahmen, die durch Mauerwerk ausgesteift sind“.

Tabelle 7, Zeile 4, folgende erhöhte Spannungen ( $\text{zul}\sigma$ ) zugelassen werden:

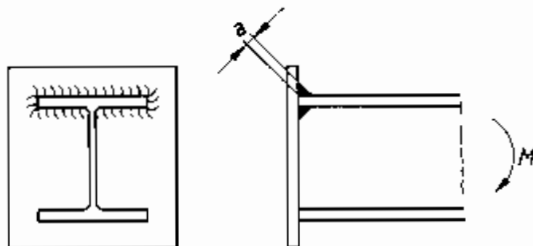
- 300 N/mm<sup>2</sup> im Lastfall H
- 340 N/mm<sup>2</sup> im Lastfall HZ

## 7.2 Schweißverbindungen

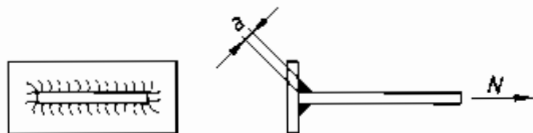
(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 7.3.1.3)

### 7.2.1 Stirnkehlnähte

Für die zulässigen Spannungen in symmetrischen Kehlnähten mit Beanspruchung senkrecht zur Nahtrichtung entsprechend Bild 1 an Bauteilen aus St 37 dürfen die Werte nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 11, Zeilen 1 und 2 angesetzt werden.



a) Beanspruchung durch Biegemoment



b) Beanspruchung durch Normalkraft

Bild 1. Symmetrischer Kehlnahtanschluß bei Beanspruchung senkrecht zur Nahtrichtung

### 7.2.2 Nicht zu berechnende Nähte

Nicht berechnet zu werden brauchen:

- a) Stumpfnähte in Stößen von Stegblechen,
- b) Halsnähte in Biegeträgern, die als
  - D(oppel)-HV-Naht (K-Naht)
  - HV-Naht
  - D(oppel)-HY-Naht (K-Stegnaht) oder
  - HY-Naht
 ausgeführt sind,

siehe  
DIN 18 800  
Teil 1  
Tabelle 6,  
Zeilen 2 bis 6)

### c) Nähte nach Tabelle 1

- wenn sie auf Druck beansprucht werden,
- wenn sie auf Zug beansprucht werden und ihre Nahtgüte nachgewiesen ist.

### 7.2.3 Nicht tragend anzunehmende Schweißnähte

Nähte, die wegen erschwelter Zugänglichkeit nicht einwandfrei ausgeführt werden können, sind in der Berechnung als nicht tragend anzunehmen. Dies kann z. B. gegeben sein bei Kehlnähten mit einem Kehlwinkel kleiner als 60°, sofern keine besonderen Maßnahmen getroffen werden.

### 7.2.4 Stumpfstöße in Form- und Stabstählen

Müssen Stumpfstöße in Formstählen ausnahmsweise ausgeführt werden, so sind in den Schweißnähten bei Beanspruchung durch Zug oder Biegezug

- bei den Stählen St 37-2 und USt 37-2 mit Materialdicken  $\geq 16$  mm die halben Werte der zulässigen Spannungen nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 11, Zeile 2,
- bei anderen Stählen und Dicken die zulässigen Spannungen nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 11, Zeile 5 einzuhalten.

### 7.2.5 Punktschweißung

Punktschweißung ist zulässig für Kraft- und Heftverbindungen, wenn nicht mehr als drei Teile durch einen Schweißpunkt verbunden werden.

Bei Punktschweißung sind in der Berechnung zur Vereinfachung – wie bei der Nietung – die Scher- und Lochleibungsspannungen nachzuweisen. Hierzu ist der Durchmesser  $d$  der Schweißpunkte vom Hersteller durch Vorversuche festzulegen.

In der Berechnung ist

$$d \leq 5\sqrt{t}$$

$d$  und  $t$  in mm

einzusetzen, wobei  $t$  die kleinste Dicke der zu verbindenden Teile ist.

Beim Nachweis der Verbindungen sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- a) Scherspannung:  $\text{vorh } \tau_d \leq 0,65 \cdot \text{zul}\sigma$
- b) Lochleibungsspannung:
  - einschnittige Verbindung:  $\text{vorh } \sigma_l \leq 1,8 \cdot \text{zul}\sigma$
  - zweischnittige Verbindung:  $\text{vorh } \sigma_l \leq 2,5 \cdot \text{zul}\sigma$
 mit  $\text{zul}\sigma$  nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 7, Zeile 2.

Tabelle 1. Nicht zu berechnende Nähte

| Nahtart                         | DIN 18 800 Teil 1<br>Tabelle 6 | Bemerkungen                                                                              |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stumpfnähte                     | Zeile 1                        | ausgenommen zugbeanspruchte Stumpfnähte in Form- und Stabstählen (siehe Abschnitt 7.2.4) |
| D(oppel)-HV-Nähte (K-Nähte)     | Zeile 2                        | —                                                                                        |
| HV-Nähte                        | Zeilen 3 und 4                 | —                                                                                        |
| D(oppel)-HY-Nähte (K-Stegnahte) | Zeile 5                        | nur bei Druckbeanspruchung                                                               |
| HY-Nähte                        | Zeile 6                        |                                                                                          |
| Dreiblechnähte                  | Zeile 13                       | —                                                                                        |

In Kraftrichtung hintereinander sind mindestens 2 Schweißpunkte anzuordnen; es dürfen höchstens 5 in Kraftrichtung hintereinanderliegende Schweißpunkte als tragend in Rechnung gestellt werden. Diese Einschränkung gilt nicht für die Verbindung von Blechen, die vorwiegend Schub in ihrer Ebene abtragen.

## 8 Zulässige Spannungen

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 8)

Für den Lastfall HS

- dürfen die zulässigen Spannungen für den Lastfall H nach DIN 18 800 Teil 1 Tabellen 7 bis 13 um 30% erhöht werden,
- darf die erforderliche Bruchlast auf 77% derjenigen des Lastfalls H abgemindert werden,
- dürfen Nachweise nach Elastizitätstheorie II. Ordnung mit 1,3fachen Lasten geführt werden.

## 9 Grundsätze für die Konstruktion

### 9.1 Schraubenverbindungen

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 9.2.1)

An Bauteilen, die derart belastet werden, daß ein Lockern der Schrauben nicht ausgeschlossen werden kann, sind die Muttern von Schraubenverbindungen gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern, z. B. durch Vorspannen von Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 oder durch Kontern.

## 9.2 Schweißverbindungen

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 9.2.2)

### 9.2.1 Punktschweißung

Für die Abstände der Schweißpunkte untereinander und zum Rand sind die in Tabelle 2 genannten Grenzwerte einzuhalten.

## 10 Korrosionsschutz

Die Bemessung nach DIN 18 800 Teil 1 setzt voraus, daß während der Nutzung des Objektes keine die Standsicherheit beeinträchtigende Korrosion der Stahlbauteile und ihrer Verbindungen eintreten kann. Die Planung, Ausführung und Überwachung aller Korrosionsschutzarbeiten hat deshalb nach DIN 55 928 Teil 1 bis Teil 9, zu erfolgen. Dort nicht genannte Korrosionsschutzstoffe und -verfahren dürfen nur angewandt werden, wenn ihre Brauchbarkeit durch Gutachten einer hierfür geeigneten Materialprüfanstalt nachgewiesen ist.

## 11 Anforderungen an den Betrieb

Betriebe, die geschweißte Stahlkonstruktionen nach dieser Norm herstellen, müssen den Anforderungen von DIN 18 800 Teil 7, Ausgabe Mai 1983, Abschnitt 6 im Sinne des Großen oder Kleinen Eignungsnachweises genügen. Werden Bauteile mit Wanddicken  $< 3$  mm gefertigt, sind besondere Regeln hinsichtlich des schweißgerechten Konstruierens, der Fertigungstoleranzen und der Schweißfolge zu beachten.

Tabelle 2. Grenzwerte für die Abstände von Schweißpunkten untereinander und zum Rand

|                 |                                                                                                 |       |                                                              |                                         |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kraftverbindung | Abstand $e_1$ der Schweißpunkte untereinander                                                   |       | $3d \leq e_1 \leq 6d$                                        |                                         |
|                 | Randabstand $e_2$ in Kraftrichtung                                                              |       | $2,5d \leq e_2 \leq 5d$                                      |                                         |
|                 | Randabstand $e_3$ rechtwinklig zur Kraftrichtung                                                |       | $2d \leq e_3 \leq 4d$                                        |                                         |
| Heftverbindung  | Beanspruchung der Bauteile                                                                      |       | außenliegende Bauteile<br>nicht umgebördelt      umgebördelt |                                         |
|                 | Abstand $e_H$ der Schweißpunkte untereinander                                                   | Druck | $e_{H1} \leq 8d$<br>$e_{H1} \leq 20t$                        | $e_H \leq 12d$<br>$e_H \leq 30t$        |
|                 |                                                                                                 | Zug   | $e_H \leq 12d$<br>$e_H \leq 30t$                             | $e_H \leq 18d$<br>$e_H \leq 45t$        |
|                 | Randabstand $e_{HR}$                                                                            | Druck | $e_{HR} \leq 4d$<br>$e_{HR} \leq 10t$                        | $e_{HR} \leq 6d$<br>$e_{HR} \leq 15t$   |
|                 |                                                                                                 | Zug   | $e_{HR} \leq 6d$<br>$e_{HR} \leq 15t$                        | $e_{HR} \leq 9d$<br>$e_{HR} \leq 22,5t$ |
|                 | $d$ Schweißpunktdurchmesser nach Abschnitt 7.2.5<br>$t$ Dicke des dünnsten außenliegenden Teils |       |                                                              |                                         |

## Zitierte Normen und andere Unterlagen

|                              |                                                                                                                                            |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 1055 Teil 1              | Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel                                               |
| DIN 1055 Teil 2              | Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel                                              |
| DIN 1055 Teil 3              | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten                                                                                                    |
| DIN 1055 Teil 4              | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke                                                   |
| DIN 1055 Teil 5              | Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Schneelast und Eislast                                                                            |
| DIN 1055 Teil 6              | Lastannahmen für Bauten; Lasten in Silozellen                                                                                              |
| DIN 4149 Teil 1              | Bauten in deutschen Erdbebengebieten, Lastannahmen; Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten                                           |
| DIN 18 800 Teil 1            | Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion                                                                                                    |
| DIN 18 800 Teil 7            | Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen                                                                                   |
| DIN 55 928 Teil 1            | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Allgemeines                                                            |
| DIN 55 928 Teil 2            | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutzgerechte Gestaltung                                    |
| DIN 55 928 Teil 3            | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Planung der Korrosionsschutzarbeiten                                   |
| DIN 55 928 Teil 4            | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen                               |
| DIN 55 928 Teil 5            | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Beschichtungsstoffe und Schutzsysteme                                  |
| DIN 55 928 Teil 6            | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Ausführung und Überwachung der Korrosionsschutzarbeiten                |
| DIN 55 928 Teil 7            | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Technische Regeln für Kontrollflächen                                  |
| DIN 55 928 Teil 8            | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen (Stahlleichtbau) |
| DIN 55 928 Teil 9            | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Bindemittel und Pigmente für Beschichtungsstoffe                       |
| DAST-Ri 008                  | Richtlinien zur Anwendung des Traglastverfahrens im Stahlbau <sup>3)</sup>                                                                 |
| Die Bautechnik <sup>4)</sup> |                                                                                                                                            |

## Frühere Ausgaben

DIN 1050: 08.34, 07.37xxxxx, 10.46, 12.57x, 06.68

DIN 4100: 05.31, 07.33, 08.34xxxx, 12.56, 12.68

## Änderungen

Gegenüber DIN 1050/06.68 und DIN 4100/12.68 wurden folgende Änderungen vorgenommen (siehe hierzu auch Erläuterungen):

- Inhalt im Zuge der Neuordnung des Stahlbaunormenwerks in Grund- (DIN 18 800 Teil 1) und Fachnorm (DIN 18 801) gegliedert.
- Anwendungsbereich auf Materialdicken  $\geq 1,5$  mm erweitert.
- Angaben zur Berechnung nach dem „Traglastverfahren“ geändert.
- Angaben zur Punktschweißung aufgenommen.

## Erläuterungen

Die vorliegende Norm, die im NABau-Arbeitsausschuß VIII 12 „Stahl im Hochbau“ erarbeitet wurde, stellt im Rahmen der Neuordnung des Stahlbaunormenwerks (siehe Übersicht 1) die Fachnorm für das Anwendungsgebiet „Stahlhochbau“ dar. Sie ersetzt zusammen mit der Grundnorm DIN 18 800 Teil 1 die bisherige „Hochbaunorm“ DIN 1050.

Bislang waren die für einen Stahlhochbau zu beachtenden Regelungen in einer Anzahl von Normen und Richtlinien angegeben, so z. B. in DIN 1000, DIN 1050, DIN 4100, Beiblatt 1 und 2 zu DIN 4100, DIN 4114 Teil 1 und Teil 2, DIN 4115, DAST-Ri 010, wobei diese Aufzählung noch unvollständig ist.

Durch die Neuordnung des Stahlbaunormenwerks wird eine erhebliche Straffung und Vereinfachung angestrebt.

In Grundnormen (z. B. DIN 18 800 Teil 1, siehe auch Übersicht 1) sind die für alle Anwendungsgebiete des Stahlbaus einheitlich zu beachtenden Regeln enthalten. Darüber hinaus gibt es für bestimmte Anwendungsgebiete Fachnormen (z. B. DIN 18 801, siehe auch Übersicht 1), die dann lediglich die in diesem Bereich zusätzlich zu beachtenden besonderen Regelungen enthalten.

### Zu Abschnitt 1

Gegenüber DIN 1050 ist die untere Materialdicke von 4 mm einheitlich auf 1,5 mm herabgesetzt worden. Die noch im

<sup>3)</sup> Bezugsquelle: Stahlbau-Verlag GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1

<sup>4)</sup> Bezugsquelle: Wilhelm Ernst & Sohn, Hohenzollerndamm 170, 1000 Berlin 31

Entwurf zur Norm enthaltene und aus DIN 4115 übernommene Staffelung der Mindestmaterialdicken – im Hinblick auf Korrosion – nach innen und außen liegenden Bauteilen, sowie offenen und Hohlprofilen wurde fallengelassen, da auch innen liegende Bauteile einem erhöhten Korrosionsangriff ausgesetzt sein können und außerdem für die Anwendbarkeit dieser Norm ein ausreichender Korrosionsschutz Grundvoraussetzung ist (siehe Abschnitt 10).

Durch die Begrenzung der Materialdicke nach unten sind dünnere Bauteile nicht – wie vielfach fälschlicherweise angenommen – verboten; ihre Anwendung ist lediglich nicht durch diese Norm geregelt.

Werden in anderen Normen, z. B. über Stahltrapezprofile oder Abhängungen von Deckenbekleidungen Regelungen für dünnere Materialdicken getroffen, so sind diese im Rahmen des Anwendungsbereiches dieser Norm anwendbar.

#### Zu Abschnitt 5.2

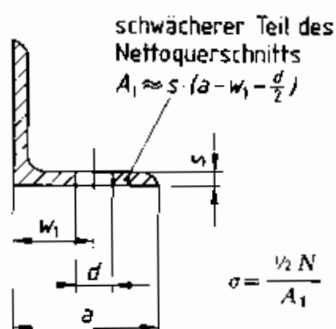
Die Berücksichtigung von Formänderungen beschränkt sich im allgemeinen nicht nur auf die Schnittkraftermittlung bei Nachweisen nach Theorie II. Ordnung.

Formänderungen können unter Umständen auch zu einer Erhöhung der anzusetzenden Lasten führen. Zum Beispiel können Formänderungen bei Flachdächern größere Wasseransammlungen verursachen, die erhöhten Lastansatz erforderlich machen. Im allgemeinen sind auch die Formänderungen stabilisierender Bauteile zu überprüfen und so zu begrenzen, daß die Bauteile tatsächlich ihren Zweck erfüllen.

#### Zu Abschnitt 6.1.1.3

Die bisher in DIN 1050 enthaltene Vereinfachung, daß bei einem auf Zug beanspruchten Winkelstahl das durch den in der Regel ausmittigen Anschluß verursachte Biegemoment unberücksichtigt bleiben darf, sofern die mittig gedachte Zugspannung  $0,8 \text{ zu } \sigma$  nicht überschreitet, ist bei „Ein-Schraubenanschlüssen“ nicht mehr vertretbar.

Nach den Regeln der Grundnorm ist hierbei der Nachweis mit der halben zu übertragenden Kraft und dem schwächeren Teil  $A_1$  des Nettoquerschnitts (Beispiel siehe Bild) zu führen. Der angeschlossene Winkelschenkel ist dabei quasi als Flachstahl zu betrachten, wobei außerdem zu beachten ist, daß bei Einhaltung der Wurzelmaße nach DIN 997 das Schraubenloch in der Regel nicht in der Mitte des betrachteten Schenkels liegt.



#### Zu Abschnitt 6.1.2.3

Die aufgeführten Näherungsformeln sind aus dem Traglastverfahren abgeleitet und gelten in den angegebenen Gren-

zen. Für Träger mit einem konstant über die Länge durchlaufenden Profil, das an Stößen volle Querschnittsdeckung aufweist, braucht stets nur die Vollast ( $\max q$ ) als Belastung  $q$  angesetzt zu werden.

Die Näherungsformeln dürfen nicht verwendet werden, wenn in einem Feld die Vollast ( $\max q$ ) und gleichzeitig in einem anderen Feld eine zur Wirkungsweise von  $\max q$  negative Gleichstreckenlast auftreten kann.

Bei der Wahl unterschiedlicher Profile bzw. bei Trägerstößen ohne volle Querschnittsdeckung ist anhand der extremen Schnittgrößen nachzuweisen, daß die Konstruktion ausreichend dimensioniert ist. Man verhindert damit das vorzeitige Auftreten eines Fließgelenkes bzw. die Reduktion der erforderlichen Sicherheit.

#### Zu Abschnitt 6.1.4

Voraussetzung für die Verwendung von Holzplatten zur Aussteifung von Binderobergurten ist, daß der Schlupf der Verbindungsmittel nicht größer ist als z. B. beim Anschluß von Stahlplatten mit rohen Schrauben.

#### Zu Abschnitt 7.1.1

Die Übertragung von Druckkräften durch Kontakt ist im Stahlhochbau üblich und bewährt.

Eine einwandfreie und verformungsarme Übertragung von Druckkräften durch Kontakt setzt eine saubere Bearbeitung der Kontaktflächen voraus, mit der ein vollflächiges Anliegen auch ohne Kraftübertragung gesichert ist und mit der erreicht wird, daß die Wirkungslinie der Kraft etwa normal zur Kontaktfläche steht. Schließlich muß durch konstruktive Maßnahmen dafür gesorgt werden, daß die gegenseitige Lage der Kontaktflächen gesichert ist.

Versuche haben gezeigt, daß auch bei sorgfältiger Ausführung ein voller Kontakt vor Aufbringen der Last nicht zu erreichen ist. Es ist daher mit einem „Setzen“ der Konstruktion zu rechnen. (Dies tritt bei Übertragung von Kräften über Paßschrauben-, über gleitfeste Reib- und über Schweißverbindungen nicht in diesem Maß auf, so daß lokale Zusatzverformungen in diesen Verbindungen vernachlässigt werden).

Falls Konstruktionen in ihrer Gebrauchsfähigkeit gegen die Auswirkungen lokaler Zusatzverformungen in Kontaktstößen empfindlich sind, sind diese nach Bearbeitungsgrad zu schätzen und gegebenenfalls zu berücksichtigen. Versuche können in kritischen Fällen zu einer sicheren Beurteilung führen.

Bei der Übertragung von Druckkräften durch Kontakt muß besonders sorgfältig geprüft werden, ob auch unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bei den Lastannahmen, der Unvollkommenheiten bei der Berechnung der Schnittgrößen und der Verformungen immer Druckkräfte auftreten. Falls dies nicht gesichert ist, ist eine angemessene Übertragung von Zugkräften durch entsprechende Verbindungen sicherzustellen.

Bei der Beurteilung lokaler Stabilitätsprobleme, z. B. bei der Beulsicherheit dünner Bleche im Bereich von Kontaktstößen ist zu berücksichtigen, daß im allgemeinen durch den Kontaktstoß größere geometrische Imperfektionen als sonst in Kauf genommen werden müssen, z. B. ein kleiner Versatz der Mittellinien der gestoßenen Bleche.

**Übersicht 1. Vorgesehene Gliederung in Grund- und Fachnormen**

| Neue bzw. geplante Regelungen                             | Grundnormen                                                                                                                                                                                                                                                             | Zur Zeit gültige Regelungen                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 18 800 Teil 1<br>DIN 18 800 Teil 2<br>(z. Z. Entwurf) | Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion<br>Stahlbauten; Stabilitätsfälle; Knicken von Stäben und Stabwerken<br>Stahlbauten; Stabilitätsfälle; Beulen von Platten<br>Stahlbauten; Stabilitätsfälle; Beulen von Schalen<br>Stahlbauten; Verbundkonstruktionen, Grundlagen | DIN 4114 Teil 1 und Teil 2<br><br>DIN 4114 Teil 1 und Teil 2<br>DAST-Ri 012<br>Sonderfälle in<br>DIN 15 018, DIN 4119, DIN 4133<br>Richtlinien für Stahlverbundträger |
| DIN 18 800 Teil 7                                         | Stahlbauten; Bemessung bei häufig wiederholter Beanspruchung<br>Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen<br>Stahlbauten; Erhaltung                                                                                                                      |                                                                                                                                                                       |

| Neue bzw. geplante Regelungen        | Fachnormen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Zur Zeit gültige Regelungen                                                             |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 18 801                           | Stahlhochbau; Bemessung, Konstruktion, Herstellung<br>Niedrigdruckgasbehälter und oberirdische Tankbauwerke<br>Antennentragwerke aus Stahl; Berechnung und Ausführung<br>Kranbahnen; Stahltragwerke; Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung<br>Schornsteine aus Stahl; Statische Berechnung und Ausführung | DIN 3397;<br>DIN 4119 Teil 1 und Teil 2<br><br>DIN 4131<br><br>DIN 4132<br><br>DIN 4133 |
| DIN 18 806 Teil 1<br>(z. Z. Entwurf) | Verbundkonstruktionen; Verbundstützen                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                         |
| DIN 18 807 Teil 1<br>(z. Z. Entwurf) | Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile, Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung                                                                                                                                                                                                         |                                                                                         |
| DIN 18 807 Teil 2<br>(z. Z. Entwurf) | Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile; Durchführung und Auswertung von Traglastversuchen                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                         |
| DIN 18 807 Teil 3<br>(z. Z. Entwurf) | Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile; Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                         |
| DIN 18 808<br>(z. Z. Entwurf)        | Stahlbauten; Tragwerke aus Hohlprofilen unter vorwiegend ruhender Beanspruchung<br>Stählerne Straßenbrücken<br>Verbundträger-Straßenbrücken                                                                                                                                                                                         | DIN 4115<br><br>DIN 1073, DIN 1079, DIN 4101<br>Richtlinien für Stahlverbundträger      |

**Internationale Patentklassifikation**

E 04 B 1-08



**Stahlbauten**Tragwerke aus Hohlprofilen unter vorwiegend  
ruhender Beanspruchung**DIN**  
**18 808**

Steel structures consisting of hollow sections predominantly static loaded

Constructions en acier; construction à charpente en profil creux sous charge prépondérante statique

Diese Norm ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

**Inhalt**

|                                                       | Seite | Seite                                                     |
|-------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                      | 1     | <b>4.5 Fachwerkknoten mit Versteifungen und mittelba-</b> |
| <b>2 Begriff</b> .....                                | 1     | <b>ren Anschlüssen</b> .....                              |
| <b>3 Werkstoffe</b> .....                             | 1     | 4.5.1 Versteifte Fachwerkknoten .....                     |
| <b>4 Fachwerke</b> .....                              | 1     | 4.5.2 Anschlüsse mit Knotenblechen .....                  |
| 4.1 Allgemeines zur Bemessung .....                   | 1     | 4.6 Lasteinleitungsstellen .....                          |
| 4.2 Benennungen und Formelzeichen .....               | 2     | 4.7 Räumliche Fachwerkknoten .....                        |
| 4.3 Fachwerkstäbe .....                               | 4     | <b>5 Biegesteife Rahmenecken aus Rechteckhohlprofil-</b>  |
| 4.4 Unversteifte Fachwerkknoten .....                 | 5     | <b>len</b> .....                                          |
| 4.4.1 Wanddickennachweise .....                       | 5     | <b>6 Stumpfstöße</b> .....                                |
| 4.4.1.1 Vorhandenes Wanddickenverhältnis .....        | 5     | <b>7 Anforderungen an Betrieb und Schweißer</b> .....     |
| 4.4.1.2 Erforderliches Wanddickenverhältnis .....     | 5     | 7.1 Anforderungen an den Betrieb .....                    |
| 4.4.2 Zusätzlicher Nachweis für den Fall $g > 2c$ und | 10    | 7.2 Anforderungen an die Schweißer .....                  |
| gleichzeitig $\gamma > 0,7$ .....                     | 10    | Zitierte Normen und andere Unterlagen .....               |
| 4.4.3 Schweißverbindungen .....                       | 11    | Weitere Normen und andere Unterlagen .....                |
| 4.4.3.1 Allgemeines .....                             | 11    | Erläuterungen .....                                       |
| 4.4.3.2 Schweißnahtdicke .....                        | 11    |                                                           |
| 4.4.3.3 Ausführung der Schweißnähte .....             | 11    |                                                           |

**1 Anwendungsbereich**

Diese Norm ist anzuwenden für vorwiegend ruhend beanspruchte tragende Bauteile aus Stahlhohlprofilen, die ohne Veränderung ihrer Querschnitte verbunden werden.

Knoten und Stöße sind ausreichend sicher und gebrauchsfähig ausgebildet, wenn hierfür die Bestimmungen dieser Norm angewendet werden.

**2 Begriff**

Hohlprofile im Sinne dieser Norm sind Stäbe mit geschlossenem, kreisförmigem oder rechteckigem (einschließlich quadratischem) Hohlquerschnitt, bei denen planmäßig die Wanddicke ringsum konstant ist und in der Längsrichtung des Stabes gleichbleibt (siehe DIN 2448, DIN 2458, DIN 59 410 und DIN 59 411).

**3 Werkstoffe**

Es dürfen im allgemeinen nur die Stähle St37-2, St37-3 und St52-3 nach DIN 17 100, DIN 17 119, DIN 17 120 und DIN 17 121 verwendet werden, im folgenden kurz mit St37 bzw. St52 bezeichnet.

Bei Verwendung anderer Baustähle siehe DIN 18 800 Teil 1/03.81, Abschnitt 2.1.1, zweiter und dritter Absatz.

**4 Fachwerke****4.1 Allgemeines zur Bemessung**

Fachwerke aus Hohlprofilen sind für die Stäbe nach Abschnitt 4.3 und für die Knoten nach den Abschnitten 4.4 und 4.5 zu bemessen.

Fortsetzung Seite 2 bis 20

#### 4.2 Benennungen und Formelzeichen

Nach Bild 1 wird zwischen am Knoten durchlaufenden und am Knoten endenden Hohlprofilen unterschieden. Hierbei werden die durchlaufenden Hohlprofile mit der Nummer 0, die endenden Hohlprofile im Uhrzeigersinn fortlaufend mit 1, 2, ... gekennzeichnet. Außerdem wird zwischen aufgesetzten und untergesetzten Hohlprofilen unterschieden.

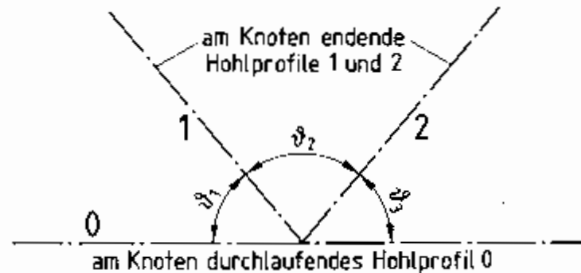


Bild 1. Beispiel für die Numerierung der an einem Knoten zusammentreffenden Hohlprofile

Die für die erforderlichen Nachweise benötigten wichtigsten Formelzeichen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt und durch die Bilder der Tabelle 2 erläutert.

Im Beispiel von Tabelle 2, Zeile 2, ist:

- Stab 0 bezüglich der Stäbe 1 und 2 untergesetztes Hohlprofil,
- Stab 1 bezüglich der Stäbe 0 und 2 aufgesetztes Hohlprofil,
- Stab 2 bezüglich Stab 0 aufgesetztes, bezüglich Stab 1 untergesetztes Hohlprofil.

Tabelle 1. Zusammenstellung der wichtigsten Formelzeichen

|   |                                                     | 1         | 2                                 | 3                          | 4                                                    | 5                                           |
|---|-----------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|   |                                                     | allgemein | unter-<br>gesetztes<br>Hohlprofil | aufgesetztes<br>Hohlprofil | am Knoten<br>durchlaufendes<br>Hohlprofil<br>$i = 0$ | endende<br>Hohlprofile<br>$i = 1, 2, \dots$ |
| 1 | Wanddicke                                           | $t$       | $t_u$                             | $t_a$                      | $t_0$                                                | $t_i$                                       |
| 2 | Durchmesser                                         | $d$       | $d_u$                             | $d_a$                      | $d_0$                                                | $d_i$                                       |
| 3 | Breite = Abmessung senkrecht zur Tragwerksebene     | $b$       | $b_u$                             | $b_a$                      | $b_0$                                                | $b_i$                                       |
| 4 | Höhe = Abmessung in Tragwerksebene                  | $h$       | $h_u$                             | $h_a$                      | $h_0$                                                | $h_i$                                       |
| 5 | Querschnittsfläche                                  | $A$       | $A_u$                             | $A_a$                      | $A_0$                                                | $A_i$                                       |
| 6 | Normalkraft im Stab                                 | $N$       | $N_u$                             | $N_a$                      | $N_0$                                                | $N_i$                                       |
| 7 | Streckgrenze                                        | $\beta_s$ | $\beta_{su}$                      | $\beta_{sa}$               | $\beta_{s0}$                                         | $\beta_{si}$                                |
| 8 | Normalspannung in Achsrichtung des Stabes am Knoten | $\sigma$  | $\sigma_u$                        | $\sigma_a$                 | $\sigma_0$                                           | $\sigma_i$                                  |

Weitere Formelzeichen:

$g$  Spaltweite (siehe Tabelle 2, Zeile 1)

$e$  Exzentrizität (siehe Bild 2)

$c = 0,5 \cdot (b_u - b_a)$  |  
 $c = 0,5 \cdot (d_u - d_a)$  | Flankenabstand

$l_{ij}$  Länge der Überlappung (siehe Tabelle 2, Zeilen 2 und 3)

$\gamma = \frac{b_a}{b_u}$  |  
 $\gamma = \frac{d_a}{d_u}$  | Breitenverhältnis (siehe Tabelle 2)  
 $\gamma = \frac{d_a}{b_u}$  |

$\vartheta, \vartheta_i, (i = 1, 2, \dots)$  Anschlußwinkel zwischen zwei Hohlprofilen (siehe Bild 1 und Tabelle 2)

Weitere Formelzeichen werden am Ort ihrer Einführung erläutert.

Tabelle 2. Beispiele für Benennungen und maßgebende Parameter

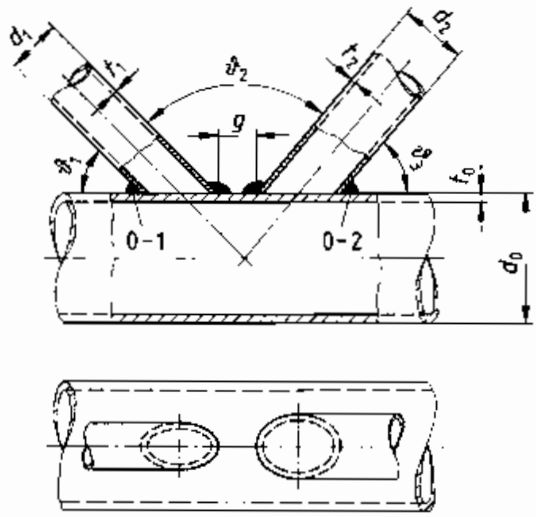
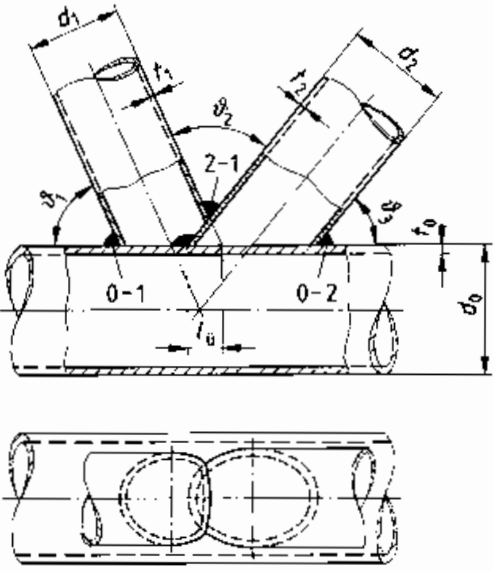
| Spalte 1 |                       | 2                                                                                   | 3                                      | 4                                                                  | 5                                  | 6                                       | 7         |
|----------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| Zeile    | Benennung des Knotens | Bild                                                                                | Für den Nachweis maßgebender Parameter |                                                                    |                                    |                                         |           |
|          |                       |                                                                                     | Anschluß                               | Dicke<br>$t_u$   $t_a$<br>unter-   auf-<br>gesetztes<br>Hohlprofil | Anschluß-<br>winkel<br>$\vartheta$ | Breiten-<br>ver-<br>hältnis<br>$\gamma$ |           |
| 1        | Knoten mit Spalt      |   | 0-1                                    | $t_0$                                                              | $t_1$                              | $\vartheta_1$                           | $d_1/d_0$ |
|          |                       |                                                                                     | 0-2                                    | $t_0$                                                              | $t_2$                              | $\vartheta_3$                           | $d_2/d_0$ |
| 2        | Knoten überlappt      |  | 0-1                                    | $t_0$                                                              | $t_1$                              |                                         |           |
|          |                       |                                                                                     | 0-2                                    | $t_0$                                                              | $t_2$                              |                                         |           |
|          |                       |                                                                                     | 2-1                                    | $t_2$                                                              | $t_1$                              |                                         |           |

Tabelle 2. (Fortsetzung)

| Spalte                                                                                                                                         | 1                                 | 2    | 3                                      | 4                                                   | 5                                        | 6                                       | 7                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Zeile                                                                                                                                          | Benennung des Knotens             | Bild | Für den Nachweis maßgebender Parameter |                                                     |                                          |                                         |                                         |
|                                                                                                                                                |                                   |      | An-<br>schluß                          | Dicke<br>$t_u$<br>unter-<br>gesetztes<br>Hohlprofil | $t_a$<br>auf-<br>gesetztes<br>Hohlprofil | An-<br>schluß-<br>winkel<br>$\vartheta$ | Breiten-<br>ver-<br>hältnis<br>$\gamma$ |
| 3                                                                                                                                              | Knoten mit Vertikalstab überlappt |      | 0-1                                    | $t_0$                                               | $t_1$                                    |                                         |                                         |
|                                                                                                                                                |                                   |      | 0-3                                    | $t_0$                                               | $t_3$                                    |                                         |                                         |
|                                                                                                                                                |                                   |      | 0-2                                    | $t_0$                                               | $t_2$                                    |                                         |                                         |
|                                                                                                                                                |                                   |      | 3-2                                    | $t_3$                                               | $t_2$                                    |                                         |                                         |
|                                                                                                                                                |                                   |      | 1-2                                    | $t_1$                                               | $t_2$                                    |                                         |                                         |
|                                                                                                                                                |                                   |      |                                        |                                                     |                                          |                                         |                                         |
| Anmerkung 1: Für Anschlüsse von Rechteckhohlprofilen ist analog zu verfahren; dabei ist in Spalte 7 unter Umständen $d$ durch $b$ zu ersetzen. |                                   |      |                                        |                                                     |                                          |                                         |                                         |
| Anmerkung 2: Beim Nachweis überlappter Knoten werden die Werte $\vartheta$ und $\gamma$ , Spalten 6 und 7 nicht benötigt.                      |                                   |      |                                        |                                                     |                                          |                                         |                                         |

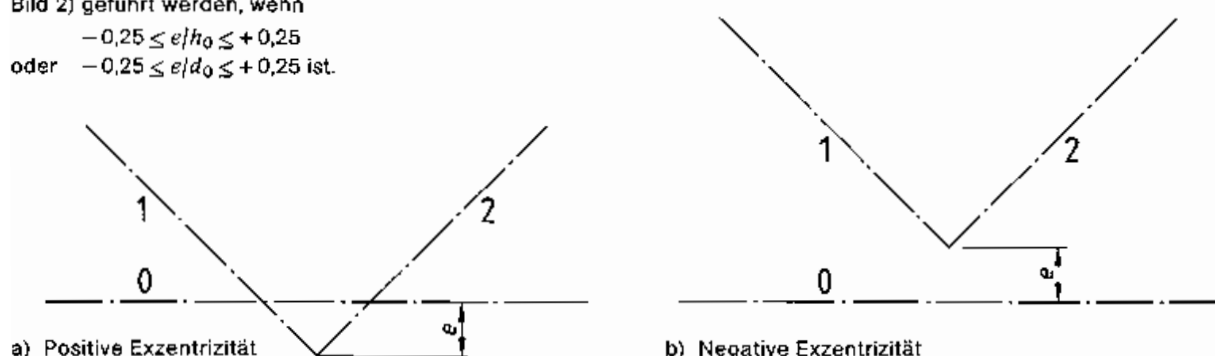
### 4.3 Fachwerkstäbe

Stäbe sind nach DIN 18800 Teil 1, DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 und gegebenenfalls nach DAST-Ri 012 und DAST-Ri 013 nachzuweisen. Für die Stababmessungen sind die Grenzen und Regelungen nach Tabelle 3 zu beachten.

Der Nachweis für durchlaufende Gurtstäbe darf ohne Berücksichtigung der Zusatzmomente infolge der Exzentrizität  $e$  (siehe Bild 2) geführt werden, wenn

$$-0,25 \leq e/h_0 \leq +0,25$$

$$\text{oder } -0,25 \leq e/d_0 \leq +0,25 \text{ ist.}$$

Bild 2. Vorzeichenregelung für die Exzentrizität  $e$  bei nicht systemlinientreuer Ausbildung eines Fachwerkknotens

Beim allgemeinen Spannungsnachweis für die Füllstäbe in Fachwerken sind als Bauteilspannungen die nach DIN 18800 Teil 1/03.81, Tabelle 11, Zeilen 4 bis 6, einzuhalten.

Für die Gurtstäbe gelten beim allgemeinen Spannungsnachweis die Werte nach DIN 18800 Teil 1/03.81, Tabelle 7. Eventuell können dabei Zusatznachweise nach Abschnitt 4.4.2 erforderlich sein.

Tabelle 3. Grenzen und Regelungen für Stababmessungen in Fachwerken

| Zeile | Gültigkeitsbereich            |                                        |
|-------|-------------------------------|----------------------------------------|
| 1     | $d \leq 500 \text{ mm}$       |                                        |
|       | $h \leq 400 \text{ mm}$       |                                        |
|       | $b \leq 400 \text{ mm}$       |                                        |
| 2     | $0,5 \leq h/b \leq 2,0$       |                                        |
| 3     | $t \geq 1,5 \text{ mm}$       |                                        |
|       | St 37: $t \leq 30 \text{ mm}$ |                                        |
|       | St 52: $t \leq 25 \text{ mm}$ |                                        |
| 4     | St 37: $d/t \leq 100$         | bei Druckstäben                        |
|       | St 52: $d/t \leq 67$          |                                        |
|       | St 37: $b/t \leq 43$          |                                        |
|       | St 52: $b/t \leq 36$          |                                        |
| 5     | $d/t \leq 35$                 | für die Gurtstäbe bei Knotennachweisen |
|       | $b/t \leq 35$                 |                                        |

#### 4.4 Unversteifte Fachwerkknoten

##### 4.4.1 Wanddickennachweise

Ausreichende Gestaltfestigkeit und damit ausreichende Tragfähigkeit des Knotens wird erreicht, wenn für zwei unmittelbar miteinander verbundene Hohlprofile das vorhandene Wanddickenverhältnis  $\text{vorh}(t_u/t_a)$  größer oder gleich dem erforderlichen Wanddickenverhältnis  $\text{erf}(t_u/t_a)$  ist:

$$\text{vorh} \left( \frac{t_u}{t_a} \right) \geq \text{erf} \left( \frac{t_u}{t_a} \right) \quad (1)$$

##### 4.4.1.1 Vorhandenes Wanddickenverhältnis

Das vorhandene Wanddickenverhältnis  $\text{vorh}(t_u/t_a)$  ist das Verhältnis der Wanddicke des untergesetzten Profils zu der des aufgesetzten.

Werden für aufgesetzte und untergesetzte Hohlprofile Stähle mit unterschiedlichen Streckgrenzen  $\beta_S$  verwendet, ist das geometrisch vorhandene Wanddickenverhältnis  $(t_u/t_a)$  durch das Verhältnis

$$\frac{t_u}{t_a} \cdot \frac{\beta_{Su}}{\beta_{Sa}}$$

zu ersetzen.

Wenn im aufgesetzten Hohlprofil die zulässige Spannung  $\sigma$  nach DIN 18 800 Teil 1/03.81, Tabelle 11, Zeilen 4 bis 6, nicht ausgenutzt ist, darf die geometrisch vorhandene Dicke  $t_a$  durch die reduzierte Wanddicke

$$\text{red } t_a = t_a \cdot \frac{\text{vorh } \sigma_a}{\text{zul } \sigma_a} \quad (2)$$

ersetzt werden.

##### 4.4.1.2 Erforderliches Wanddickenverhältnis

Das erforderliche Wanddickenverhältnis  $\text{erf}(t_u/t_a)$  kann für Breitenverhältnisse  $\gamma \geq 0,35$  aus Tabelle 4 und den Bildern 3 bis 8 entnommen werden.

Bei dickwandigen untergesetzten Hohlprofilen mit  $\frac{d_u}{t_u} \leq 20$  bzw.  $\frac{b_u}{t_u} \leq 20$  darf  $\gamma \leq 0,35$  sein, wenn

$$\text{vorh} \left( \frac{t_u}{t_a} \right) \geq \frac{1}{\gamma} \text{ oder } \text{erf} \left( \frac{t_u}{t_a} \right) = \frac{1}{\gamma} \quad (3)$$

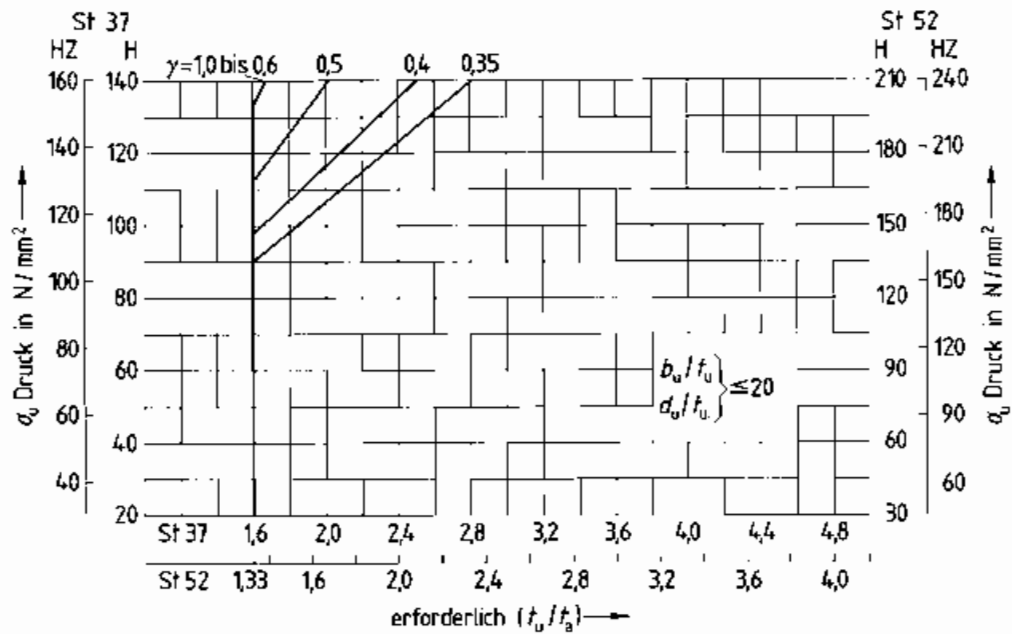
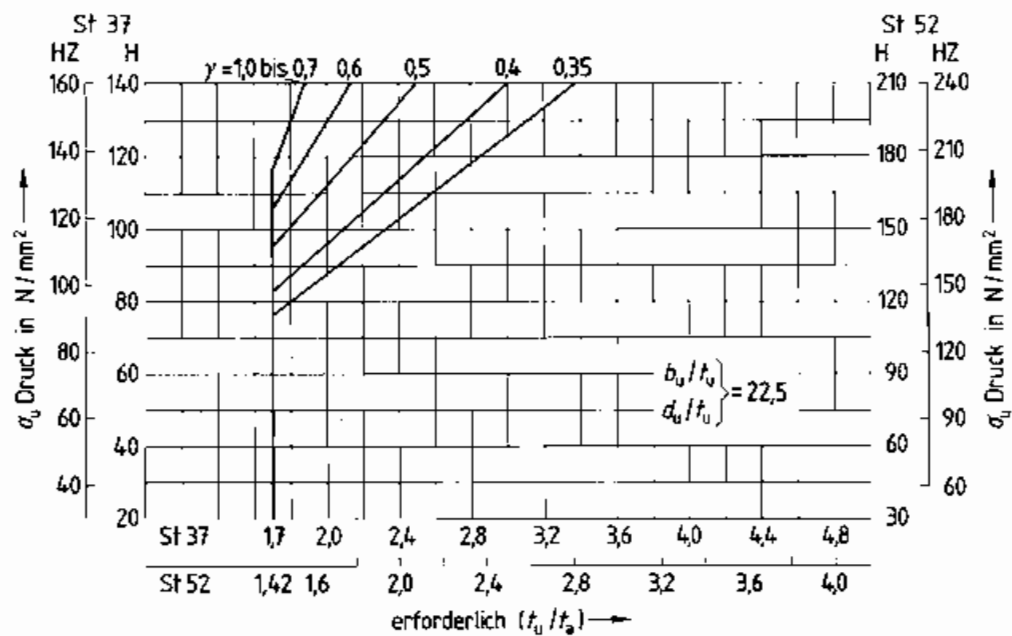
ist.

Bei Knoten mit Spalt und Anschlußwinkeln  $\vartheta > 60^\circ$  ist der Faktor  $f_\vartheta$  nach Tabelle 4 zu berücksichtigen. Die maßgebenden Anschlußwinkel  $\vartheta$  sind für die Beispiele der Tabelle 2 dort in Spalte 6 angegeben.

Tabelle 4. Erforderliche Wandickenverhältnisse  $\text{erf} \left( \frac{t_u}{t_a} \right)$

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2                      | 3                                                                                                                            | 4                                          |                                                       |      |     |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------|-----|------|------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |                                                                                                                              | 4 a                                        |                                                       |      | 4 b |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Knoten mit Überlappung | Knoten mit Spalt<br>$0 \leq \frac{g}{b_0} < 0,2$                                                                             | Knoten mit Spalt $g/b_0 \geq 0,2$          |                                                       |      |     |      |      |      |
| Stahl                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                        |                                                                                                                              | Beanspruchung im untergesetzten Hohlprofil | $\vartheta \leq 60^\circ$<br>$b_u/t_u$ bzw. $d_u/t_u$ |      |     |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |                                                                                                                              |                                            | $\leq 20$                                             | 22,5 | 25  | 27,5 | 30   | 35   |
| St37                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,6                    | $1,6 + \frac{g}{b_0} \cdot \left[ 5 \cdot \operatorname{erf} \left( \frac{t_u}{t_a} \right)_{\frac{g}{b_0}} - 8 \right]$     | Druck                                      | siehe Bild                                            |      |     |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |                                                                                                                              |                                            | 3                                                     | 4    | 5   | 6    | 7    | 8    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |                                                                                                                              | Zug                                        | 1,6                                                   | 1,7  | 1,8 | 1,9  | 2,0  | 2,2  |
| St52                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,33                   | $1,33 + \frac{g}{b_0} \cdot \left[ 5 \cdot \operatorname{erf} \left( \frac{t_u}{t_a} \right)_{\frac{g}{b_0}} - 6,65 \right]$ | Druck                                      | siehe Bild                                            |      |     |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |                                                                                                                              |                                            | 3                                                     | 4    | 5   | 6    | 7    | 8    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |                                                                                                                              | Zug                                        | 1,33                                                  | 1,42 | 1,5 | 1,59 | 1,67 | 1,83 |
| <p>Anmerkung: Bei an Knoten durchlaufenden Rundrohren ist der Parameter <math>g/b_0</math> durch <math>g/d_0</math> zu ersetzen.<br/>In Spalte 3 wird zwischen den Spalten 2 und 4 linear interpoliert.</p>                                                                              |                        |                                                                                                                              |                                            |                                                       |      |     |      |      |      |
| <p><math>\operatorname{erf} \left( \frac{t_u}{t_a} \right)_{\frac{g}{b_0}}</math> ist das erforderliche Wandickenverhältnis nach Spalte 4.<br/>Bei Knoten mit Spalt <math>g &gt; 2c</math> und gleichzeitig <math>\gamma &gt; 0,7</math> ist zusätzlich Abschnitt 4.4.2 zu beachten.</p> |                        |                                                                                                                              |                                            |                                                       |      |     |      |      |      |

Die Werte der Spalte 4 a sind mit dem Faktor  $f_\vartheta = 0,6 + \frac{\vartheta}{150}$  zu vergrößern.

Bild 3. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis  $b_u/t_u \leq 20$  oder  $d_u/t_u \leq 20$ Bild 4. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis  $b_u/t_u = 22,5$  oder  $d_u/t_u = 22,5$

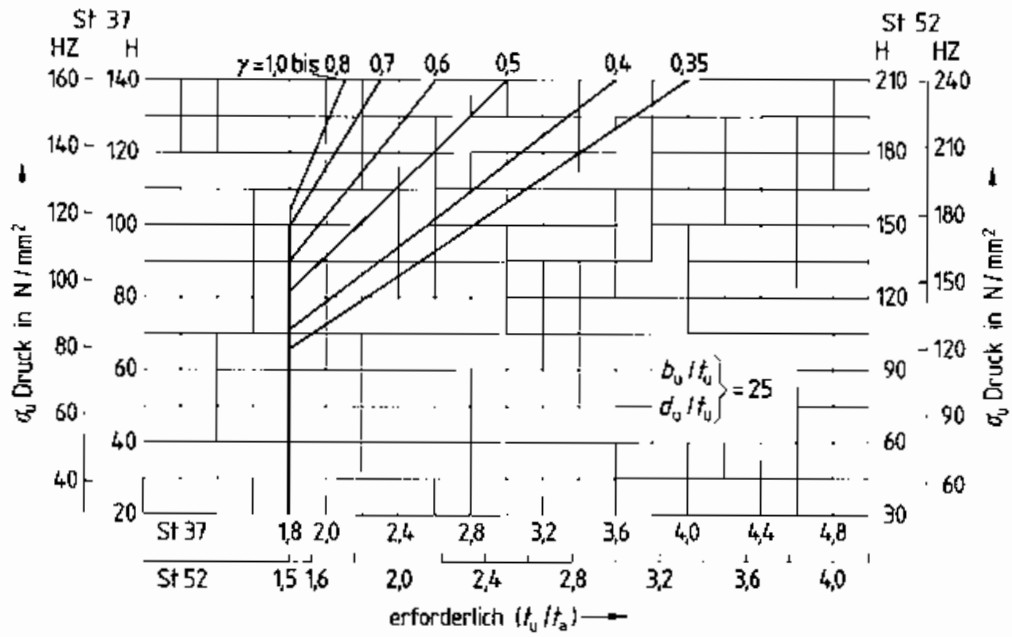


Bild 5. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis  $b_u/t_u = 25$  oder  $d_u/t_u = 25$

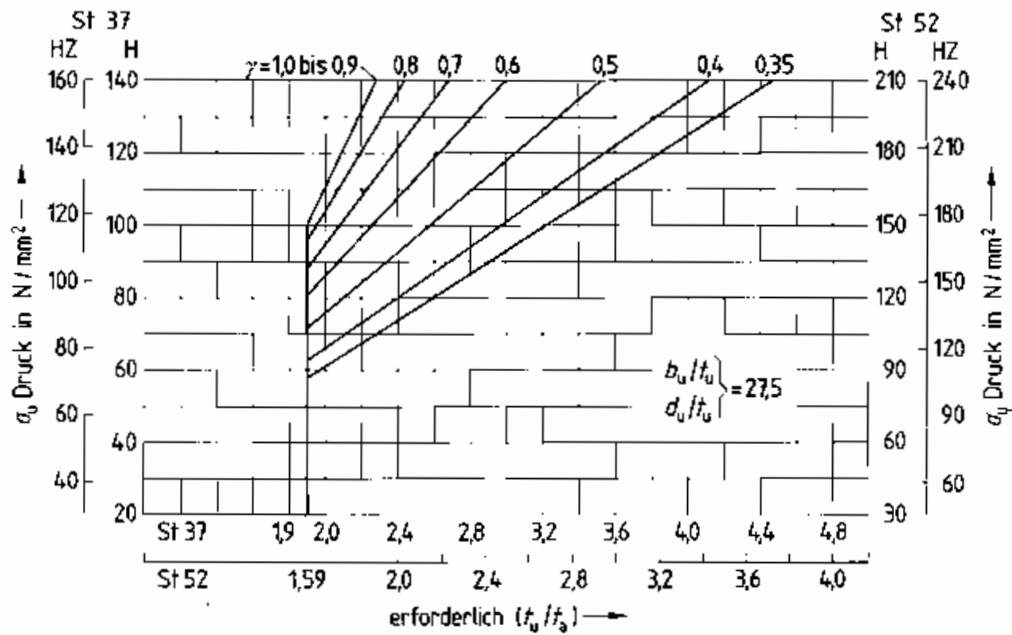
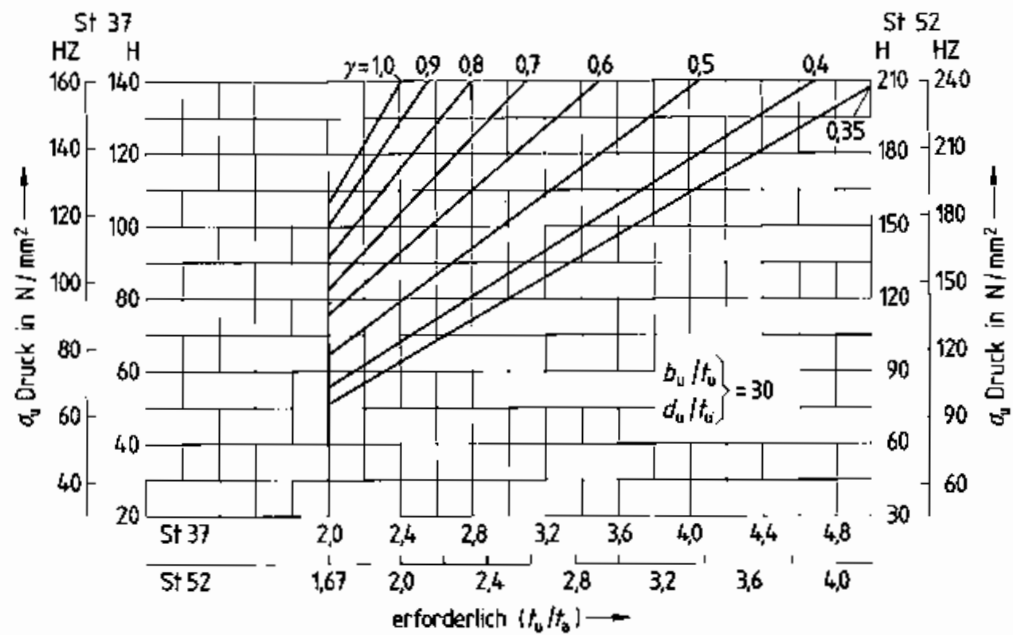
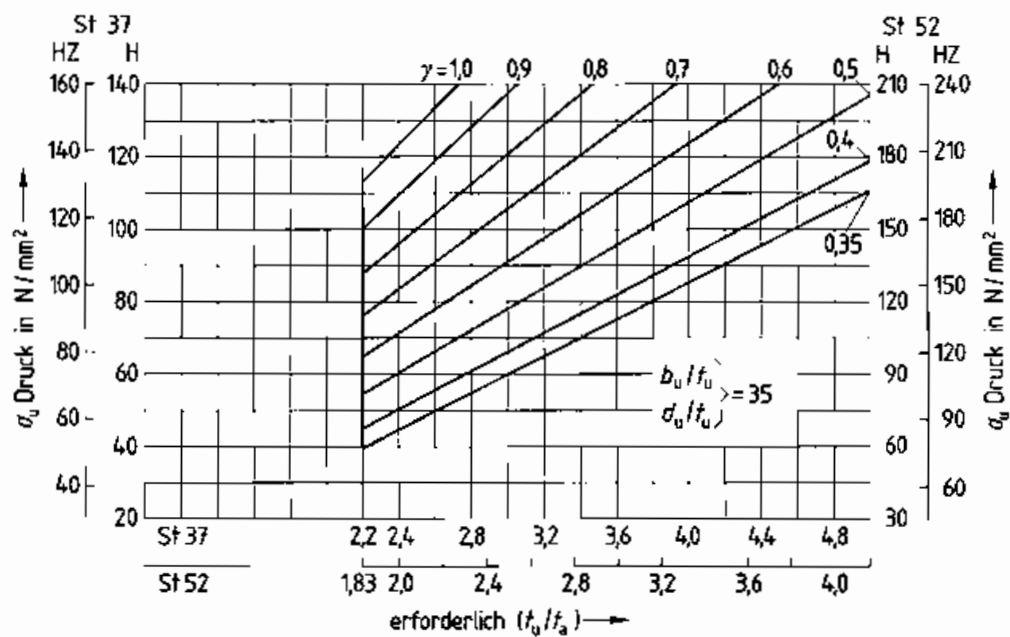
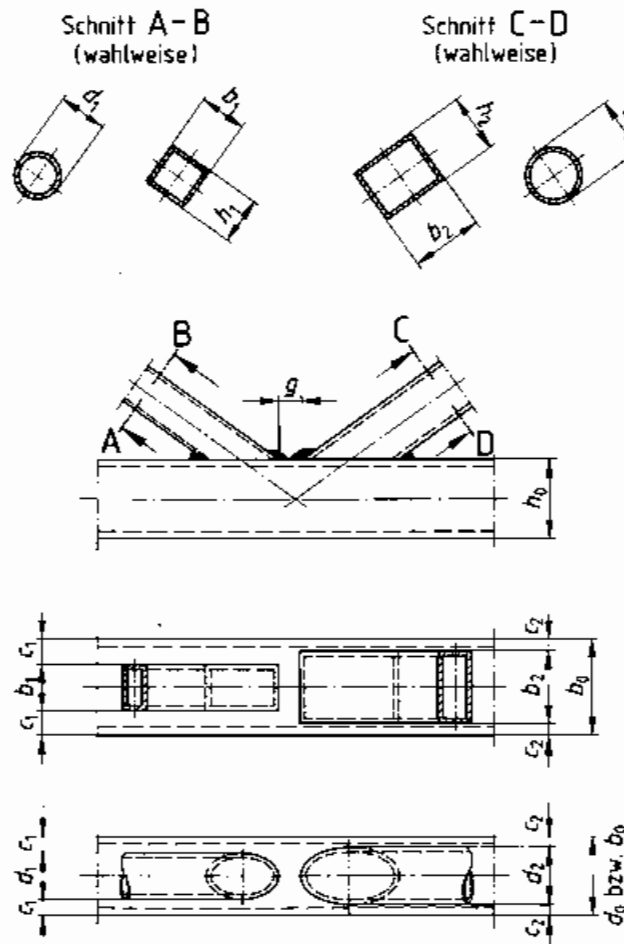


Bild 6. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis  $b_u/t_u = 27,5$  oder  $d_u/t_u = 27,5$



Bild 7. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis  $b_u/t_u = 30$  oder  $d_u/t_u = 30$ Bild 8. Erforderliches Wanddickenverhältnis in Abhängigkeit vom Verhältnis  $b_u/t_u = 35$  oder  $d_u/t_u = 35$

Bild 9. Beispiele zur Erläuterung der Parameter des Abminderungsfaktors  $k$ 

#### 4.4.2 Zusätzlicher Nachweis für den Fall $g > 2c$ und gleichzeitig $\gamma > 0,7$

Ist die Spaltweite  $g$  größer als der zweifache Flankenabstand  $c$ , ist also  $g > 2c$ , und gleichzeitig das Breitenverhältnis  $\gamma > 0,7$ , muß die zulässige Spannung zu  $\sigma$  (nach DIN 18800 Teil 1/03.81, Tabelle 11, Zeilen 4 bis 6) für das aufgesetzte Hohlprofil mit dem Abminderungsfaktor  $k$  multipliziert werden. Der Faktor  $k$  braucht jedoch nicht kleiner als 0,7 eingesetzt zu werden, d. h.

$$0,7 \leq k \leq 1$$

Für rechteckige Füllstäbe und rechteckige Gurte ist

$$0,7 \leq k = 1 - 3 \cdot \frac{g - 2c}{b_0} \cdot \frac{b_i}{b_i + h_i}; i = 1, 2, \dots \quad (4)$$

Für runde und quadratische Füllstäbe und rechteckige Gurte ist vereinfacht:

$$0,7 \leq k = 1 - 1,5 \cdot \frac{g - 2c}{b_0} \quad (5)$$

Bei Gurten aus runden Rohren ist in den Gleichungen (4) und (5) statt  $b_0$  der Durchmesser  $d_0$  einzusetzen. Für den Fall quadratischer und runder Füllstäbe kann der Faktor  $k$  in Abhängigkeit von  $\gamma$  und  $g/b_0$  bzw.  $g/d_0$  auch aus Bild 10 entnommen werden.

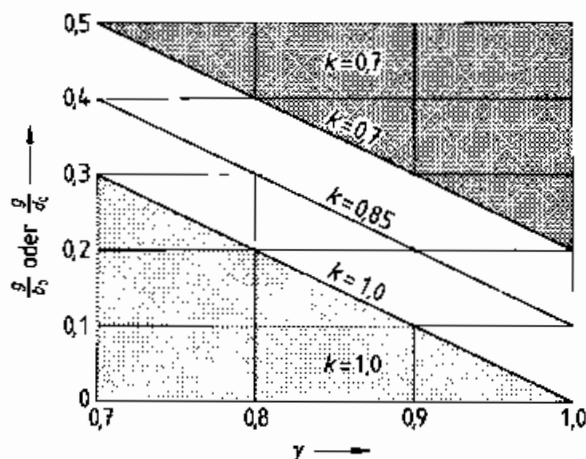


Bild 10. k-Werte für quadratische und runde Füllstäbe

#### 4.4.3 Schweißverbindungen

##### 4.4.3.1 Allgemeines

Rechnerische Schweißnahtnachweise brauchen nicht geführt zu werden, wenn die Bestimmungen nach den Abschnitten 4.4.3.2 und 4.4.3.3 eingehalten werden.

##### 4.4.3.2 Schweißnahtdicke

Bei aufgesetzten Hohlprofilen mit Wanddicken  $t_a \leq 3 \text{ mm}$  muß die Schweißnahtdicke mindestens gleich der Wanddicke des aufgesetzten Profiles sein:

$$a = t_a$$

Bei aufgesetzten Hohlprofilen mit Wanddicken  $t_a > 3 \text{ mm}$  muß die Schweißnahtdicke mindestens gleich der reduzierten Wanddicke des aufgesetzten Profiles sein:

$$a \geq \text{red } t_a, \text{ mindestens jedoch } a = 3 \text{ mm.}$$

Aus konstruktiven Gründen kann eine größere Schweißnahtdicke erforderlich sein.

##### 4.4.3.3 Ausführung der Schweißnähte

Bei Anschlüssen von Hohlprofilen untereinander sind nach Bild 11 a die Bereiche A, B und C zu unterscheiden. Bei Anschlüssen von Rechteckhohlprofilen untereinander gelten folgende Festlegungen:

- im Bereich A  
die Schweißnaht soll bei Anschlußwinkeln  $\vartheta < 45^\circ$  als HV-Naht ausgebildet werden (siehe Bild 11 b), bei  $\vartheta \geq 45^\circ$  auch als Kehlnaht (siehe Bild 11 c)
- im Bereich B  
für  $\gamma \leq 0,8$ : Die Schweißverbindungen dürfen als Kehlnähte ausgeführt werden (siehe Bild 11 d)  
für  $\gamma > 0,8$ : Kann bei kleinen Eck-Radien reinwandfreies Durchschweißen nicht sichergestellt werden, so ist die Naht vorzubereiten (siehe Bild 11 e)  
Bei großen Eck-Radien  $r$  (siehe Bild 11 f) ist zu überprüfen, ob ein Schweißen möglich ist
- im Bereich C  
Die Schweißnähte im spitzen Winkel dürfen als Kehlnähte ausgeführt werden (siehe Bilder 11 g und 11 h)

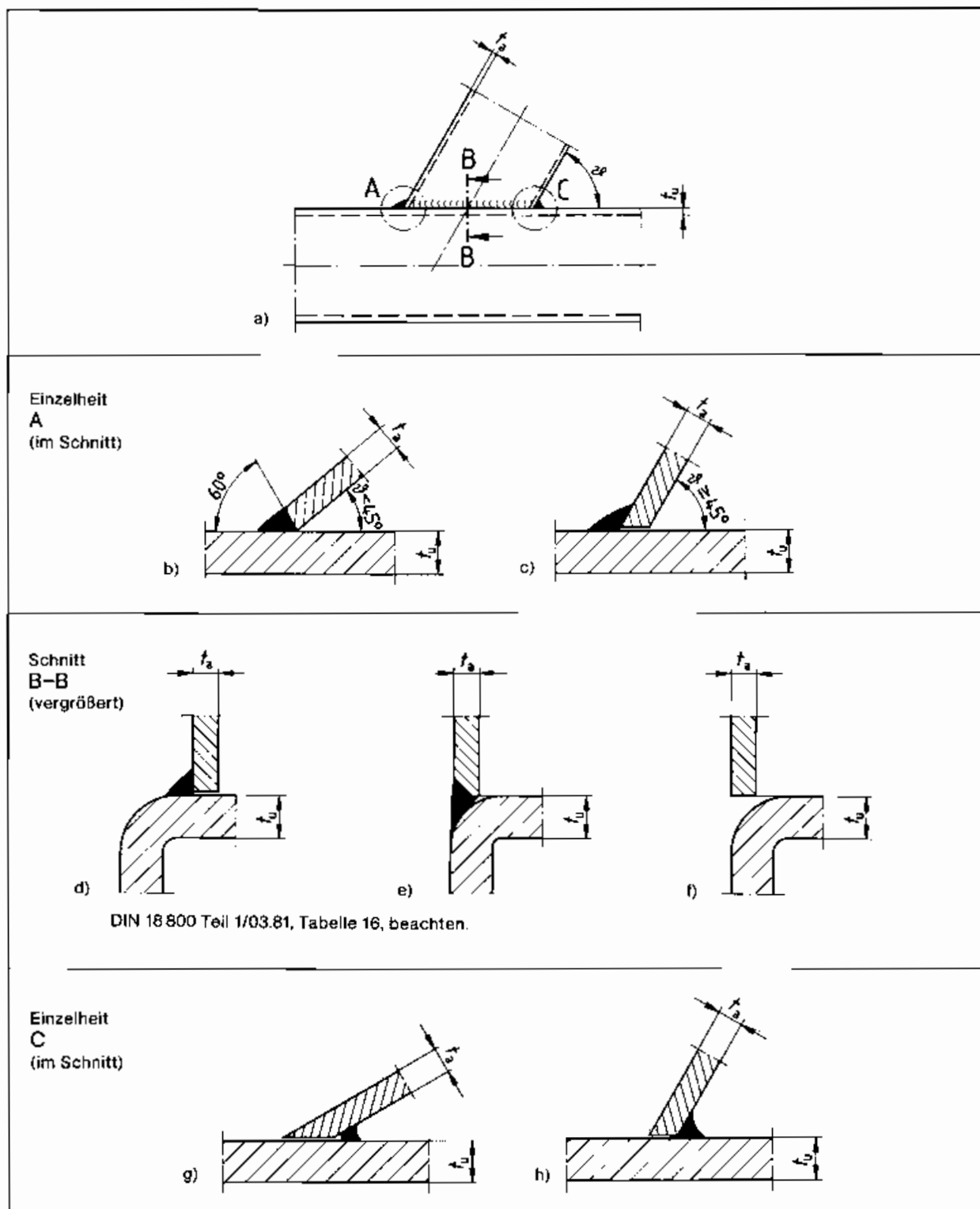


Bild 11. Beispiele für Schweißnahtausbildung bei Anschlüssen von Rechteck-Hohlprofilen untereinander  
Bei Verwendung von Rundrohren ist sinngemäß zu verfahren.

#### 4.5 Fachwerkknoten mit Versteifungen und mittelbaren Anschlüssen

Werden die Bestimmungen nach Abschnitt 4.4 nicht eingehalten, sind die Knoten entweder zu versteifen (siehe Abschnitt 4.5.1) oder die Hohlprofile mittelbar über Knotenbleche miteinander zu verbinden (siehe Abschnitt 4.5.2).

##### 4.5.1 Versteifte Fachwerkknoten

Knoten können beispielsweise nach den Bildern der Tabelle 5 versteift werden.

Tabelle 5. Beispiele für versteifte Knoten

| Zeile | Benennung des Knotens                  | Bild |
|-------|----------------------------------------|------|
| 1     | Knoten mit Zwischenblech               |      |
| 2     | Knoten mit Unterlegblech und mit Spalt |      |
| 3     | Knoten mit Unterlegblech überlappt     |      |

Tabelle 5. (Fortsetzung)

| Zeile | Benennung des Knotens                      | Bild |
|-------|--------------------------------------------|------|
| 4     | Knoten mit Unterlegblech und Zwischenblech |      |

Die Dicke  $t_p$  der Zwischen- und Versteifungsbleche muß mindestens doppelt so groß sein wie die größte reduzierte Wanddicke der endenden Hohlprofile:

$$t_p \geq 2 \cdot \text{red } t_i \quad (i = 1, 2, \dots) \quad (6)$$

Die Dicke  $a_p$  der Schweißnähte zum Anschluß der Zwischen- und Versteifungsbleche an das durchlaufende Hohlprofil und zum Anschluß eines Zwischenbleches an ein Versteifungsblech muß mindestens so groß sein wie die größte reduzierte Wanddicke der endenden Hohlprofile:

$$a_p \geq t_i \text{ für } t_i < 3 \text{ mm } (i = 1, 2, \dots) \quad (7)$$

jedoch  $a_p \geq \text{red } t_i$ .

Für die unmittelbar miteinander verbundenen Teile der Hohlprofile (z. B. in Tabelle 5, Anschluß 0-1 und 0-2 in Zeile 1 und Anschluß 1-2 in Zeile 3) gelten die Bestimmungen nach Abschnitt 4.4.1.

Für Hohlprofile, die mittelbar über ein Zwischenblech verbunden sind, werden keine Bedingungen an das Wanddickenverhältnis gestellt.

Für Hohlprofile, die mittelbar über ein Unterlegblech miteinander verbunden sind, ist das erforderliche Wanddickenverhältnis

$$\text{erf} \left( \frac{t_u}{t_a} \right) = 1 \quad (8)$$

Für die Dicke  $a$  der Schweißnähte zum Anschluß von endenden Hohlprofilen gelten die Bestimmungen nach Abschnitt 4.4.3.2.

#### 4.5.2 Anschlüsse mit Knotenblechen

Hohlprofile können über Knotenbleche miteinander verbunden werden. Für den Nachweis dieser Anschlüsse gelten die Regeln des allgemeinen Stahlbaus.

#### 4.6 Lasteinleitungsstellen

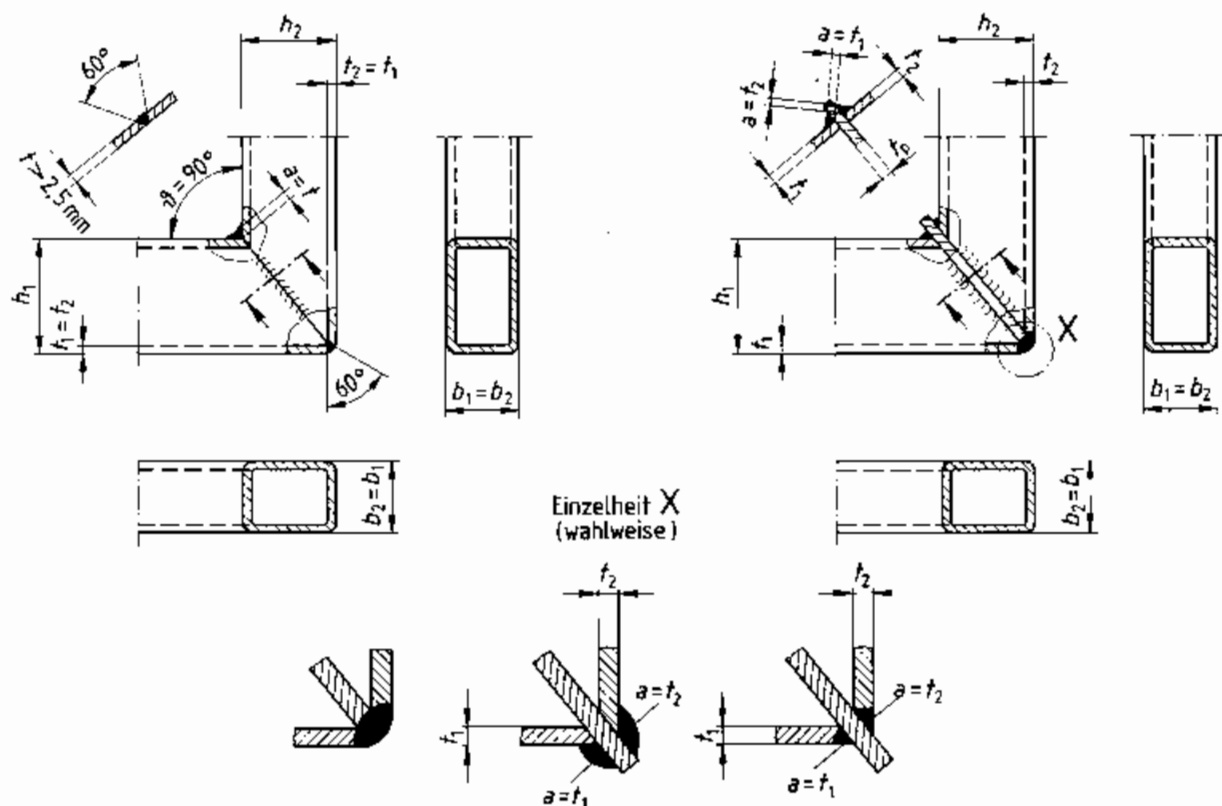
An Lasteinleitungsstellen, z. B. an Auflagern, können besondere Maßnahmen erforderlich sein.

#### 4.7 Räumliche Fachwerkknoten

Bei räumlichen Fachwerkknoten können besondere Maßnahmen erforderlich sein.

## 5 Biegesteife Rahmenecken aus Rechteckhohlprofilen

**5.1** Biegesteife Rahmenecken aus Rechteckhohlprofilen mit Gehrungsschnitt, ohne oder mit Versteifungsplatte (siehe Bild 12) sind nach den Abschnitten 5.2 bis 5.5 zu bemessen. Die in diesen Abschnitten getroffenen Regelungen gelten nicht für Winkel  $\theta < 90^\circ$ .



**Bild 12. Schweißdetails bei biegesteifen Rahmenecken**

**5.2** Für die Stababmessungen sind die Grenzen und Regelungen der Tabelle 6 zu beachten.

**Tabelle 6. Grenzen und Regelungen für Stababmessungen bei biegesteifen Rahmenecken mit  $\vartheta = 90^\circ$**

| Zeile | Gültigkeitsbereich<br>biegesteife Rahmenecken mit Gehrungsstoß |                         |
|-------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|
|       | mit                                                            | ohne                    |
|       | Versteifungsplatte                                             |                         |
| 1     | $b \leq 400 \text{ mm}$                                        | $b \leq 300 \text{ mm}$ |
|       | $h \leq 400 \text{ mm}$                                        | $h \leq 300 \text{ mm}$ |
| 2     | $0,33 \leq h/b \leq 3,5$                                       |                         |
|       | $t \geq 2,5 \text{ mm}$                                        |                         |
| 3     | St 37: $t \leq 30 \text{ mm}$                                  |                         |
|       | St 52: $t \leq 25 \text{ mm}$                                  |                         |
| 4     | St 37: $b/t \leq 43, h/t \leq 43$                              |                         |
|       | St 52: $b/t \leq 36, h/t \leq 36$                              |                         |

**5.3 Die Dicke  $t_p$  einer Versteifungsplatte muß den Bedingungen**

$$t_p \geq 1,5 \cdot t_i \quad (i = 1 \text{ oder } 2)$$

$$t_p \geq 10 \text{ mm}$$

genügen.

**5.4 Ausreichende Gestaltfestigkeit und damit ausreichende Tragfähigkeit der Rahmenecke wird erreicht, wenn für beide Hohlprofile die folgenden Nachweise (siehe Gleichungen (9) und (10)) erfüllt sind:**

$$\text{vorh } \sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} \leq \alpha \text{ zul } \sigma \quad (9)$$

Hierin bedeuten:

$N$  Normalkraft  
 $M$  Biegemoment } im betrachteten Hohlprofil im Systempunkt Rahmenecke

$A$  Querschnittsfläche des betrachteten Hohlprofils

$W$  Widerstandsmoment des betrachteten Hohlprofils

zul  $\sigma$  zulässige Spannung nach DIN 18800 Teil 1/03.81, Tabelle 7

$\alpha$  Formfaktor

Für Rahmenecken mit Versteifungsplatten ist  $\alpha = 1$ .

Für Rahmenecken ohne Versteifungsplatten ist  $\alpha$  in Abhängigkeit von den Querschnittsabmessungen aus den Bildern 13 und 14 zu entnehmen.

$$Q \leq \frac{1}{3} A_S \cdot \text{zul } \tau \quad (10)$$

Hierin bedeuten:

$Q$  Querkraft im betrachteten Hohlprofil im Systempunkt Rahmenecke

$A_S$  Querschnittsfläche der Hohlprofilstege ( $A_S \approx 2 \cdot h \cdot t$ )

zul  $\tau$  nach DIN 18800 Teil 1/03.81, Tabelle 7

Wenn die Querkraftbedingung nach Gleichung (10) eingehalten ist, kann ein Vergleichsspannungsnachweis entfallen.

Andernfalls ist die Vergleichsspannung nach DIN 18800 Teil 1 mit  $\frac{1}{\alpha}$ -facher Normalspannung nachzuweisen.

**5.5 Die Schweißnähte sind nach DIN 18800 Teil 1 nachzuweisen. Dabei ist als Schweißnahtfläche die Querschnittsfläche des Hohlprofils einzusetzen.**

Auf den Schweißnahtnachweis darf bei unversteiften Rahmenecken verzichtet werden, wenn der Formfaktor

$$\alpha \leq 0,84 \text{ bei St 37,}$$

$$\alpha \leq 0,71 \text{ bei St 52 ist.}$$

Die Schweißnahtdetails in Bild 12 sind zu beachten.

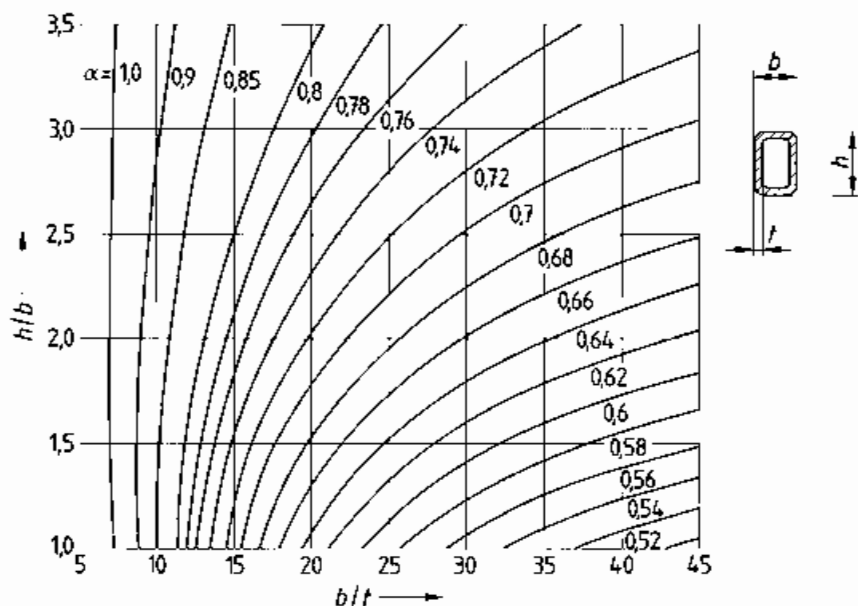
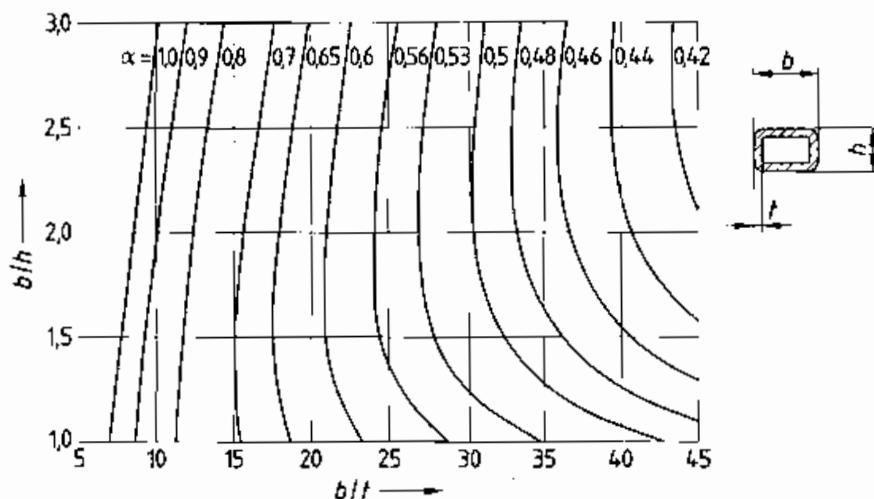


Bild 13. Formfaktoren  $\alpha$  für hochkantstehende Rechteck-Hohlprofile



Bild 14. Formfaktoren  $\alpha$  für flachliegende Rechteck-Hohlprofile

## 6 Stumpfstöße

**6.1** Bei Stumpfstößen gilt als rechnerische Schweißnahtfläche die Querschnittsfläche des dünneren Hohlprofils.

**6.2** Druckbeanspruchte Stumpfnähte brauchen nicht nachgewiesen zu werden.

**6.3** Bei zugbeanspruchten Stumpfnähten hängt die zulässige Spannung von der Güte der Schweißnahtausführung ab. Sie ergibt sich aus Tabelle 7.

Tabelle 7. Zulässige Zugspannung für Stumpfnähte

| Zeile | Bedingungen                                              |               |                                                                     | zul $\sigma$ nach DIN 18 800 Teil 1/03.81  |
|-------|----------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|       | Schweißer mit gültiger<br>Schweißerprüfung nach DIN 8560 |               | Durchstrahlungsprüfung<br>der Stumpfnah                             |                                            |
|       | Für rechteckige<br>Hohlprofile                           | für Rundrohre |                                                                     |                                            |
| 1     | B II                                                     | R II          | 100 % Durchstrahlung<br>Bewertungsgruppe BS<br>nach DIN 8563 Teil 3 | Tabelle 11, Zeile 2                        |
| 2     |                                                          |               | nicht erforderlich                                                  | Tabelle 11, Zeile 5                        |
| 3     | B I                                                      | R I           | nicht erforderlich                                                  | 88 % der Werte nach Tabelle 11,<br>Zeile 5 |

## 7 Anforderungen an Betrieb und Schweißer

### 7.1 Anforderungen an den Betrieb

Betriebe, die Tragwerke aus Hohlprofilen nach dieser Norm herstellen, müssen den Anforderungen nach DIN 18 800 Teil 7 genügen. Insbesondere muß der Betrieb über geeignete Einrichtungen zur Anpassung der zu verschweißenden Hohlprofile verfügen.

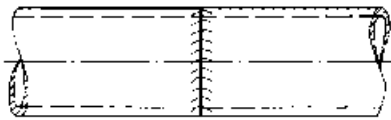
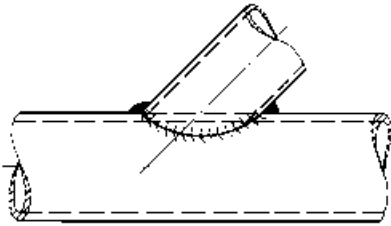
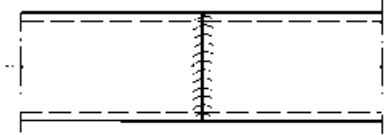
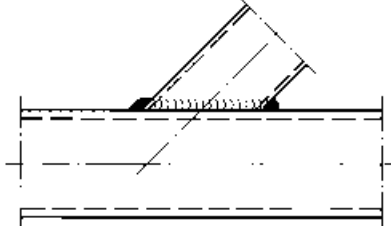
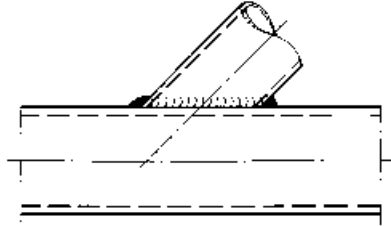
### 7.2 Anforderungen an die Schweißer

**7.2.1** Die Zuordnung von Schweißverbindungen zur erforderlichen Schweißerprüfung enthält Tabelle 8.

**7.2.2** Für Anschlüsse nach Tabelle 8, Zeile 2, ist zusätzlich der Nachweis am Prüfstück nach Bild 15 erforderlich.

Die Prüfung ist in Anlehnung an DIN 8560 durchzuführen. Dabei ist das Prüfstück entsprechend Bild 16 vorzubereiten und aufzubrechen, so daß die Bruchbewertung der Schweißnaht durchgeführt werden kann.

Tabelle 8. Zuordnung von Schweißverbindungen zu erforderlicher Schweißerprüfung

|                                                                                                | Art der Verbindung                                                                  | Erforderliche Schweißerprüfung            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1                                                                                              |    | RI, RII *)                                |
| 2                                                                                              |    | RI und Zusatzprüfung nach Abschnitt 7.2.2 |
| 3                                                                                              |    | BI, BII *)                                |
| 4                                                                                              |  | BI                                        |
| 5                                                                                              |  | BI                                        |
| *) Die zulässige Zugspannung hängt von der Güte der Schweißnahtausführung ab (vgl. Tabelle 7). |                                                                                     |                                           |

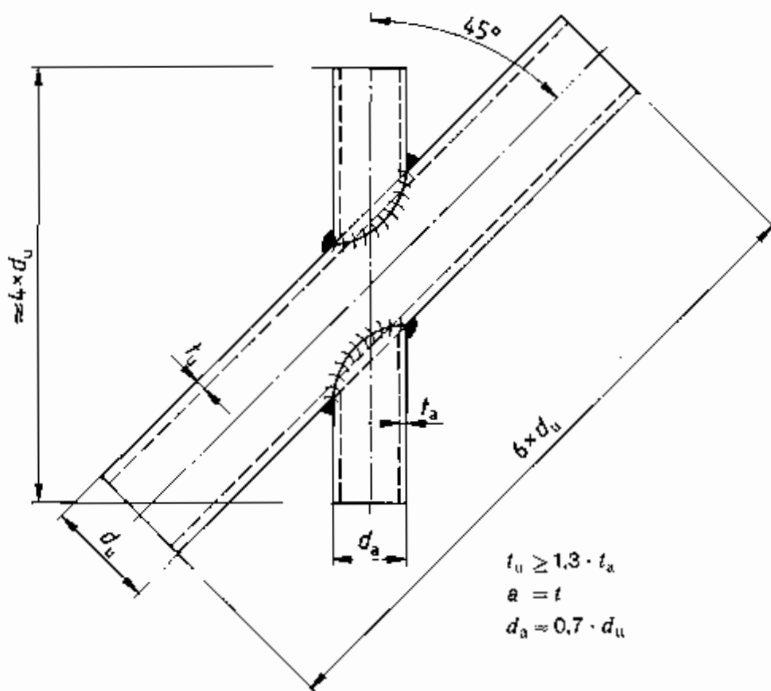


Bild 15. Prüfstück für Zusatzprüfung

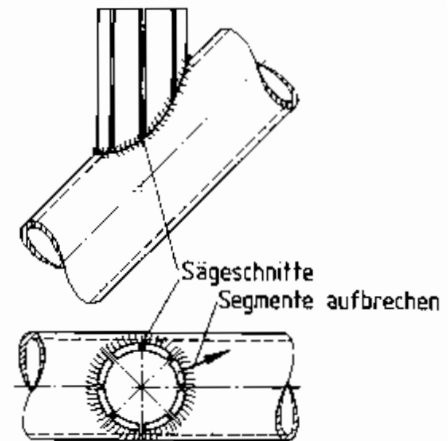


Bild 16. Vorbereitung des Prüfstücks zur Auswertung

### Zitierte Normen und andere Unterlagen

|                   |                                                                                                                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 2448          | Nahtlose Stahlrohre; Maße, längenbezogene Massen                                                                                              |
| DIN 2458          | Geschweißte Stahlrohre; Maße, längenbezogene Massen                                                                                           |
| DIN 4114 Teil 1   | Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Vorschriften                                                  |
| DIN 4114 Teil 2   | Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Richtlinien                                                   |
| DIN 8560          | Prüfung von Stahlschweißern                                                                                                                   |
| DIN 8563 Teil 3   | Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Anforderungen, Bewertungsgruppen                                 |
| DIN 17 100        | Allgemeine Baustähle; Gütenorm                                                                                                                |
| DIN 17 119        | Kaltgefertigte geschweißte quadratische und rechteckige Stahlrohre (Hohlprofile) für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen               |
| DIN 17 120        | Geschweißte kreisförmige Rohre aus allgemeinen Baustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen                                      |
| DIN 17 121        | Nahtlose kreisförmige Rohre aus allgemeinen Baustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen                                         |
| DIN 18 800 Teil 1 | Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion                                                                                                       |
| DIN 18 800 Teil 7 | Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen                                                                                      |
| DIN 59 410        | Hohlprofile für den Stahlbau; Warmgefertigte quadratische und rechteckige Stahlrohre, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen, statische Werte |
| DIN 59 411        | Hohlprofile für den Stahlbau; Kaltgefertigte geschweißte quadratische und rechteckige Stahlrohre, Maße, Gewichte, zulässige Abweichungen      |
| DAST-Ri 012       | Beulsicherheitsnachweis für Platten <sup>1)</sup>                                                                                             |
| DAST-Ri 013       | Beulsicherheitsnachweis für Schalen <sup>1)</sup>                                                                                             |

### Weitere Normen und andere Unterlagen

|                   |                                                                                                              |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 55 928 Teil 1 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Allgemeines                              |
| DIN 55 928 Teil 2 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutzgerechte Gestaltung      |
| DIN 55 928 Teil 3 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Planung der Korrosionsschutzarbeiten     |
| DIN 55 928 Teil 4 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen |

<sup>1)</sup> Zu beziehen bei der Stahlbau-Verlags GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1

|                                    |                                                                                                                                                |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 55 928 Teil 5                  | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Beschichtungsstoffe und Schutzsysteme                                      |
| DIN 55 928 Teil 6                  | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Ausführung und Überwachung der Korrosionsschutzarbeiten                    |
| DIN 55 928 Teil 7                  | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Technische Regeln für Kontrollflächen                                      |
| DIN 55 928 Teil 8                  | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen (Stahlleichtbau)     |
| DIN 55 928 Teil 9                  | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Bindemittel und Pigmente für Beschichtungsstoffe                           |
| Beiblatt 1 zu<br>DIN 55 928 Teil 4 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen; Photographische Vergleichsmuster |
| DAST-Ri 009                        | Empfehlung zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten <sup>1)</sup>                                                             |

## Erläuterungen

Die Festlegungen dieser Norm stützen sich auf umfangreiche Versuche und theoretische Arbeiten, die an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe und im Ausland durchgeführt wurden.

Die Bemessungsregeln für die Fachwerkknoten wurden unter Beachtung folgender Kriterien aufgestellt:

- Die Spannungen für die Füllstäbe wurden auf die zulässigen Schweißnahtspannungen für Kehlnähte begrenzt. Da die Schweißnahtfläche mindestens der Querschnittsfläche des Hohlprofils entspricht und die zulässigen Schweißnahtspannungen eingehalten werden müssen, kann auf den Nachweis für die Schweißnähte verzichtet werden.
- Die zulässige Tragfähigkeit im Knotenbereich ist erreicht, wenn die max. Verformung in der Anschlußfläche des untergesetzten Stabes 1/100 der Breite bzw. des Durchmessers beträgt.
- Die Sicherheit gegen Bruch ist mindestens 2fach.

In den Tabellen 3 und 6 sind für die Druckstäbe Verhältnisse  $d/t$  und  $b/t$  angegeben, bei deren Einhaltung ein Beulnachweis für die Hohlprofile nicht erforderlich ist. Diese Grenzen weichen von denen der Norm DIN 18 800 Teil 2 (z. Z. Entwurf) nur deshalb ab, weil die Angaben zur Breite  $b$  bzw. zum Durchmesser  $d$  unterschiedlich definiert sind.

Die erforderlichen Wanddickenverhältnisse sind nur für Breiten-Wanddickenverhältnisse  $b_u/t_u \leq 35$  bzw.  $d_u/t_u \leq 35$  angegeben worden, weil dünnwandigere untergesetzte Stäbe kaum in Betracht kommen. Falls dies dennoch vorkommen sollte, sind besondere Nachweise erforderlich.

In Bild 11 der Norm sind Schweißnahtausbildungen bei Anschlüssen von Rechteckhohlprofilen untereinander angegeben. In Einzelheit C dieses Bildes wird zwischen zwei verschiedenen Öffnungswinkeln unterschieden. Bei einem Öffnungswinkel  $\vartheta \geq 60^\circ$  ist das Erfassen des theoretischen Wurzelpunktes immer möglich. Bei Knotenpunkten mit Öffnungswinkeln  $\vartheta \approx 30^\circ$  kann der theoretische Wurzelpunkt meist nicht voll erfaßt werden. Dies führt zu keiner Tragfähigkeitsminderung des Knotens, weil sich aus der Spannungsverteilung am Knoten für diese Bereiche nur eine geringe Beanspruchung ergibt.

Der Grenzwinkel, ab welchem ein sicheres Erfassen des theoretischen Wurzelpunktes noch möglich ist, hängt neben der Geschicklichkeit des Schweißers z. B. auch vom Schweißverfahren ab.

Bei Öffnungswinkeln unter  $30^\circ$  können in der Regel keine bindefehlerfreien Schweißnähte erwartet werden. In Sonderfällen kann durch Einsetzen besonders geschulter Schweißer, spezieller Schweißparameter und besonderer Geräte (z. B. Engspaltdüsen) auch bei Öffnungswinkeln  $\vartheta < 30^\circ$  noch sicher geschweißt werden.

Unterschiedliche  $t_u/t_a$ -Verhältnisse für St 37 und St 52 berücksichtigen die für diese Stähle unterschiedlichen Verhältnisse von zulässiger Schweißnahtspannung zur zulässigen Bauteilspannung.

Die Berechnung einer Konstruktion nach dem Traglastverfahren oder vereinfachend nach der Fließgelenktheorie, die eine Ausnutzung von Tragreserven bei statisch unbestimmten Konstruktionen ermöglicht, ist an die Voraussetzung ausreichender Rotationskapazitäten gebunden, die derzeit für Tragwerke aus Hohlprofilen nicht sicher beurteilt werden können.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit sind Fachwerkknoten aus Rundhohlprofilen etwas günstiger als solche aus Rechteckhohlprofilen (Schalentragwirkung). Auf eigene Diagramme zur Ausnutzung dieser Tragreserven wurde aus Gründen der Vereinfachung verzichtet.

Bei biegesteifen Rahmenecken mit Öffnungswinkeln  $\vartheta > 90^\circ$  dürfen die Formfaktoren  $\alpha$  angewendet werden, weil sie auf der sicheren Seite liegen. Das angegebene Bemessungsverfahren ist bei Rahmenecken von mehrgeschossigen Rahmen mit durchlaufender Stütze nicht zulässig.

Bei biegesteifen Rahmenecken mit Versteifungsplatte, bei denen sich eine Zugbeanspruchung in Richtung der Werkstoffdicke der Versteifungsplatte nicht vermeiden läßt, sind besondere Überlegungen hinsichtlich ausreichender Festigkeit anzustellen.

## Internationale Patentklassifikation

E 04 C 3 - 32

<sup>1)</sup> Siehe Seite 19

# DIBt-Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1994-1-2 in Verbindung mit DIN 18800-5

## I Allgemeine Anmerkungen

Diese Richtlinie regelt die Anwendung von DIN V ENV 1994-1-2:1997-06 für den brandschutztechnischen Nachweis von Verbundbauteilen, deren Bemessung bei Normaltemperatur nach DIN 18800-5:2007-03 durchgeführt wurde. Eine Anwendung der Richtlinie mit anderen als den genannten Normen ist unzulässig.

### I.1 Zitierte Normen

| Normenkürzel                | Titel                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 1045-1:2001-07          | Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion                                                                                                      |
| DIN 1055-100:2001-03        | Einwirkung auf Tragwerke – Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung – Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln                                                                           |
| DIN 4102-2:1977-09          | Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfung                                                                                               |
| DIN 18800-5:2007-03         | Stahlbauten – Teil 5: Verbundtragwerke aus Stahl und Beton – Bemessung und Konstruktion                                                                                                  |
| DIN V ENV 1991-2-2: 1997-05 | Eurocode 1: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2-2: Einwirkungen auf Tragwerke; Einwirkungen im Brandfall; Deutsche Fassung ENV 1991-2-2:1995         |
| DIN-Fachbericht 91          | Nationales Anwendungsdokument (NAD) – Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1991-2-2:1997-05, 2000                                                                                      |
| DIN V ENV 1993-1-2:1997-05  | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln; Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung ENV 1993-1-2:1995                           |
| DIN-Fachbericht 93          | Nationales Anwendungsdokument (NAD) – Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1993-1-2:1997-05, 2000                                                                                      |
| DIN V ENV 1994-1-2:1997-06  | Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton – Teil 1-2: Allgemeine Regeln; Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung ENV 1994-1-2:1994 |
| DIN-Fachbericht 94          | Nationales Anwendungsdokument (NAD) – Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1994-1-2:1997-06, 2000                                                                                      |

## I.2 Grundlegender Geltungsbereich

### I.2.1 Thermische Einwirkungen

Bei der Anwendung dieser Richtlinie in Verbindung mit den Tabellen- und vereinfachten Bemessungsverfahren (Nachweisstufen 1 und 2) nach DIN V ENV 1994-1-2 sind für die thermischen Einwirkungen ausschließlich Normbrandbedingungen nach DIN 4102-2, Abschnitt 6.2.4 (Einheits-Temperaturzeitkurve) anzusetzen.

### I.2.2 Bauteilnachweise

Diese Richtlinie in Verbindung mit DIN 18800-5, DIN V ENV 1994-1-2 und dem DIN-Fachbericht 94 regelt den brandschutztechnischen Nachweis von Verbundstützen und Verbundträgern. Der Nachweis von Verbunddecken ist durch diese Richtlinie nicht geregelt. Es wird auf die jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen verwiesen.

### I.2.3 Gliederung der Richtlinie

Die Nummerierung der Abschnitte und Absätze in dieser Richtlinie folgt der Gliederung von DIN V ENV 1994-1-2.

### I.2.4 Unterscheidung von verbindlichen Regeln und Anwendungsregeln

In DIN V ENV 1994-1-2 wird in Abhängigkeit von der Art der Regel zwischen verbindlichen Regeln (i)P und Anwendungsregeln (i) unterschieden.

Die verbindlichen Regeln enthalten:

- allgemeine Angaben und Festlegungen, die unbedingt einzuhalten sind, sowie
- Anforderungen und Rechenmodelle, für die keine Abweichungen erlaubt sind, sofern dies nicht ausdrücklich angegeben ist.

Die Anwendungsregeln sind allgemein anerkannte Regeln, die den verbindlichen Regeln folgen und diese erfüllen.

Abweichende Anwendungsregeln sind zulässig, wenn sie mit den entsprechenden verbindlichen Regeln übereinstimmen und bezüglich der nach DIN V ENV 1994-1-2 erzielten Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit mindestens gleichwertig sind.

[Anmerkung: Tabellen und Bilder haben den gleichen Status wie die Abschnitte, zu denen sie gehören.]

## II Geänderte Verweise von DIN V ENV 1994-1-2

### Vorwort

|             |                                                                                                                           |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Absatz (16) | Der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 1.1.1 und 1.1.2 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 1 zu ersetzen. |
|             | Der zweite Satz entfällt.                                                                                                 |
| Absatz (22) | Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.                                         |

# 1 Allgemeines

## 1.1 Geltungsbereich

|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Absatz (1)P  | Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.                                                               |
| Absatz (4)P  | Der Verweis auf ENV 1994-1-1 entfällt. Ergänzend gilt Abschnitt I.2.4 dieser Richtlinie.                                                        |
| Absatz (9)P  | Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.                                                               |
| Absatz (10)  | Dieser Absatz entfällt.                                                                                                                         |
| Absatz (11)  | Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.                                                               |
| Absatz (15)P | Die Verweise auf EN 10025 und EN 10113 sind durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 7 zu ersetzen; Die Anmerkung in Regel (15) entfällt. |
| Absatz (16)P | Der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 3.4 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 7 und 11 zu ersetzen.                            |
| Absatz (17)P | Der Verweis auf EN 10080 ist durch einen Verweis auf DIN 1045-1, Abschnitt 9.2 zu ersetzen.                                                     |
| Absatz (18)P | Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.                                                               |
| Absatz (19)P | Der Verweis auf ENV 1992-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 1045-1, Abschnitt 9.1 zu ersetzen.                                                 |

## 1.2 Normative Verweisungen

Dieser Abschnitt entfällt. Es gilt Abschnitt I.1 dieser Richtlinie.

## 1.3 Definitionen

|                                  |                                                                                                  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bemessung bei Normaltemperaturen | Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.                |
|                                  | Der Verweis auf ENV 1991-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 5.1 zu ersetzen. |

## 1.4 Formelzeichen

|              |                                                                                                                                                        |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Absatz (1)P  | Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.                                                                      |
| $\eta$       | Lastausnutzungsgrad $\eta = \frac{E_d}{R_d}$ , Verweis auf ENV 1994-1-1 entfällt.                                                                      |
| $\psi_{1,1}$ | Der Verweis auf ENV 1991-1-1, Tabelle 4 ist durch einen Verweis auf DIN 1055-100, Tabelle A.2 zu ersetzen. Alternativ gilt DIN 18800-5, Abschnitt 5.1. |

Absatz (2)P                      Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.

## 1.5 Einheiten

Absatz (2)                      Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.

## 2 Grundprinzipien

### 2.2 Einwirkungen

Absatz (1)P                      Der Verweis auf ENV 1991-2-2 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 5.1 für die mechanischen Einwirkungen zu ersetzen.

Absatz (3)                      siehe DIN-Fachbericht 94

### 2.3 Bemessungswert der Werkstoffeigenschaften

Absatz (1)P                      Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.

Absatz (4)P                      Der Hinweis auf vereinfachte Berechnungsverfahren für Decken entfällt (vgl. Abschnitt I.2.2).

### 2.4 Bemessungsmethoden

#### 2.4.2 Gesamttragwerksbemessung

Absatz (2)P                      Der Verweis auf ENV 1991-2-2, Anhang F, Abschnitt 3.1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 5.1 zu ersetzen.

#### 2.4.3 Teiltragwerksberechnung

Absatz (4)                      Der Verweis auf ENV 1991-1, Anhang F, Abschnitt 3.2 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 5.1 zu ersetzen.

Absatz (5)                      Siehe DIN-Fachbericht 94; weiterhin:  
Anstelle von Bild 2.1 gilt Abbildung 2-1 dieser Richtlinie.



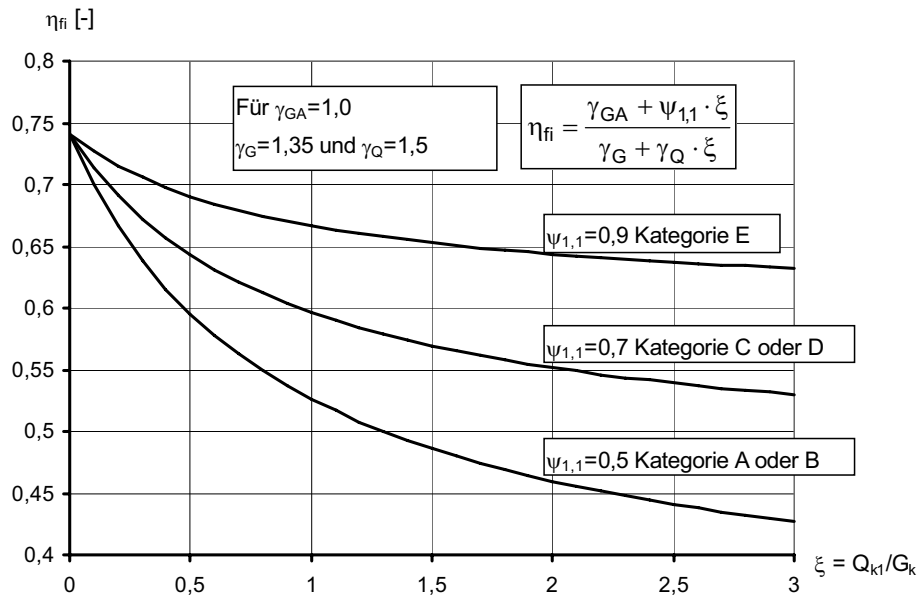


Abbildung 2-1 Lastausnutzungsfaktor  $\eta_{fi}$  in Abhängigkeit von  $Q_{k1}/G_k$  für unterschiedliche Werte  $\psi_{1,1}$  gemäß DIN 1055-100, Tabelle A.2

### 3 Werkstoffeigenschaften

#### 3.1 Allgemeines

Absatz (1)P

Anstelle von CEN-Normen und Europäischen Technischen Empfehlungen ist auf DIN-Normen und allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen Bezug zu nehmen.

Absatz (3)

siehe DIN-Fachbericht 94

#### 3.2 Festigkeits- und Verformungseigenschaften

##### 3.2.1 Baustahl

Absatz (7)

Naturbrandszenarien sind für Tabellen- und vereinfachte Berechnungsverfahren nicht geregelt.

##### 3.2.2 Beton

Absatz (6)

Naturbrandszenarien sind für Tabellen- und vereinfachte Berechnungsverfahren nicht geregelt.

##### 3.2.3 Betonstahl

Absatz (4)

Naturbrandszenarien sind für Tabellen- und vereinfachte Berechnungsverfahren nicht geregelt.

### 3.3 Thermische Eigenschaften

#### 3.3.2 Normalbeton

Absatz (12) Der Verweis auf ENV 1992-1-2 entfällt.

#### 3.3.4 Brandschutzmaterialien

Absatz (1)P siehe DIN-Fachbericht 94

## 4 Tragwerksbemessung im Brandfall

### 4.1 Einleitung

Absatz (8)P Für den Ausnutzungsfaktor  $\eta$  siehe Abschnitt 1.4, der Verweis auf ENV 1994-1-1 entfällt.

Absatz (9)P Der Verweis auf ENV 1991-2-2, Anhang F, Abschnitt 3.1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 5.1 zu ersetzen.

Absatz (14) Der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 6.6.2 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 9.5 und der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 4.2.2 durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 9.1.2 zu ersetzen.

### 4.2 Tabellen

#### 4.2.2 Verbundträger mit ausbetonierten Kammern

Absatz (3) Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.

Absatz (8) siehe DIN-Fachbericht 94

#### 4.2.3 Verbundstützen

Die Nachweisverfahren gelten nur für Verbundstützen in ausgesteiften Tragwerken.

##### 4.2.3.1 Allgemeines

Absatz (3) siehe DIN-Fachbericht 94

##### 4.2.3.2 Verbundstützen mit vollständig einbetonierten Stahlquerschnitten

Absatz (3) Der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 4.8.2.5(3) ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 9.7.5, Element (998) zu ersetzen.

Absatz (4) Der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 4.8.3.1(3e) ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 9.7.3.1, Element (978) zu ersetzen.

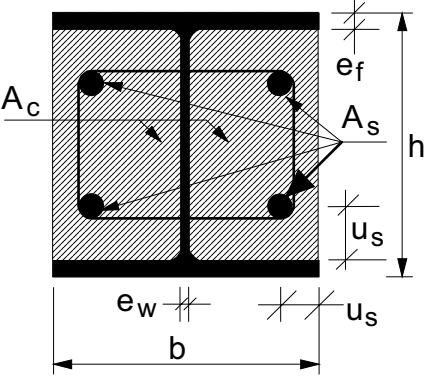
## 4.2.3.3 Verbundstützen mit Kammerbeton

Absatz (1)

Der Absatz wird ersetzt durch:

Verbundstützen mit Kammerbeton dürfen in Abhängigkeit vom Ausnutzungsfaktor  $\eta_{fi,t}$ , den Querschnittsabmessungen  $b$  oder  $h$ , dem Mindestachsabstand der Längsbewehrungsstäbe  $u_s$ , dem Mindestbewehrungsgrad  $A_{s,min}$  und dem Verhältnis von Stegdicke  $e_w$  zur Flanschdicke  $e_f$  nach Tabelle 4.1 dieser Richtlinie klassifiziert werden.

Tabelle 4-1: Mindestquerschnittsabmessungen  $\min h$  und  $\min b$ , Mindestachsabstand  $\min u_s$  der Bewehrung und Mindestbewehrungsgrad  $A_s/(A_c+A_s)$  von Verbundstützen mit Kammerbeton

|     |     | Feuerwiderstandsklasse |     |     |      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----|-----|------|
|     |                                                                                      | R30                    | R60 | R90 | R120 |
|     | Mindestverhältnis von Steg- zu Flanschdicke $e_w/e_f$                                | 0,5                    | 0,5 | 0,5 | 0,5  |
| 1   | Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t} \leq 0,28$ |                        |     |     |      |
| 1.1 | Mindestabmessungen $h$ und $b$ [mm]                                                  | 160                    | 200 | 300 | 400  |
| 1.2 | Mindestachsabstand der Bewehrungsstäbe $u_s$ [mm]                                    | -                      | 50  | 50  | 70   |
| 1.3 | Mindestbewehrungsgrad $A_s/(A_c+A_s)$ in %                                           | -                      | 4   | 3   | 4    |
| 2   | Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t} \leq 0,47$ |                        |     |     |      |
| 2.1 | Mindestabmessungen $h$ und $b$ [mm]                                                  | 160                    | 300 | 400 | -    |
| 2.2 | Mindestachsabstand der Bewehrungsstäbe $u_s$ [mm]                                    | -                      | 50  | 70  | -    |
| 2.3 | Mindestbewehrungsgrad $A_s/(A_c+A_s)$ in %                                           | -                      | 4   | 4   | -    |
| 3   | Mindestquerschnittsabmessungen für den Lastausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t} \leq 0,66$ |                        |     |     |      |
| 3.1 | Mindestabmessungen $h$ und $b$ [mm]                                                  | 160                    | 400 | -   | -    |
| 3.2 | Mindestachsabstand der Bewehrungsstäbe $u_s$ [mm]                                    | 40                     | 70  | -   | -    |
| 3.3 | Mindestbewehrungsgrad $A_s/(A_c+A_s)$ in %                                           | 1                      | 4   | -   | -    |

Anmerkung: Die Werte des Lastausnutzungsfaktors  $\eta_{fi,t}$  wurden an das Rechenverfahren für Verbundstützen nach EN 1994-1-1 angepasst.

Absatz (3)

Der Absatz wird ersetzt durch:

Tabelle 4-1 darf für Baustähle S235, S275 und S355 angewendet werden.

Absatz (4)

entfällt

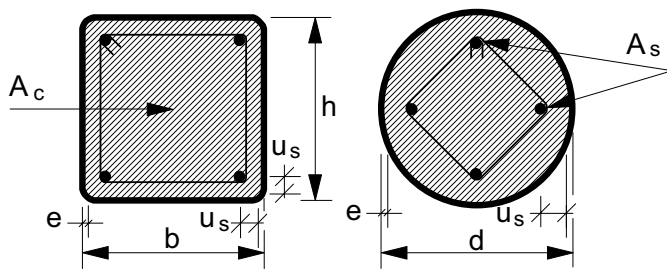
## 4.2.3.4 Verbundstützen aus betongefüllten Hohlprofilen

Absatz (1)

Der Absatz wird ersetzt durch:

Verbundstützen aus betongefüllten Hohlprofilen dürfen in Abhängigkeit vom Ausnutzungsfaktor  $\eta_{fi,t}$ , der Querschnittsabmessungen  $b$ ,  $h$  oder  $d$ , dem Bewehrungsverhältnis  $A_s/(A_c+A_s)$  und dem Mindestabstand der Bewehrungsstäbe  $u_s$  nach Tabelle 4-2 dieser Richtlinie klassifiziert werden.

Tabelle 4-2: Mindestquerschnittsabmessungen  $\min h$  und  $\min b$  oder  $\min d$ , Mindestbewehrungsgrade  $\min (A_s/(A_c + A_s))$  und Mindestachsabstand  $\min u_s$  der Bewehrungsstäbe zur Profillinenseite bei gefüllten Hohlprofilen

|     |  <p>Stahlprofil: <math>(b / e) \geq 25</math> oder <math>(d / e) \geq 25</math></p> | Feuerwiderstandsklasse |     |     |      |      |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----|-----|------|------|
|     |                                                                                                                                                                       | R30                    | R60 | R90 | R120 | R180 |
| 1   | Mindestquerschnittsabmessungen für den Ausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t} \leq 0,28$                                                                                      |                        |     |     |      |      |
| 1.1 | $\min h$ und $\min b$ oder $\min d$ [mm]                                                                                                                              | 160                    | 200 | 220 | 260  | 400  |
| 1.2 | $\min (A_s / (A_c + A_s))$ [%]                                                                                                                                        | 0                      | 1,5 | 3,0 | 6,0  | 6,0  |
| 1.3 | $\min u_s$ [mm]                                                                                                                                                       | -                      | 30  | 40  | 50   | 60   |
| 2   | Mindestquerschnittsabmessungen für den Ausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t} \leq 0,47$                                                                                      |                        |     |     |      |      |
| 2.1 | $\min h$ und $\min b$ oder $\min d$ [mm]                                                                                                                              | 260                    | 260 | 400 | 450  | 500  |
| 2.2 | $\min (A_s / (A_c + A_s))$ [%]                                                                                                                                        | 0                      | 3,0 | 6,0 | 6,0  | 6,0  |
| 2.3 | $\min u_s$ [mm]                                                                                                                                                       | -                      | 30  | 40  | 50   | 60   |
| 3   | Mindestquerschnittsabmessungen für den Ausnutzungsfaktor $\eta_{fi,t} \leq 0,66$                                                                                      |                        |     |     |      |      |
| 3.1 | $\min h$ und $\min b$ oder $\min d$ [mm]                                                                                                                              | 260                    | 450 | 550 | -    | -    |
| 3.2 | $\min (A_s / (A_c + A_s))$ [%]                                                                                                                                        | 3,0                    | 6,0 | 6,0 | -    | -    |
| 3.3 | $\min u_s$ [mm]                                                                                                                                                       | 25                     | 30  | 40  | -    | -    |

Anmerkung: Die Werte des Lastausnutzungsfaktors  $\eta_{fi,t}$  wurden an das Rechenverfahren für Verbundstützen nach EN 1994-1-1 angepasst.

## 4.3 Vereinfachte Berechnungsverfahren

### 4.3.1 Ungeschützte Verbunddecken

Dieser Abschnitt entfällt.

### 4.3.2 Geschützte Verbunddecken

Absätze (2) und (3)                      siehe DIN-Fachbericht 94

### 4.3.3 Verbundträger ohne Betonüberdeckung des Stahlquerschnitts

#### 4.3.3.2 Erwärmung des Querschnitts

Absatz (11)                                  siehe DIN-Fachbericht 94

#### 4.3.3.5 Nachweis der Dübeltragfähigkeit

Absatz (1)                                  Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.

Der Verweis auf ENV 1994-1-1 Gl. 6.13 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Gl. 38 zu ersetzen.

Der Verweis auf ENV 1994-1-1 Gl. 6.14 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Gl. 39 zu ersetzen.

### 4.3.4 Verbundträger mit kammerbetonierten Stahlträgern

Für die Querkrafttragfähigkeit im Brandfall darf die Tragfähigkeit des Kammerbetons nicht berücksichtigt werden.

#### 4.3.4.4 Positive Momententragfähigkeit $M_{fi,Rd+}$

Absatz (1)                                  Der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 4.2.2 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 9.1.2 zu ersetzen.

#### 4.3.4.5 Negative Momententragfähigkeit $M_{fi,Rd-}$

Absatz (3)                                  Der Verweis auf ENV 1992-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 1045-1 zu ersetzen.

### 4.3.5 Stahlträger mit Kammerbeton

Für die Querkrafttragfähigkeit im Brandfall darf die Tragfähigkeit des Kammerbetons nicht berücksichtigt werden.

### 4.3.6 Verbundstützen

Die Nachweisverfahren gelten nur für Verbundstützen in ausgesteiften Tragwerken (seitlich unverschieblich).

#### 4.3.6.1 Tragverhalten

- Absatz (2)P Der Verweis auf ENV 1993-1-1, Abschnitt 5.5.1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-2, Abschnitt 3.2 zu ersetzen.
- Absatz (8) Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.

#### 4.3.6.4 Geschützte betongefüllte Hohlprofile

- Absatz (2) siehe DIN-Fachbericht 94

## 5 Konstruktionsdetails

### 5.1 Einleitung

- Absatz (5) Der Verweis auf ENV 1992-1-1, Abschnitt 4.1.3.3 ist durch einen Verweis auf DIN 1045-1, Abschnitt 6.3 zu ersetzen.

### 5.3 Verbundstützen

#### 5.3.1 Verbundstützen mit Kammerbeton

- Absatz (3) Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.

#### 5.3.2 Verbundstützen aus betongefüllten Hohlprofilen

- Absatz (4)P siehe DIN-Fachbericht 94

## Anhang C – Spannungsdehnungsbeziehungen von Beton angepasst an natürliche Brände mit Abkühlphase

Naturbrandszenarien sind für Tabellen- und vereinfachte Berechnungsverfahren (Nachweisstufen 1 und 2) nicht geregelt.

## Anhang D – Berechnungsverfahren für die positive Momententragfähigkeit eines Verbundträgers bestehend aus Stahlquerschnitt und Betondecke bei Brandbeanspruchung von unten

- Absatz (3) Der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 4.2.2 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 9.1.2 zu ersetzen.

## Anhang E – Berechnungsverfahren für die positive und negative Momententragfähigkeit kammerbetonierter Verbundträger mit Betondecke unter Normbrandbeanspruchung von unten

- E.2 – Reduzierter Querschnitt für die negative Momententragfähigkeit  $M_{fi,Rd-}$

Absatz (7)

Der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 4.4.2.2(2) ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 9.2, Element (910) zu ersetzen.

## **Anhang F – Berechnungsverfahren für den Feuerwiderstand kammerbetonierter Verbundstützen unter Normbrandbedingungen bei Biegeknicken um die schwache Achse**

### **F.6 – Berechnung der Grenznormalkraft unter zentrischem Druck bei erhöhter Temperatur**

Absatz (1)

Der Verweis auf ENV 1994-1-1, Abschnitt 4.8.3.5(1) ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5, Abschnitt 8.3.3.3 zu ersetzen.

Absatz (4)

Der Verweis auf ENV 1993-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-2 zu ersetzen.

### **F.7 – Exzentrizität der Belastung**

Absatz (1)

Der Verweis auf ENV 1994-1-1 ist durch einen Verweis auf DIN 18800-5 zu ersetzen.





# **DIN-Fachbericht 92** **Nationales Anwendungsdokument (NAD)** **Richtlinie zur Anwendung von** **DIN V ENV 1992-1-2 : 1997-05\*)** **Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Stahl-** **betontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln –** **Tragwerksbemessung für den Brandfall**

## Inhalt

### Vorbemerkung

#### **Zu Abschnitt 1 Allgemeines**

Zu Abschnitt 1.1 Geltungsbereich

#### **Zu Abschnitt 2 Grundprinzipien**

Zu Abschnitt 2.4 Nachweismethoden

Zu Abschnitt 2.4.3 Berechnung von Teiltragwerken

#### **Zu Abschnitt 4 Tragwerksbemessung für den Brandfall**

Zu Abschnitt 4.2 Tabellarische Daten

Zu Abschnitt 4.2.1 Geltungsbereich

Zu Abschnitt 4.2.2 Allgemeine Bemessungsregeln

Zu Abschnitt 4.2.3 Stützen

Zu Abschnitt 4.2.4 Wände

Zu Abschnitt 4.2.5 Zugglieder

Zu Abschnitt 4.2.6 Balken

Zu Abschnitt 4.2.6.1 Allgemeines

Zu Abschnitt 4.2.6.3 Statisch unbestimmt gelagerte Balken (Durchlaufbalken)

Zu Abschnitt 4.2.7 Platten

Zu Abschnitt 4.2.7.2 Statisch bestimmt gelagerte Platten

Zu Abschnitt 4.2.7.3 Statisch unbestimmt gelagerte Platten (Durchlaufplatten)

Zu Abschnitt 4.2.7.4 Flachdecken

Zu Abschnitt 4.2.7.5 Rippendecken

Zu Abschnitt 4.3.3 Reduzierter Querschnitt

Zu Abschnitt 4.4 Allgemeine Rechenverfahren

Zu Abschnitt 4.4.1 Allgemeines

#### **Zu Abschnitt 5 Schutzschichten**

**Zu Anhang A** (informativ) Zusätzliche Informationen über Materialeigenschaften

**Zu Anhang B** (informativ)

Zu B.2 Querschnitt und Betonfestigkeit

**Zu Anhang C** (informativ) Vereinfachtes Rechenverfahren für Balken und Platten

**Zu Anhang D** (informativ) Ein Verfahren für den Nachweis des Tragwerksverhaltens von Stahlbetonbauteilen unter Brandeinwirkungen

## Vorbemerkung

Diese Richtlinie wurde vom Normenausschuß Bauwesen (NABau), Arbeitsausschuß 00.32.00 »Konstruktiver Baulicher Brandschutz«/Spiegelausschuß CEN/TC 250, erarbeitet.

\*) Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2000

Der Teil 1-2 des Eurocodes 2 (EC 2-1-2) wurde von CEN im Februar 1995 als Europäische Vornorm (ENV) mit einer Laufzeit von zunächst 3 Jahren herausgegeben. Die Vornorm ist für die probeweise Anwendung gedacht und um Stellungnahmen zu erhalten. Die vorliegende Richtlinie dient als Nationales Anwendungsdokument (NAD) zu dieser Vornorm. Sie enthält Festlegungen zum Anwendungsbereich, zu den indikativen Werten (sog. »boxed values«) und zu weiteren technischen Detailregelungen in der deutschen Fassung von Eurocode 2 Teil 1-2 (ENV 1992-1-2D : 1995). Die Abschnittsnumerierung entspricht der DIN V ENV 1992-1-2; geänderte Bilder, Tabellen und Gleichungen werden mit dem Buchstaben »R« vor der entsprechenden Nummer gekennzeichnet.

ENV 1992-1-2 darf nur als Ganzes angewendet werden. Die Regelungen von ENV 1992-1-2 dürfen nur mit Regelungen aus DIN-Normen oder anderen Regelwerken verknüpft werden, wenn dies im folgenden ausdrücklich gestattet wird. Werden in besonderen Anwendungsfällen zusätzliche Regelwerke benötigt, so ist dies zwischen dem Tragwerksplaner und der zuständigen Bauaufsichtsbehörde abzustimmen.

Die Anwendung von DIN V ENV 1992-1-2 in Verbindung mit den Regelungen in dieser Richtlinie und mit den Regelungen in der Grundlagennorm DIN V ENV 1991-2-2 gilt als gleichwertige Lösung (im Sinne von § 3 Absatz 3 Satz 3 MBO) zu brandschutztechnischen Nachweisen nach DIN 4102-4 : 1994.

Die Geltungsdauer der vorliegenden Richtlinie beginnt mit dem Erscheinen dieser Richtlinie und endet im Dezember 2000, jedoch spätestens zum Zeitpunkt der Veröffentlichung einer DIN EN 1992-1-2.

Sämtliche in DIN V ENV 1992-1-2 erwähnten Normenbezeichnungen ENV 199X-X-X<sup>1)</sup> werden- durch DIN V ENV 199X-X-X<sup>1)</sup> ersetzt.

Sämtliche Normen, die in DIN V ENV 1992-1-2 als prEN XXXX<sup>1)</sup> oder EN XXXX<sup>1)</sup> angegeben sind, müssen durch die entsprechenden DIN EN XXXX<sup>1)</sup> ersetzt werden, sofern diese beim Beuth Verlag erhältlich sind. Ansonsten gelten die jeweils letzten Veröffentlichungen von prEN XXXX<sup>1)</sup> oder EN XXXX<sup>1)</sup>, wenn in dieser Richtlinie keine anderen Anweisungen gegeben sind.

Sollten die in DIN V ENV 1992-1-2 angegebenen Verweise auf Europäische Normen (bzw. deren Entwürfe) sich nicht auf arbeitsfähige Dokumente beziehen, da diese zum Beispiel noch unvollständig sind, muß auf entsprechende DIN-Normen zurückgegriffen werden.

---

1) »X« ist durch die entsprechende Ziffer zu ersetzen.

# 1 Allgemeines

## 1.1 Geltungsbereich

Absatz (1)P *Ergänzend gilt:*

(1)P Die Bemessungsregeln von Teil 1-2 dieser Norm gelten, soweit nicht anders angegeben, für Normalbeton mit quarzhaltigem Zuschlag nach 4.3.6.1 von DIN EN 206 bis zur Festigkeitsklasse C 50/60.

Absatz (5)P *Ergänzend gilt:*

(6)P Die in | | gesetzten Zahlenwerte sind gültig, sofern sie im NAD nicht außer Kraft gesetzt oder durch andere Werte ersetzt werden.

# 2 Grundprinzipien

## 2.4 Nachweismethoden

### 2.4.3 Berechnung von Teiltragwerken

Absatz (5) *Der Absatz wird ersetzt durch:*

Ohne Nachweis nach 2.4.3 (4) darf  $\eta_{fi} = 0,7$  gesetzt werden.

# 4 Tragwerksbemessung für den Brandfall

## 4.2 Tabellarische Daten

### 4.2.1 Geltungsbereich

Absatz (1) *Der letzte Satz wird ersetzt durch:*

Die Tabellen gelten für Normbrandbeanspruchung nach 4.2.2 von DIN EN 1991-2-2 (Einheits-Temperaturzeitkurve).

Absatz (3) *Ergänzend gilt:*

Bei dieser Verringerung dürfen die Werte, die für R 30 bzw. REI 30 gelten, nicht unterschritten werden.

### 4.2.2 Allgemeine Bemessungsregeln

Absatz (5) b) *Änderung:*

Die Formel  $k_p(\theta) = \sigma_{s,fi}/f_{yk} (20\text{ °C})$  wird in  $k_p(\theta) = \sigma_{s,fi}/f_{pk} (20\text{ °C})$  geändert.

- Absatz (6) *Änderung:*  
Für Spannglieder ohne Verbund wird die kritische Temperatur auf  $\theta_{cr} = 350\text{ °C}$  beschränkt.
- Absatz (14) *Ergänzend gilt:*  
Der mit Gleichung (4.5) in Verbindung mit Gleichung (4.6) ermittelte mittlere Achsabstand  $a_m$  soll nicht kleiner sein als der in den Tabellen angegebene Achsabstand  $a$  für Betonstahl.  
Der vorhandene mittlere Achsabstand  $a_m$  darf auch getrennt für Betonstahl und Spannstahl nach Gleichung (4.5) ermittelt und dann mit dem in den Tabellen angegebenen Achsabstand  $a$  für Betonstahl und Spannstahl verglichen werden.
- Absatz (15) *Dieser Absatz wird ersetzt:*  
Der Achsabstand jedes einzelnen Stabes darf nicht kleiner sein als derjenige für R 30 und nicht kleiner als der halbe Mindestachsabstand nach Tabelle 4.5 bzw. 4.6.
- Absatz (16) *Der Satzteil »In Zuggliedern, Balken und Platten mit einer Betondeckung  $c \geq |50|$  mm ...« wird geändert in »In Zuggliedern, Balken und Platten mit einer Betondeckung  $c > 50$  mm ...«.*

#### 4.2.3 Stützen

- Absatz (1) *Ergänzend gilt:*  
Dabei müssen die Stützen im Gebrauchslastfall unter Annahme einer beidseitig gelenkigen Lagerung bemessen werden, und im Brandfall muß sich dann eine beidseitige Rotationsbehinderung einstellen können.
- Absatz (2) *Änderung:*  
*Der Satz » $\mu_{fi}$  darf in allen Fällen zu  $|0,7|$  angenommen werden.« entfällt.*  
*Änderung:*  
*Der Satz »Ein genauerer Wert kann mit Gleichung (4.7) bestimmt werden:*

$$\mu_{fi} = E_{d,fi}/R_{d,fi}(0) \mu_{fi} \times E_d/R_{d,fi}(0) \quad (4.7)«$$

*wird ersetzt durch:*

» $\mu_{fi}$  kann mit Gleichung (4.7) bestimmt werden:

$$\mu_{fi} = E_{d,fi}/R_{d,fi}(0) = \mu_{fi} \times E_d/R_{d,fi}(0) \leq 0,4 \quad (4.7)«$$

Tabelle 4.1 *Änderung:*

Spalte 2 ändern in  $\mu_{fi} = 0,1$

Spalte 3 ändern in  $\mu_{fi} = 0,3$

Spalte 4 ändern in  $\mu_{fi} = 0,4$

Spalte 5 ändern in  $\mu_{fi} = 0,4$

Tabelle 4.3 *Änderung:*

Spalten 2 und 3 ändern in  $\mu_{fi} = 0,2$

Spalten 4 und 5 ändern in  $\mu_{fi} = 0,4$

#### **4.2.4 Wände**

Tabelle 4.3 *Ergänzend gilt:*

Bei zweiseitig beanspruchten Wänden entfallen das Raumabschlußkriterium E und das Wärmedämmkriterium I (siehe Abschnitte 1.4.8 und 1.4.23).

#### **4.2.5 Zugglieder**

Absatz (3) *Änderung:*

*Der Satzteil ... wobei  $b$  die Mindestbreite ... ist wird geändert in ... wobei  $b_{min}$  die Mindestbreite ... ist*

Tabelle 4.4 *in Spalte 3 wird ersetzt:*

für R 90: 400/40

für R 120: 500/50

*ändern: Zuggliedbreite  $b$  in: Zuggliedbreite  $b_{min}$*

Tabelle 4.4 *Ergänzend gilt:*

Bei nicht lotrecht angeordneten Zuggliedern ist eine Schutzbewehrung nach Abschnitt 4.2.2 (16) anzuordnen. Sie ist in Anlehnung an DIN 4102-4, Abschnitt 3.1.5.2 auszubilden.

**4.2.6 Balken****4.2.6.1 Allgemeines**

Absatz (5) *Ergänzend gilt.*  
mit  $d_1$  und  $d_2$  nach Bild 4.4 c)

**4.2.6.3 Statisch unbestimmt gelagerte Balken (Durchlaufbalken)**

Absatz (3) *Ergänzend gilt.:*  
Die Stützbewehrung ist an jeder Stelle gegenüber der nach DIN V ENV 1992-1 -1 erforderlichen Stützbewehrung um  $0,15 \times l_{\text{eff}}$  (wie in DIN V ENV 1992-1-1, 2.5.2.2.2 definiert) zu verlängern. Bei durchlaufenden Balken ist  $l_{\text{eff}}$  die Stützweite des angrenzenden größeren Feldes.

Tabelle 4.5 *Erste Fußnote wird ersetzt durch:*  
Bei Spannbetonbalken ist die Vergrößerung des Achsabstandes  $a$  entsprechend Abschnitt 4.2.2 (4) zu beachten.

Tabelle 4.6 *Erste Fußnote wird ersetzt durch:*  
Bei Spannbetonbalken ist die Vergrößerung des Achsabstandes  $a$  entsprechend Abschnitt 4.2.2 (4) zu beachten.

**4.2.7 Platten****4.2.7.2 Statisch bestimmt gelagerte Platten**

Absatz (1) *Der Satzteil »... für die Feuerwiderstandsklassen R 30 bis R 240« wird geändert in »... für die Feuerwiderstandsklassen REI 30 bis REI 240«.*

Tabelle 4.8 *Zweite Fußnote ist zu ersetzen durch:*  
Bei Spannbetonplatten ist die Vergrößerung des Achsabstandes entsprechend 4.2.2 (4) zu beachten.

**4.2.7.3 Statisch unbestimmt gelagerte Platten (Durchlaufplatten)**

Absatz (1) *Ergänzend gilt:*  
4.2.7.2 (2) gilt analog.  
Bei Durchlaufplatten darf für die oben liegende Bewehrung der kleinere Achsabstand  $a$  entsprechend DIN 4102-4, Tab. 12, gewählt werden.

- Absatz (2) *Ergänzend gilt:*  
Bei der Bemessung der Stützbewehrung ist Abschnitt 4.2.6.3 (3) zu beachten.
- Absatz (3) *Erläuterung:*  
 $A_c$ : Fläche des Betonquerschnitts über der Zwischenstütze.
- Absatz (3) a) *Ergänzend gilt:*  
Die Einstufung der Betonstähle im Hinblick auf die Duktilität erfolgt nach 3.2.4.2, Tabelle R2 von:  
»Deutscher Ausschuß für Stahlbeton: Richtlinie zur Anwendung von Eurocode 2 – Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau, Fassung April 1993.«

**4.2.7.4 Flachdecken**

- Absatz (2) *Änderung:*  
ändern REI 90 in REI 30
- Ergänzend gilt.*  
Mit der erforderlichen oberen Bewehrung ist die im Verbund »oben« liegende und innerhalb des kritischen Rundschnittes nicht abgebogene Längsbewehrung  $A_{sx}$  bzw.  $A_{sy}$  im kritischen Rundschnitt gemäß DIN V ENV 1992-1-1, Abschnitt 4.3.4.2.2 gemeint.

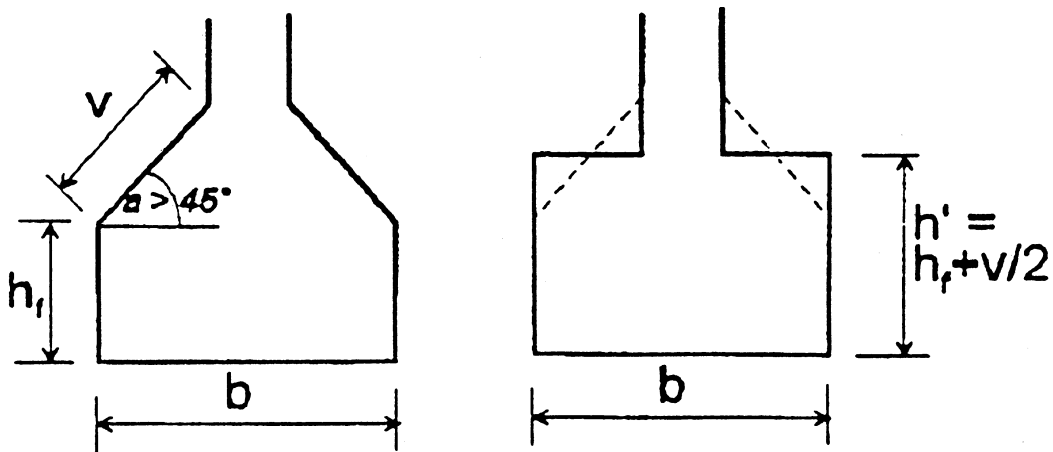
**4.2.7.5 Rippendecken**

- Tabelle 4.10 *Erste Fußnote wird ersetzt durch:*  
Bei Spannbetonrippendecken ist die Vergrößerung des Achsabstandes entsprechend 4.2.2 (4) zu beachten.

Tabelle 4.11 (analog Tabelle 4.10)

**4.3.3 Reduzierter Querschnitt**

- Absatz (4) *Ergänzend gilt:*  
Für I-Querschnitte gilt:  $w$  steht für die Hälfte des kleineren Querschnittsmaßes des Flansches ( $h_f$  oder  $b$ ). Bei angevouteten Bauteilen mit einem Winkel  $\alpha \geq 45^\circ$  von der Horizontalen aus gemessen kann zur Bestimmung von  $w$  ein Ersatzquerschnitt mit der Breite  $b$  und der Höhe  $h' = h_f + v/2$  gebildet werden. Ist  $\alpha < 45^\circ$ , so kann  $h' = h_f$  gewählt werden.

Bild 4.9 *Ergänzend gilt:*

Die Bezeichnung der Bilder a), b), c), d), e), f) fehlt

Absatz (6) *Ergänzend gilt:*

Die Reduktion der Druckfestigkeit eines reduzierten Querschnitts' bei quarzhaltigem Beton  $k_c(\theta_M)$  kann mit Hilfe von Anhang B Bild B.3a) ermittelt werden.

Absatz (10) *Der Absatz wird ersetzt durch:*

Der Kurzzeitwert von  $\varepsilon_{cu,max}$  darf wie folgt berechnet werden:

$$\varepsilon_{cu,max} = 0,0035/k_c(\theta_M)$$

innerhalb der Grenzen des reduzierten Querschnitts

## 4.4 Allgemeine Rechenverfahren

### 4.4.1 Allgemeines

Absatz (1)P *Der Absatz wird ersetzt durch:*

Allgemeine Rechenverfahren dürfen nur nach Abstimmung mit der Bauaufsichtsbehörde für brandschutztechnische Nachweise von Einzelbauteilen, Teiltragwerken und Gesamttragwerken angewendet werden. Die Nachweise sind von einem hierfür qualifizierten Prüfsingenieur zu prüfen.

Absatz (5) *Dieser Absatz entfällt.*



## 5 Schutzschichten

Absatz (3) *Ergänzend gilt:*

Folgende Standardlösungen haben Gültigkeit:

- Bekleidungssysteme aus Putzen gemäß DIN 4102-4, Abschnitt 3.1.6 und für Druckglieder auch nach Abschnitt 3.13.2.9;
- Bekleidungssysteme aus Unterdecken gemäß DIN 4102-4, Abschnitt 6.5;
- Bekleidungssysteme aus Holzwolle-Leichtbauplatten gemäß DIN 4102-4, Abschnitt 3.1.6.6.

Für die Anwendung weiterer Bekleidungssysteme gelten die bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise.

## Anhang A (informativ)

### Zusätzliche Informationen über Materialeigenschaften

Bild A.8 *Änderung:*

Die Tabelle muß entfernt werden.

## Anhang B (informativ)

### B.2 Querschnitt und Betonfestigkeit

Bild B.2 *Änderung:*

Die y-Achsenbeschriftung ist zu ändern in:

»T in °C«

## Anhang C (informativ)

### Vereinfachtes Rechenverfahren für Balken und Platten

Eine Anwendung von Anhang C darf nur in Abstimmung mit der Bauaufsichtsbehörde erfolgen.

## **Anhang D (informativ)**

### **Ein Verfahren für den Nachweis des Tragwerksverhaltens von Stahlbetonbauteilen unter Brandeinwirkungen**

Eine Anwendung von Anhang D darf nur in Abstimmung mit der Bauaufsichtsbehörde erfolgen.

# ETB-RICHTLINIE

## zur Begrenzung der Formaldehydmission in die Raumlufth bei Verwendung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (ETB-Ri UF-Ortschaum)

Ausgabe April 1985

Herausgegeben vom  
Ausschuß für Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB)

### Vorbemerkung

*Im gemeinsamen Bericht des Bundesgesundheitsamtes, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und des Bundesumweltamtes vom 01.10.1984 wurde gefordert, daß aus Gründen des Gesundheitsschutzes die Gesamtformaldehydbelastung im Innenraum 0,1 ppm nicht überschreitet.*

*Durch die Einhaltung der nach der folgenden Richtlinie an Baustoffe und Bekleidungen gestellten Anforderungen wird angestrebt, daß die Formaldehydkonzentration in Aufenthaltsräumen von Häusern, deren Dächer und/oder Wände mit Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (UF-Ortschaum) gedämmt sind, 0,1 ppm nicht überschreitet.*

*Diese Richtlinie stellt eine vorläufige Regelung dar, bis durch Forschungsergebnisse nachgewiesen ist, ob bei gleichzeitigem Vorhandensein mehrerer Emittenten, z. B. andere Bauteile, Möbel oder Dekorationsmaterialien aus Stoffen, die Formaldehyd freisetzen, möglicherweise andere Anforderungen zu stellen sind.*

## 1 Geltungsbereich und Zweck

Diese Richtlinie gilt für die Verwendung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (UF-Ortschaum) nach DIN 18 159 Teil 2 und nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, der an der Anwendungsstelle als UF-Ortschaum zum Ausschäumen von Hohlräumen, wie z. B. in Wänden, Decken und Dächern sowie in Schächten, Schlitzten und Kanälen bei Aufenthaltsräumen verwendet wird. In dieser Richtlinie werden ergänzend zu DIN 18 159 Teil 2, Ausgabe Juni 1978, Abschnitt 5.13 „Formaldehydabspaltung“ bzw. zu den entsprechenden Zulassungsbescheiden hinsichtlich der Verwendung von UF-Ortschaum Anforderungen zur Begrenzung der Formaldehydemission in die Raumluft von Aufenthaltsräumen gestellt. Hierbei wird vorausgesetzt, daß eine möglicherweise kurzfristig nach dem Einbringen des UF-Ortschaums auftretende erhöhte Formaldehydemission durch erhöhte Lüftung in den ersten 3 Wochen abgeführt wird.

Die Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen dieser Richtlinie am Bau kann sich nur auf die Kontrolle der Erfüllung der Anforderungen beschränken, die hinsichtlich der Formaldehydabgabe an den UF-Ortschaum sowie an die Bekleidung und sonstigen baulichen Voraussetzungen gestellt werden; die Messung der Formaldehydkonzentration in der Raumluft allein ist zur Überprüfung der UF-Ortschaum-Dämmung nicht ausreichend, da sie auch die Formaldehydabgabe anderer Emittenten erfaßt.

## 2 Begriffe

**Emissionsklassen** im Sinne dieser Richtlinie sind die in Tabelle 1 der „Prüfrichtlinie für die Einstufung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum in Emissionsklassen bezüglich der Formaldehydabgabe (PrüfRI UF-Ortschaum)“<sup>1)</sup> in Abhängigkeit der Formaldehydabgabe des UF-Ortschaums genannten Klassen ES 1, ES 2 und ES 3, die in Abhängigkeit der Formaldehydabgabe des UF-Ortschaums allein sowie in einem Prüfraum mit Bekleidung festgelegt sind.

**Bekleidung** im Sinne dieser Richtlinie ist eine raumseitig vollflächige Abdeckung des Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaums durch Bauplatten, Mauerwerk, Sperrschichten einschließlich der Abdeckung von Fugen, Aussparungen usw.

## 3 Anforderungen an den Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum

### 3.1 Anforderungen an die Ausgangsstoffe

Unbeschadet der Anforderungen nach DIN 18 159 Teil 2 bzw. der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen dürfen für die Herstellung von UF-Ortschaum nur Ausgangsstoffe verwendet werden, für die nachgewiesen wurde, daß mit ihnen Ortschaum nach den entsprechenden Emissionsklassen hergestellt werden kann.

Für die Einstufung in die Emissionsklassen ist der Versuch im Prüfraum mit je nach Emissionsklasse festgelegten Bekleidungen nach Abschnitt 3.1 und der Versuch mit der Gasanalysemethode nach Abschnitt 3.2 der „PrüfRI UF-Ortschaum“<sup>1)</sup> maßgebend<sup>2)</sup>.

Hierbei sind die Anforderungen der Tabelle 1 der Prüfrichtlinie<sup>1)</sup> einzuhalten.

An dem UF-Ortschaum sind parallel alle Prüfungen nach DIN 18 159 Teil 2, Ausgabe Juni 1978, Abschnitt 8, durchzuführen<sup>3)</sup>.

### 3.2 Anforderungen an den UF-Ortschaum nach Einbau

Der UF-Ortschaum muß nach Einbau an der Verwendungsstelle hinsichtlich der Formaldehydemission die Anforderungen für die jeweilige Emissionsklasse nach der „Prüfrichtlinie für die Einstufung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum in Emissionsklassen bezüglich der Formaldehydabgabe (PrüfRI UF-Ortschaum)“<sup>1)</sup> erfüllen. Hierfür ist im Rahmen der Überwachung nach Abschnitt 5.2 nachzuweisen, daß die Formaldehydemission des unbedeckten Schaumes bei Prüfung mit der Gasanalysemethode nach Abschnitt 3.2 der PrüfRI UF-Ortschaum<sup>1)</sup> die Grenzwerte der Tabelle 1 der PrüfRI UF-Ortschaum<sup>1)</sup> einhält, jedoch darf der Wert um nicht mehr als 20 % oder 0,3 mg/(h · dm<sup>3</sup>) über dem Gasanalysewert liegen, der für die Einstufung nach Abschnitt 3.1 maßgebend war (der größere Wert ist maßgebend).

Zusätzlich zu den Anforderungen an die Formaldehydabgabe muß der UF-Ortschaum stets die anderen in DIN 18 159 Teil 2 oder in bauaufsichtlichen Zulassungen festgelegten Anforderungen erfüllen. Die Trockenrohdichte darf jedoch um nicht mehr als + 2,0 kg/m<sup>3</sup> von dem Wert der Eignungsprüfung abweichen.

### 3.3 Kennzeichnung und Lieferung

Die Gebinde der Ausgangsstoffe sind zusätzlich zur Kennzeichnungsvorschrift der DIN 18 159 Teil 2 mit der Emissionsklasse zu kennzeichnen.

Die Gebinde sind mit Werkszeugnis (Bescheinigung DIN 50 049 – 2.2) auszuliefern.

## 4 Anforderungen an die Verwendung

### 4.1 Allgemeines

Die Verwendungsmöglichkeit von UF-Ortschäumen richtet sich im Hinblick auf ihre Formaldehydemission nach ihrer Emissionsklasse. UF-Ortschäume mit einer Formaldehydabgabe > 5,0 mg/(h · dm<sup>3</sup>), gemessen nach der Gasanalysemethode, dürfen nicht verwendet werden.

### 4.2 Großflächige Verwendung

Die UF-Ortschäume der Emissionsklassen ES 1 bis ES 3 dürfen zur großflächigen Dämmung von Bauteilen zur Begrenzung von Aufenthaltsräumen (Wände, Decken, Dächer bei ausgebautem Dachgeschoß) verwendet werden, wenn folgende Bestimmungen eingehalten werden:

**4.2.1** Die Dämmschicht muß von den Aufenthaltsräumen durch Bekleidungen getrennt sein, die einen ausreichend hohen Widerstand gegen den Durchgang von Formaldehyd haben. Als ausreichend gelten die in Tabelle 1, Spalten 2 und 3, aufgeführten Bekleidungen.

1) Siehe Anhang 2

2) Die Prüfungen sind beim Fraunhofer-Institut für Holzforschung (WKI), Bienroder Weg 54 E, 3300 Braunschweig, durchzuführen.

3) Die Prüfungen sind beim Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München (FIW), Lochhamer Schlag 4, 8032 Gräfelfing, durchzuführen.

Tabelle 1. Anforderungen an die Bekleidungen

| 1                                                   | 2                                                                                                                                                                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bei Verwendung von UF-Ortschaum der Emissionsklasse | Bekleidungen mit einer diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke $s_d$ von                                                                                                                  | Bekleidungen, die ohne Nachweis als ausreichend gelten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ES 1                                                | <i>Für die Emissionsklasse ES 1 sind keine Angaben gemacht, da UF-Ortschäume dieser Klassifizierung noch nicht vorliegen. Bei entsprechender Entwicklung wird die Richtlinie ergänzt.</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekleidungen, die für ES 2 und ES 3 als ausreichend gelten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ES 2                                                | $\geq 0,3 \text{ m}$                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekleidungen, die für ES 3 als ausreichend gelten</li> </ul> <p>Mauerwerk nach DIN 1053 Teil 1 mit einer Mindestdicke von 11,5 cm und mindestens einseitigem Putz nach DIN 18 550 Teil 1 und Teil 2</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ES 3                                                | $\geq 1,0 \text{ m}$                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mauerwerk nach DIN 1053 Teil 1 mit einer Mindestdicke von 11,5 cm und mindestens einseitigem Putz nach DIN 18 550 Teil 1 und Teil 2, wobei die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke <math>s_d</math> der raumseitigen Bauteilschichten größer sein muß als die der außerhalb der Dämmschicht liegenden Bauteilschichten</li> <li>– Kunststoffolien mit einer Dicke <math>\geq 0,1 \text{ mm}</math></li> <li>– Aluminiumfolien mit einer Dicke <math>\geq 0,05 \text{ mm}</math></li> <li>– Holzwoleleichtbauplatten nach DIN 1101 mit einer Mindestdicke von 25 mm mit 15 mm Kalkgipsputz (Plattenstöße gegen Risse gesichert, z. B. durch Putzbewehrung nach DIN 1102, Ausgabe März 1980, Abschnitt 4.3).</li> </ul> |

Das ausführende Unternehmen hat vor dem Einbringen des UF-Ortschaums die Bekleidungen und den Aufbau der zu dämmenden Bauteile an Ort und Stelle zu überprüfen und bei Bekleidungen nach Tabelle 1, Spalte 2, die diffusionsäquivalenten Luftschichtdicken  $s_d$  der Bauteilschichten nach DIN 4108 zu errechnen. Dabei ist der untere Grenzwert der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl  $\mu$  nach DIN 4108 Teil 4 anzusetzen.

**4.2.2** Fugen in den Bekleidungen sind durch Abdecken oder ähnliches nach dem Stand der Technik abzudichten, Risse sind zu schließen. Folienstöße sind zu überlappen und zu verkleben bzw. zu verschweißen.

**4.2.3** Die dem Aufenthaltsraum abgewandte Oberfläche der UF-Ortschaum-Dämmschicht muß ausreichend belüftet sein. Als ausreichend gelten Lüftungsquerschnitte und -öffnungen nach DIN 4108 Teil 3, Ausgabe August 1981, Abschnitt 3.2.3.3.

Für zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung nach bauaufsichtlicher Zulassung ist keine Belüftung erforderlich.

**4.2.4** Aufenthaltsräume müssen über ausreichende natürliche Belüftungsmöglichkeiten verfügen (siehe Landesbauordnungen entsprechend Musterbauordnung (MBO 1981) § 44, Abs. 2).

#### 4.3 Kleinflächige Verwendung

Für das Austüllen kleinflächiger Schächte, Schlitz- und Kanäle dürfen UF-Ortschäume der Emissionsklassen ES 1 bis ES 3 verwendet werden, wenn der Ortschaum gegen die Raumluft durch Bekleidungen wie Putz, Gipskartonplatten, Spanplatten oder ähnlichem abgedeckt wird. Als kleinflächig gilt eine Dämmung, wenn die gedämmte Fläche höchstens 5 % der Wand- und Deckenflächen des Raumes ausmacht.

### 5 Anforderungen an das ausführende Unternehmen bei großflächiger Schaumanwendung für Aufenthaltsräume nach Abschnitt 4.2

#### 5.1 Allgemeines

UF-Ortschäume dürfen nur von Unternehmen hergestellt werden, die über ausreichende Erfahrung auf diesem

Seite 4 **ETB Richtlinie UF-Ortschaum**

Gebiet verfügen und geschultes Personal einsetzen und die einer Überwachung, bestehend aus Eigen- und Fremdüberwachung, unterliegen. Grundlage für das Verfahren der Überwachung ist DIN 18 200. Die Überwachung ist durch eine für die Überwachung von Wärmedämmstoffen anerkannte Prüfstelle aufgrund eines Überwachungsvertrages oder durch eine Überwachungsgemeinschaft durchzuführen. Als Nachweis der Überwachung ist auf der Bescheinigung nach Abschnitt 5.5 das einheitliche Überwachungszeichen anzubringen.

**5.2 Erstprüfung**

Die Erstprüfung hat sich insbesondere auf folgende Prüfungen zu beziehen:

- a) Vorhandensein geeigneter betrieblicher Einrichtungen für das Schäumverfahren. Die Eignung der Einrichtungen ist bei der Eignungsprüfung nach Absatz c nachzuweisen.
- b) Beschäftigung von geschulten Fachkräften (Schäumer). Die Schulung muß sich insbesondere auch auf die Beurteilung der baulichen Voraussetzungen zur Anwendung des UF-Ortschaums nach Abschnitt 4 erstrecken. Der Nachweis der Schulung gilt insbesondere als erbracht, wenn der Schäumer eine Ausbildungsbescheinigung vorlegt.

Ausbildungsbescheinigungen werden unter anderem von den Herstellern der Ausgangsstoffe ausgestellt.

<sup>1)</sup> Siehe Anhang 2

- c) Eignungsprüfung des UF-Ortschaums nach DIN 18 159 Teil 2 einschließlich einer Prüfung mit der Gasanalysemethode nach Abschnitt 3.2 der Prüfrichtlinie UF-Ortschaum<sup>1)</sup>.

**5.3 Eigenüberwachung**

Im Rahmen der Eigenüberwachung sind die in DIN 18 159 Teil 2, Ausgabe Juni 1978, Abschnitt 9.2.2, aufgeführten Prüfungen auf jeder Baustelle durchzuführen. Außerdem sind Aufzeichnungen über die baulichen Voraussetzungen nach Abschnitt 4.2 dieser Richtlinie in die zu führende Liste nach DIN 18 159 Teil 2, Ausgabe Juni 1978, Abschnitt 9.2.3, aufzunehmen.

**5.4 Fremdüberwachung**

Im Rahmen der Fremdüberwachung sind mindestens die folgenden Prüfungen durchzuführen:

- die in DIN 18 159 Teil 2, Ausgabe Juni 1978, Tabelle 1, angegebenen Prüfungen in der dort genannten Häufigkeit
- 2mal jährlich die Gasanalysewerte nach Abschnitt 3.2 der Prüfrichtlinie UF-Ortschaum<sup>1)</sup>.

**5.5 Bescheinigung**

Für jede Baustelle hat der Unternehmer dem Bauherrn nach Abschluß der Arbeiten eine Bescheinigung, wie im Mustervordruck in Anhang 1 angegeben, auszustellen.

**Zitierte Normen und andere Unterlagen in ETB-Richtlinie UF-Ortschaum sowie in Anhang 1 und 2**

|                   |                                                                                                                                                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 1053 Teil 1   | Mauerwerk; Berechnung und Ausführung                                                                                                                  |
| DIN 1101          | Holzwohle-Leichtbauplatten; Maße, Anforderungen, Prüfung                                                                                              |
| DIN 1102          | Holzwohle-Leichtbauplatten nach DIN 1101; Verarbeitung                                                                                                |
| DIN 4108 Teil 3   | Wärmeschutz im Hochbau; Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung                                           |
| DIN 4108 Teil 4   | Wärmeschutz im Hochbau; Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte                                                                                  |
| DIN 4108 Teil 5   | Wärmeschutz im Hochbau; Berechnungsverfahren                                                                                                          |
| DIN 18 159 Teil 2 | Schaumkunststoffe als Ortschäume im Bauwesen; Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum für die Wärmedämmung, Anwendung, Eigenschaften, Ausführung, Prüfung |
| DIN 18 180        | Gipskartonplatten; Arten, Anforderungen, Prüfung                                                                                                      |
| DIN 18 200        | Überwachung (Güteüberwachung) von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten; Allgemeine Grundsätze                                                           |
| DIN 18 550 Teil 1 | Putz; Begriffe und Anforderungen                                                                                                                      |
| DIN 18 550 Teil 2 | Putz; Putze aus Mörteln mit mineralischen Bindemitteln; Ausführung                                                                                    |
| DIN 50 049        | Bescheinigungen über Materialprüfungen                                                                                                                |
| DIN 52 368        | Prüfung von Spanplatten; Bestimmung der Formaldehydabgabe durch Gasanalyse                                                                            |
| DIN 68 763        | Spanplatten, Flachpreßplatten für das Bauwesen, Begriffe, Eigenschaften, Prüfung, Überwachung                                                         |
| VDI 3484 Blatt 1  | Messen gasförmiger Immissionen; Messen von Aldehyden; Bestimmen der Formaldehyd-Konzentration nach dem Sulfat-Pararosanilin-Verfahren                 |

## Anhang 1 zur ETB-Richtlinie UF-Ortschaum

**MUSTERVORDRUCK**

**Bescheinigung nach ETB-Richtlinie zur Begrenzung der Formaldehydemission in die Raumluft bei Verwendung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (ETB-Ri UF-Ortschaum)**

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                             |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|
| 1                                                                                                                           | Ausführendes Unternehmen:                                                                                                                                             |  | Fremdüberwacher:<br><br>ETB-Ri UF-Ortschaum |                                  |
| 2                                                                                                                           | Bauherr:                                                                                                                                                              | Baustelle:                                                                        |                                             |                                  |
| 3                                                                                                                           | Art der Dämmung:<br>(mit Skizze über Bauteilaufbau und erforderlichenfalls Angabe der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke der einzelnen Schichten nach Tabelle 1) |                                                                                   |                                             |                                  |
| 4                                                                                                                           | Verwendete Ausgangsstoffe<br>Stoffart bzw. Handelsbezeichnung:<br>Hersteller der Ausgangsstoffe:<br>Emissionsklasse:<br>Werkszeugnis Nr: vom:                         |                                                                                   |                                             |                                  |
| 5                                                                                                                           | Herstelldatum der Dämmung:                                                                                                                                            |                                                                                   |                                             |                                  |
| 6                                                                                                                           | Ergebnisse der Rohdichtepprüfung:<br><br>Frisch Rohdichte:<br>Trocken-Rohdichte:                                                                                      | Mittelwert<br>kg/m <sup>3</sup>                                                   | Größtwert<br>kg/m <sup>3</sup>              | Kleinstwert<br>kg/m <sup>3</sup> |
| Es wird bescheinigt, daß die oben angeführte Dämmung nach DIN 18 159 Teil 2 und der ETB Ri UF-Ortschaum durchgeführt wurde. |                                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                             |                                  |
| Ort: _____ Datum: _____<br><br><div style="text-align: right;">Unterschrift</div>                                           |                                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                             |                                  |

## PRÜFRICHTLINIE

### für die Einstufung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum in Emissionsklassen bezüglich der Formaldehydabgabe (PrüfRi UF-Ortschaum)

Ausgabe April 1985

#### 1 Geltungsbereich und Zweck

In dieser Prüfrichtlinie werden die Prüfverfahren hinsichtlich der Formaldehydabgabe zur Einstufung in die Emissionsklassen für Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (UF-Ortschaum) nach DIN 18 159 Teil 2 oder nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen festgelegt.

#### 2 Einstufungskriterien für die Emissionsklassen

Zur Einstufung in die Emissionsklassen ES 1, ES 2 und ES 3 muß der UF-Ortschaum hinsichtlich der Formaldehydabgabe sowohl die Anforderungen an den Gasanalysewert nach Tabelle 1, Spalte 2, als auch an die Ausgleichskonzentration bei Prüfung im Prüfraum nach Tabelle 1, Spalte 4, erfüllen.

#### 3 Prüfung

##### 3.1 Prüfraumuntersuchung

Die Prüfraumuntersuchung wird angewendet zur Einstufung der Ausgangsstoffe eines UF-Ortschaums in Emissionsklassen nach Abschnitt 3.1 der „ETB-Richtlinie zur Begrenzung der Formaldehydemission in die Raumluft bei Verwendung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum“.

Für die Untersuchung ist eine Prüfraumkonstruktion nach Bild 1 einschließlich der Dachraumkonstruktion nach Bild 2 zu verwenden. Die Versuchsbedingungen müssen Tabelle 2 entsprechen.

Der UF-Ortschaum wird hierbei in einer Schaumhöhe von  $(0,10 \pm 0,01)$  m in eine hinterlüftbare Dachraumkonstruktion eingebracht, die raumseitig mit einer der Emissionsklasse zugeordneten Prüfbekleidung nach Tabelle 1, Spalte 3, versehen ist. 4 Stunden nach Schaumstoffherstellung wird die Dachraumkonstruktion mit der Abdeckung verschlossen, in die Prüfraumkonstruktion eingebaut und die Belüftung über Prüfraumluft und Hinterlüftung eingeschaltet.

Die ersten Messungen der Formaldehydkonzentrationen erfolgen 24 Stunden nach Schaumstoffherstellung und weiter im Abstand von jeweils 24 Stunden über insgesamt 21 Tage. Gemessen wird die Formaldehydkonzentration im Klimaraum (Blindwert), in der Prüfraumabluft und in der Abluft der Hinterlüftung. Der Blindwert ist vom Prüfraumwert abzuziehen.

Die Messung der Formaldehydkonzentration erfolgt mit Hilfe geeigneter Gasprobenahmeapparaturen. Hierbei wird eine Luftprobe durch eine mit Absorptionsflüssigkeit gefüllte Gaswaschflasche geleitet. Das Probenahmenvolumen richtet sich nach der jeweiligen Formaldehydkonzentration und liegt zwischen 0,025 und 0,25 m<sup>3</sup>. Die Probenahmegeschwindigkeit beträgt generell 2 Liter pro Minute. Der absorbierte Formaldehyd wird photometrisch nach VDI 3484 Blatt 1 oder nach der Acetylaceton-Methode bestimmt. Die Formaldehydkonzentrationen werden angegeben in ppm (parts per million; 1 ppm = 1,2 mg/m<sup>3</sup>) und beziehen sich auf eine Temperatur von 20 °C und einen Luftdruck von 1013 hPa.

Die gemessenen Konzentrationswerte werden in Abhängigkeit von der Zeit seit Schaumherstellung aufgetragen. Die sich in der Prüfraumluft nach etwa 15 bis 20 Tagen einstellende Formaldehyd-Ausgleichskonzentration wird für die Bewertung des Emissionspotentials herangezogen. Die Ausgleichskonzentration darf den Wert 0,1 ppm nicht überschreiten. Wird die Ausgleichskonzentration nach 504 Stunden noch nicht erreicht, so gilt der nach 504 Stunden gemessene Wert.

Die Ausgleichskonzentration darf den Wert 0,1 ppm nicht überschreiten. Wird die Ausgleichskonzentration nach 504 Stunden noch nicht erreicht, so gilt der nach 504 Stunden gemessene Wert.

##### 3.2 Gasanalysemethode

Das Prüfverfahren wird angewendet bei der Klassifizierung des UF-Ortschaums nach Abschnitt 3.1 der „ETB-Richtlinie zur Begrenzung der Formaldehydemission in die Raumluft bei Verwendung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum“ und für die Überwachungsprüfung bei der Schaumherstellung nach Abschnitt 3.2 der genannten Richtlinie.

Es gilt das in DIN 52 368, Ausgabe September 1984, für die Prüfung von Spanplatten beschriebene Verfahren.

Abweichend davon ist bei der Prüfung des UF-Ortschaums folgendes zu berücksichtigen:

Ein Probestück mit den Abmessungen 550 mm X 550 mm X 300 mm wird nach DIN 18 159 Teil 2, Ausgabe Juni 1978, Abschnitt 8.1, hergestellt. Aus dem Probestück werden 3 Probekörper aus verschiedenen Stellen des Probestücks geschnitten. Probekörper der Abmessung 400 mm X 50 mm X 50 mm werden bei der Überwachungsprüfung geschnitten, jedoch mindestens 50 mm von der Oberfläche entfernt. Bevor die Probekörper geschnitten werden, sind die Probestücke 28 Tage lang in trockenen Räumen bei etwa + 20 °C so zu lagern, daß die Oberflächen der Umgebungsluft ausgesetzt sind. Nach Zuschchnitt der Probekörper müssen diese, sofern nicht unmittelbar geprüft wird, gasdicht in Kunststoffolien eingeschweißt werden. Die eingeschweißten Probekörper müssen spätestens 28 Tage nach Zuschchnitt geprüft werden; die Verschweißung darf erst unmittelbar vor der Prüfung geöffnet werden.

Die Probekörper werden einzeln geprüft.

Der Gasanalysewert wird viermal in Abständen von jeweils einer Stunde bestimmt und aus diesen vier Einzelwerten gemittelt. Der Gasanalysewert wird bezogen auf das Einbauvolumen der Probekörper (mg Formaldehyd pro Stunde und dm<sup>3</sup> Schaumstoff) angegeben. Als Gasanalysewert der Probe gilt der Mittelwert aus den Prüfergebnissen der 3 Probekörper.

Die Trockenrohdichte der Probe für die Gasanalyseprüfung ist gemäß DIN 18 159 Teil 2 zu bestimmen.

Die mittlere Trockenrohdichte darf von dem bei der Eignungsprüfung nach DIN 18 159 Teil 2 ermittelten Wert um nicht mehr als  $\pm 1,5$  kg/m<sup>3</sup> abweichen.



Tabelle 1. Anforderungen an Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum zur Einstufung in die Emissionsklassen

| 1                    | 2                                           | 3                                                                                                                                                                                          | 4                            |
|----------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Emissions-<br>klasse | Gasanalysewert<br>mg/(h · dm <sup>3</sup> ) | Prüfraumuntersuchung                                                                                                                                                                       |                              |
|                      |                                             | Prüfbekleidung                                                                                                                                                                             | Ausgleichs-<br>konzentration |
| ES 1                 | ≤ 0,5                                       | 9,5 mm dicke Gipskartonplatte nach DIN 18 180 ohne zusätzliche Beschichtung, $s_d = (0,1 \pm 0,015) \text{ m}$                                                                             | ≤ 0,1 ppm                    |
| ES 2                 | > 0,5 bis ≤ 1,5                             | 25 mm dicke Gipskartonplatte nach DIN 18 180 ohne zusätzliche Beschichtung, $s_d = (0,3 \pm 0,05) \text{ m}$                                                                               |                              |
| ES 3                 | > 1,5 bis ≤ 5,0                             | 16 mm Holzspanplatte V 100-E1 nach DIN 68 763 bzw. bauaufsichtlicher Zulassung durchgehend mit alkalisch härtendem Phenolharz oder mit Isocyanat verleimt, $s_d = (0,7 \pm 0,1) \text{ m}$ |                              |

Tabelle 2. Versuchsbedingungen bei der Prüfraumuntersuchung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum im Klimaraum

|                    |                                                             |                                             |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Prüfraumluft:      | Temperatur:                                                 | (23 ± 0,5) °C                               |
|                    | relative Feuchte:                                           | (45 ± 3) %                                  |
|                    | Luftdurchsatz:                                              | 7,5 m <sup>3</sup> /h                       |
| Hinterlüftung:     | Druckluft von:                                              | 15 bis 20 °C und etwa 10 % relative Feuchte |
|                    | Strömungsgeschwindigkeit:                                   | etwa 0,1 m/s                                |
|                    | Überdruck gegen Prüfraum:                                   | etwa 50 Pa                                  |
|                    | Luftdurchsatz:                                              | 20 m <sup>3</sup> /h                        |
| Prüfbekleidung:    | je nach Emissionsklasse, siehe Tabelle 1 der Prüfrichtlinie |                                             |
|                    | Bekleidungsfläche:                                          | 5,6 m <sup>2</sup>                          |
| UF-Ortschaum:      | Ausgeschäumte Fläche:                                       | 5,6 m <sup>2</sup>                          |
|                    | Schaumhöhe:                                                 | (0,10 ± 0,01) m                             |
|                    | Gesamt Schaumvolumen:                                       | etwa 0,56 m <sup>3</sup>                    |
| Prüfraumvolumen:   |                                                             | 7,5 m <sup>3</sup>                          |
| Raumbeladungsgrad: |                                                             | 0,75 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>         |

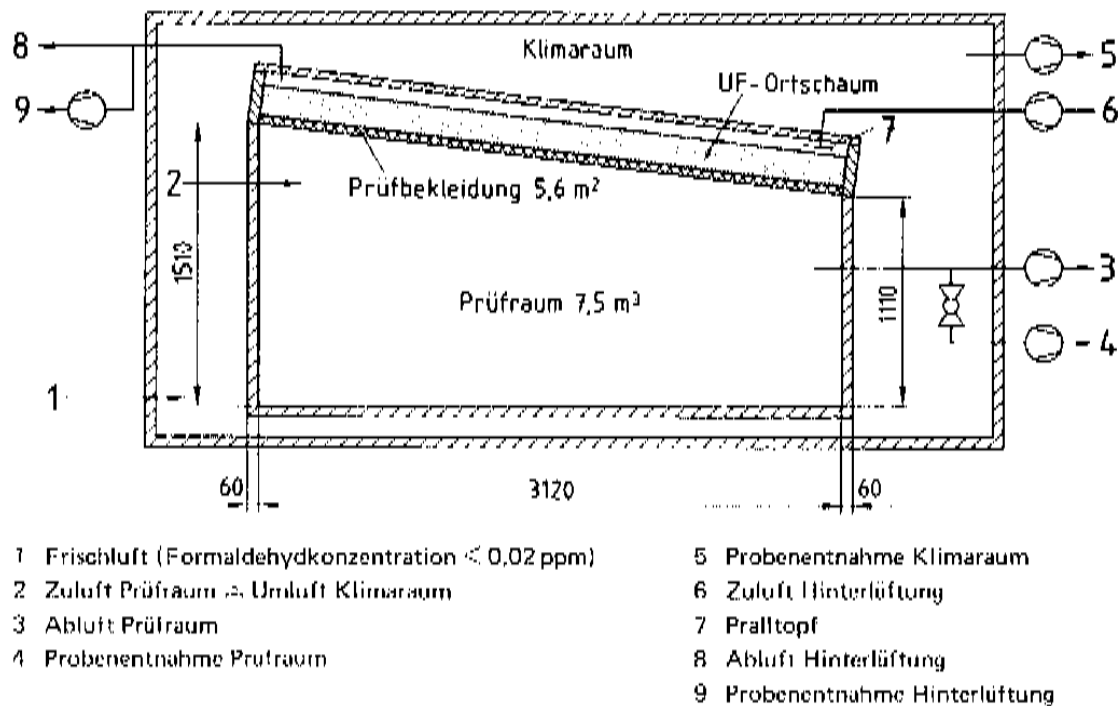


Bild 1. Schematische Darstellung der Prüfraumkonstruktion im Klimaraum für die praxisnahe Messung der Formaldehydabgabe von UF-Ortschaum (Maße in mm)

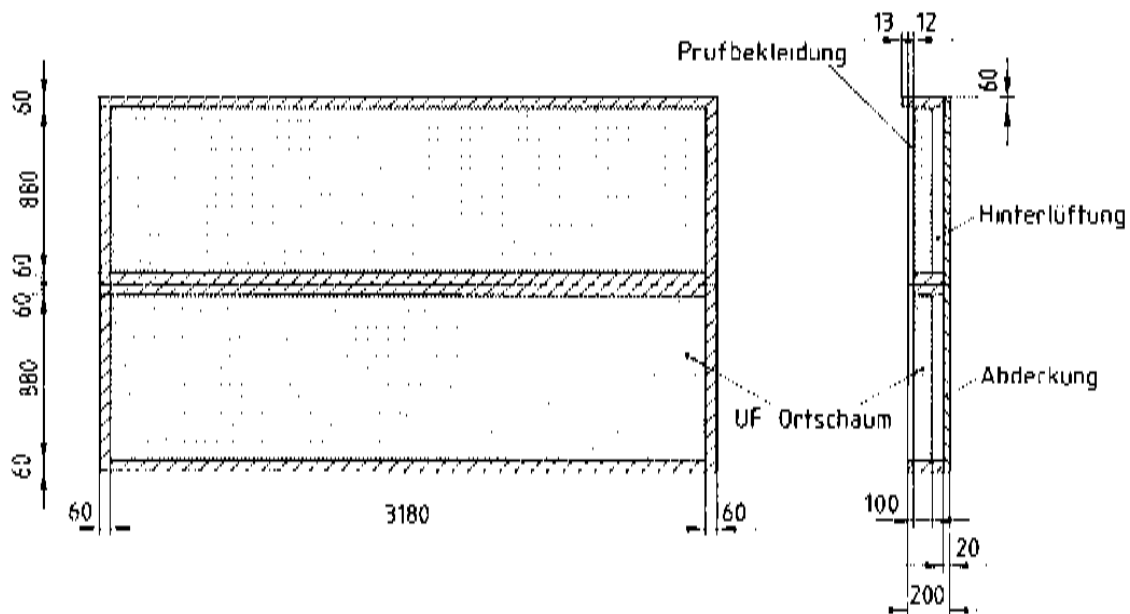


Bild 2. Dachraumkonstruktion für die Prüfraumuntersuchung von UF-Ortschaum (Maße in mm)

# Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Flachstürzen

Fassung August 1977  
(berichtigte Fassung Juli 1979)

Herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton  
im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

## 1 Begriff

Flachstürze bestehen aus einem vorgefertigten, bewehrten »Zuggurt« und erlangen im Zusammenwirken mit einer »Druckzone« aus Mauerwerk oder Beton oder beidem ihre Tragfähigkeit. Der Zuggurt kann mit oder ohne Schalen, z.B. aus gebranntem Ton, Leichtbeton, Kalksandstein und dergleichen, vorgefertigt werden. Der Zuggurt kann schlaffbewehrt oder vorgespannt sein.

## 2 Mitgeltende Normen und Richtlinien

Soweit im folgenden nichts anderes bestimmt ist, sind insbesondere folgende Normen zu beachten:

DIN 1045 – Beton- und Stahlbetonbau, Bemessung und Ausführung – (Ausgabe Dezember 1978)

– Richtlinien für Bemessung und Ausführung von Spannbetonbauteilen – (Fassung Juni 1973) (Spannbetonrichtlinien)<sup>1</sup>

DIN 105 – Mauerziegel, Vollziegel und Lochziegel –

DIN 106 – Kalksandsteine, Voll-, Loch- und Hohlblocksteine –

DIN 1053

Teil 1 – Mauerwerk; Berechnung und Ausführung –

DIN 4108 – Wärmeschutz im Hochbau –

– Richtlinien für Leichtbeton und Stahlleichtbeton mit geschlossenem Gefüge – (Fassung Juni 1973) (Leichtbetonrichtlinien)<sup>2</sup>

DIN 1084

Teil 2 – Überwachung (Güteüberwachung) im Beton- und Stahlbetonbau; Fertigteile

## 3 Anwendungsbereich

3.1 Flachstürze dürfen nur als Einfeldträger frei an ihrer Unterseite aufliegen und mit einer größten Stützweite von  $l = 3,00$  m verwendet werden. Es dürfen mehrere Zuggurte nebeneinander verlegt werden, wenn die Druckzone in ihrer Breite alle Zuggurte erfaßt.

3.2 Die Stürze dürfen nur bei vorwiegend ruhender Last (DIN 1055 T.3 – Ausgabe 6. 1971 Abschn. 1.4) verwendet werden. Balken-Rippendecken müssen im

Bereich der Stürze zur Lastverteilung einen bewehrten Massivstreifen aus Beton haben. Eine unmittelbare Belastung des Zuggurts durch Einzellasten ist unzulässig.

## 4 Vorfertigung der Zuggurte

4.1 Für schlaffbewehrte Zuggurte ist mindestens Beton der Festigkeitsklasse B 25 bzw. LB 25, für vorgespannte Zuggurte der Festigkeitsklasse B 35 bzw. LB 35 zu verwenden.

Die Verwendung vorgespannter Zuggurte bedarf nach den bauaufsichtlichen Vorschriften eines Nachweises der Brauchbarkeit für den Verwendungszweck, z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

Für schlaffbewehrte Zuggurte ist als Bewehrung Betonstahl BSt 420/500 RK oder RU oder allgemein bauaufsichtlich zugelassener Betonstahl BSt 500/550 RK oder RU zu verwenden; wird nur ein Stab je Zuggurt eingelegt, so muß sein Durchmesser mindestens 8 mm und darf höchstens 12 mm betragen. Für vorgespannte Zuggurte ist als Bewehrung Spannstahl mit mindestens 5 mm Durchmesser (30 mm<sup>2</sup> Querschnittsfläche bei nicht runden Querschnitten), höchstens 7 mm Durchmesser (40 mm<sup>2</sup> Querschnittsfläche bei nicht runden Querschnitten) zu verwenden, der für die Verankerung durch Verbund allgemein bauaufsichtlich zugelassen ist.

Je 11,5 cm der Zuggurtbreite ist mindestens 1 Spanndraht anzuordnen. Die Spannstahlspannung soll nach dem Lösen der Verankerung  $\sigma_r = 0,55 f_{yk}$  betragen. Die Vorspannung darf erst dann in den Beton eingeleitet werden, wenn die Betondruckfestigkeit mindestens 32 N/mm<sup>2</sup> bei Beton der Güteklasse B 35, 40 N/mm<sup>2</sup> bei einem B 45 und 48 N/mm<sup>2</sup> bei einem B 55 entspricht.

Die »Ergänzenden Bestimmungen zu den Richtlinien für Bemessung und Ausführung von Spannbetonbauteilen – Fassung Okt. 1976«<sup>3</sup> bezüglich der Anzahl der Spannglieder in einem Querschnitt sind auf die Flachstürze nicht anzuwenden.

Auf Bügel darf bei schlaffbewehrten und vorgespannten Zuggurten verzichtet werden.

Werden die Schalen bei der für die Schubbemessung maßgebenden Stützweite  $b$  mit in Rechnung gestellt, so muß die mittlere Druckfestigkeit der Schalen, bezogen auf die Querschnittsflächen, mindestens 15 N/mm<sup>2</sup> betragen, und zwar bei einer Prüfhöhe der Schalen von mindestens 20 cm.

4.2 Die Zuggurte müssen mindestens 6 cm hoch und mindestens 11,5 cm breit sein. Zuggurte, die nur die Eigenlast des darüberliegenden Mauerwerks aufnehmen haben, müssen mindestens 5 cm hoch sein. Geschlossene Kanäle zur Aufnahme der Bewehrung sind unzulässig.

Die Betondeckung der Bewehrung muß mindestens 2,0 cm betragen, sofern die Bestimmungen von DIN 1045, der Spannbetonrichtlinien<sup>1</sup> und der Leichtbetonrichtlinien<sup>2</sup> nicht höhere Werte fordern. Die Schalen dürfen auf die Betondeckung der Bewehrung nicht angerechnet werden. Die planmäßige Lage der

<sup>1</sup> Nämlich Norm DIN 4227 Teil 1 (Ausgabe Dezember 1979).

<sup>2</sup> Nämlich Norm DIN 4219 Teile 1 und 2 (Ausgabe Dezember 1979).

Bewehrung und die Einhaltung der erforderlichen Betondeckung an jeder Stelle ist unter Berücksichtigung der Maßhaltigkeit und Toleranzen der Schalen durch geeignete Maßnahmen zu gewährleisten. Außerdem ist der Zuggurt so herzustellen, daß das Gefüge und die Dichtigkeit des Betons im Bereich der Fugen zwischen den Schalen nicht beeinträchtigt werden.

#### 4.3 Die Oberseite der Zuggurte muß rauh sein.

Die Zuggurte sind entsprechend DIN 1045, Abschnitt 19.6 dauerhaft zu kennzeichnen, z.B. durch Einprägen von Herstellerzeichen und Typnummern in die Tonschale.

### 5 Herstellung der Druckzone

#### 5.1 Die Druckzone ist aus Mauerwerk im Verband mit vollständig gefüllten Stoß- und Lagerfugen oder aus Beton einer Festigkeitsklasse von mindestens B 15 bzw. LB 15 oder aus Mauerwerk und Beton herzustellen.

#### 5.2 Für die Druckzone aus Mauerwerk dürfen Voll- oder Hochlochziegel A nach DIN 105, Kalksand-Voll- und Lochsteine nach DIN 106 und Vollsteine aus Leichtbeton nach DIN 18152 mit einer Druckfestigkeit von mindestens 15 N/mm<sup>2</sup> verwendet werden. Hochlochziegel mit versetzten oder diagonal verlaufenden Stegen dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Druckfestigkeit mindestens 25 N/mm<sup>2</sup> beträgt und der Querschnitt keine Griffschlitze aufweist. Der Mauermörtel muß mindestens eine Druckfestigkeit von 2,5 N/mm<sup>2</sup> (entspr. Mörtelgruppe II nach DIN 1053 Teil 1) aufweisen.

### 6 Bemessung der Flachstürze

#### 6.1 Schubtragfähigkeit

##### 6.1.1 Druckzone aus Mauerwerk

Die zulässige Querkraft errechnet sich aus

$$\text{zul } Q = \tau_{\text{zul}} \cdot b \cdot h \cdot \frac{\lambda + 0,4}{\lambda - 0,4}$$

Hierin bedeuten:

$\tau_{\text{zul}}$  = zulässige Schubspannung

= 0,1 MN/m<sup>2</sup>

$b$  = Sturzbreite

$h$  = statische Nutzhöhe

$\lambda$  = Schubslankheit

$$= \frac{\text{max. Moment}}{\text{max. Querkraft} \cdot \text{Nutzhöhe}}$$

Für Gleichlast gilt  $\lambda = \frac{\text{Stützweite}}{4 \cdot \text{Nutzhöhe}}$

Wird  $\lambda < 0,6$ , so ist mit  $\lambda = 0,6$  zu rechnen und die zugehörige Nutzhöhe aus obiger Gleichung zu ermitteln. Die mit obenstehender Gleichung errechnete zulässige Querkraft gilt für die rechnerische Auflagerlinie; eine Abminderung nach DIN 1045 Abschnitt 17.5.2 ist nicht zulässig.

Die für Mauerwerk angegebene Bemessung gilt auch für den Fall, daß die Druckzone aus Mauerwerk und Beton gebildet ist.

#### 6.1.2 Druckzone aus Beton

Die zulässige Querkraft errechnet sich aus

$$\text{zul } Q = \tau_r \cdot b \cdot h$$

$$\text{mit } \tau_r = \text{zul } \tau \cdot \frac{3}{\lambda} \cdot \bar{\gamma} \leq \text{max } \tau^3$$

Hierin bedeuten:

zul  $\tau$  zulässige Schubspannung

= 0,23 MN/m<sup>2</sup> [B 15]

= 0,27 MN/m<sup>2</sup> [B 25]

max  $\tau$  oberer Grenzwert für  $\tau_r$

= 1,0 MN/m<sup>2</sup> [B 15]

= 1,2 MN/m<sup>2</sup> [B 25]

$\bar{\gamma}$  Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses der Querschnittshöhe

$$= \sqrt[3]{\frac{30}{h[\text{cm}]}}$$

sofern der Wert  $\frac{3}{\lambda} \bar{\gamma} < 1$  wird, darf mit

$\tau_r = \text{zul } \tau$  gerechnet werden.

Die mit obenstehender Gleichung errechnete Querkraft gilt für die rechnerische Auflagerlinie; eine Abminderung nach DIN 1045 Abschnitt 17.5.2 ist nicht zulässig.

### 6.2 Biegetragfähigkeit

#### 6.2.1 Grundlagen

Die Biegetragfähigkeit von schlaffbewehrten und vorgespannten Flachstürzen ist unter rechnerischer Bruchlast unter Berücksichtigung des nicht proportionalen Zusammenhangs zwischen Spannung und Dehnung entsprechend DIN 1045 nachzuweisen. Bei vorgespannten Flachstürzen ist außerdem ein Nachweis unter Gebrauchslast zu führen. Nachweise für den Montagezustand sind entbehrlich, wenn die Montagestützweiten nach Abschnitt 7 eingehalten werden.

#### 6.2.2 Nachweis unter rechnerischer Bruchlast

Es darf vorausgesetzt werden, daß sich die Dehnungen der einzelnen Fasern des Querschnitts wie ihre Abstände von der Null-Linie verhalten. Der für die Bemessung maßgebende Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung darf für

Beton und vereinfachend auch für Mauerwerk nach DIN 1045, Bild 11, für

Leichtbeton entsprechend Abschnitt 7.3.2 der Leichtbetonrichtlinien<sup>4</sup>, für

Betonstahl nach DIN 1045, Bild 12 oder der Zulassung und für Spannstahl der Zulassung

entnommen werden. Für den Spannstahl ist abweichend von der Spannungsdehnungslinie der Zulassung anzunehmen, daß die Spannung oberhalb der Streck- bzw. der  $\beta_{0,2}$ -Grenze nicht mehr ansteigt.

Die Rechenwerte  $\beta_R$  der Festigkeit von Beton und Mauerwerk sind Tabelle 1 zu entnehmen.

3 Für Gleichlast gilt  $\lambda = \text{Schubslankheit} = \frac{\text{Stützweite}}{4 \cdot \text{Nutzhöhe}} \left( = \frac{l}{4 \cdot h} \right)$ .

4 Für Leichtbeton siehe die Norm DIN 4219 Teil 2 Abschn. 7.3.

Tabelle 1 Rechenwert  $\beta_R$  der Festigkeit von Beton und Mauerwerk

|                                | Mauerwerk<br>nach<br>Abschn. 5 | Beton der<br>Festigkeitsklasse |                                   |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|                                |                                | B 15 <sup>1</sup>              | B 25<br>und<br>höher <sup>1</sup> |
| $\beta_R$ [MN/m <sup>2</sup> ] | 2,5                            | 10,5                           | 17,5                              |

Die Druckzone darf nur bis zu einer Höhe von

$$\text{maximal } h = \frac{1}{2,4} \cdot l$$

als statisch mitwirkend angenommen werden. Wenn die Druckzone aus Beton und Mauerwerk gebildet wird, dürfen beide Baustoffe entsprechend den Dehnungen ihrer Spannungsdehnungslinien beansprucht werden, jedoch darf über Decken bzw. Ringankern aufgesetztes Mauerwerk oder Beton nicht in Rechnung gestellt werden.

Die Dehnung des Zuggurtes in Höhe der Bewehrung darf höchstens zu 5‰ angenommen werden. Die durch Vorspannung im Spannstahl erzeugte Vordehnung ergibt sich als Dehnungsunterschied zwischen Spannstahl und umgebendem Beton unter Gebrauchslast nach Kriechen und Schwinden; der Spannungsverlust aus Kriechen und Schwinden ist entsprechend Abschnitt 6.2.3 anzunehmen.

Der erforderliche Sicherheitsbeiwert beträgt  $\gamma = 1,75$  bis  $\gamma = 2,10$  entsprechend DIN 1045, Bild 13.

Für die Bemessung siehe auch Heft Nr. 220 der Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton

Bemessung von Beton- und Stahlbetonbauteilen nach DIN 1045.

Die ausreichende Verankerung des Spannstahls im Zuggurt ist entsprechend den Spannbetonrichtlinien<sup>1</sup>, Abschnitt 14.2, nachzuweisen; die ausreichende Verankerung der schlaffen Bewehrung richtet sich nach DIN 1045, Abschnitt 18.

Das Versatzmaß darf mit  $v = 0,75 h$  angesetzt werden. Falls sich mit dieser Annahme aus Gleichung (26) in DIN 1045 Abschn. 18.7.4 rechnerisch eine größere Zugkraft  $F_{1R}$  ergeben sollte als die an der Stelle des maximalen Biegemomentes vorhandene, so ist für die Berechnung der Verankerungslänge

$$F_{1R} = \frac{\max M}{z}$$

zu setzen.

Als zulässige Rechenwerte der Verbundspannung dürfen die Werte für die günstige Verbundlage verwendet werden.

### 6.2.3 Nachweis unter Gebrauchslast

Bei vorgespannten Flachstützen sind zusätzlich zu 6.2.2 folgende Nachweise zu führen:

Der Nachweis der nach dem Lösen der Vorspannung im Spannbett auftretenden Betonspannungen ist mit  $\alpha_v = 0,55\beta_R$  zu führen.

Die Schalen dürfen bei der Ermittlung der Querschnittswerte nicht berücksichtigt werden.

Spannungsnachweis im Einbauzustand:

Für den Einbauzustand ist nachzuweisen, daß unter Vollast nach Kriechen und Schwinden keine Zugspannungen in Höhe des Spanndrahtes auftreten. Die Spannungsverluste im Spannstahl aus Kriechen und Schwinden sind bei Verwendung von Ziegelschalen dabei mit 15%, in allen anderen Fällen mit 25% der Spannstahlspannung unmittelbar nach Lösen der Vorspannung im Spannbett anzunehmen. Der Hebelarm der inneren Kräfte  $z$  darf dem Bruchsicherheitsnachweis nach Abschnitt 6.2.2 entnommen werden.

## 7 Einbau der Flachstütze

7.1 Die Zuggurte sind beim Einbau in Abhängigkeit von ihrer Gesamthöhe in folgendem Abstand zu unterstützen:

Bei Zuggurten mit einer Gesamthöhe  $\leq 6,0$  m beträgt die Montagestützweite  $\leq 1,00$  m;

Bei Zuggurten mit einer Gesamthöhe  $> 6,0$  m beträgt die Montagestützweite  $\leq 1,25$  m.

Die Montageunterstützung muß bleiben, bis die Druckzone eine ausreichende Festigkeit erreicht hat; im allgemeinen genügen sieben Tage. Alle Lasten aus Fertigteildecken oder Schalungen für Ortbetondecken müssen bis dahin gesondert abgefangen werden.

7.2 Die Zuggurte sind am Auflager in ein Mörtelbett zu verlegen. Die Tiefe des Auflagers muß mindestens 11,5 cm betragen.

7.3 Beschädigte Zuggurte dürfen nicht verwendet werden.

7.4 Die Oberseite des Zuggurtes ist vor dem Aufmauern oder Aufbetonieren sorgfältig von Schmutz zu reinigen und anzumüssen.

7.5 Jeder Lieferung ist eine Einbauanweisung beizufügen.

## 8 Statischer Nachweis

Der statische Nachweis für die Tragfähigkeit des Sturzes ist in jedem Einzelfall zu erbringen. Hierfür dürfen auch Bemessungstabellen verwendet werden, die von einem Prüfauftrag für Baustatik geprüft sind.

## 9 Überwachung

Für die Durchführung der Überwachung gelten die Bestimmungen von DIN 1084 Teil 2.

Bei vorgespannten Zuggurten sind zusätzlich die Spannbetonrichtlinien<sup>1</sup>,

bei Zuggurten aus Stahlleichtbeton zusätzlich die Leichtbetonrichtlinien<sup>2</sup>

zu beachten.

Die Druckfestigkeit der Schalen ist im Rahmen der Eigenüberwachung mindestens vierteljährlich, im Rahmen der Fremdüberwachung mindestens halbjährlich zu prüfen.

<sup>1</sup> Nunmehr Norm DIN 4227 Teil 1.

<sup>2</sup> Nunmehr Norm DIN 4219 Teile 1 und 2.

<sup>4</sup> Für Leichtbeton siehe die Norm DIN 4219 Teil 2 Abschn. 7.3.

