Niedersächsisches
Ministerialblatt

69. (74.) Jahrgang | Hannover, den 24. 1. 2019 | Nummer 3 g

ANLAGENBAND 7

zur

Verwaltungsvorschrift
Technische Baubestimmungen (VV TB)
— Fassung Januar 2019 —

Richtlinie für Windenergieanlagen

DIN EN 13782

DIN SPEC 20000-201

DIN SPEC 20000-202

DIN V 20000-203

Lehmbau Regeln

Die hier abgedruckten Technischen Baubestimmungen sind nur in Verbindung mit dem RdErl. des MU vom 21. 1. 2019 (Nds. MBl. S. 169) zu verwenden.

Inhalt:

— Richtlinie für Windenergieanlagen — Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung 1

— DIN EN 13782: Fliegende Bauten — Zelte — Sicherheit; Deutsche Fassung EN 13782:2015 59

— DIN SPEC 20000-201: Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken — Teil 201: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung in Dachabdichtungen 99

— DIN SPEC 20000-202: Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken — Teil 202: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung als Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken 135

— DIN V 20000-203: Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken — Teil 203: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung für Abdichtungen von Betonbrücken und anderen Verkehrsbauwerken aus Beton 177

— Lehmbau Regeln 195

Mitteilung des DIBt
Technische Regel

Referat I 8
Bautechnisches Prüfamt
Grundlagen der Standsicherheit

Richtlinie für Windenergieanlagen

Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung

Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015

Deutsches Institut für Bautechnik
DIBt
Kolonnenstraße 30 B
D-10829 Berlin
www.dibt.de

Diese Richtlinie wurde im Rahmen der Projektgruppe "Windenergieanlagen" des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), Berlin erarbeitet[1]. An der Richtlinie haben folgende Personen mitgearbeitet:

Prof. Dr.-Ing. Achmus	Institut für Geotechnik, Leibniz Universität Hannover
Dr.-Ing. Andres	Krätzig & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Bochum
Dipl.-Ing. Baars	DNV GL, Hamburg
Dipl.-Ing. Bechtel	Institut für Stahlbau, Leibniz Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. Faber	Institut für Windenergietechnik, Fachhochschule Flensburg
Dr. Freudenreich	DNV GL, Hamburg
Dipl.-Ing. Gehlhaar	TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH, Nürnberg
Dr.-Ing. Goralski	H+P Ingenieure GmbH & Co. KG, Aachen
Dr.-Ing.Göhlmann	grbv Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG, Hannover
Prof. Dr.-Ing. Harte	Statik und Dynamik der Tragwerke, Bergische Universität Wuppertal
Dr.-Ing. Hauschildt	DNV GL, Hamburg
Dipl.-Ing. Häusler (bis Juni 2014)	Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin
Prof. Dr.-Ing. Hegger	Institut für Massivbau, RWTH Aachen
Dipl.-Ing. Hering	TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, Hamburg
Dr.-Ing. Hortmanns	Eusani-Hortmanns-Zahlten Ingenieurgesellschaft mbH, Solingen
Dipl.-Ing. Jepsen	ENERCON GmbH, Aurich
Dipl.-Ing. Klose	Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Hamburg
Dr.-Ing. Kupzok	TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München
Dr.-Ing. Marten	Senvion SE, Hamburg
Dipl.-Ing. Nath (bis Oktober 2011)	Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Hamburg
Dipl.-Ing. Neumann (bis Mai 2014)	Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein, Kiel
Dipl.-Ing. Petruschke (bis Februar 2015)	TÜV NORD CERT GmbH, Essen
Prof. Dr.-Ing. Rauch	TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München
Dr.-Ing. Rosenbusch	Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin
Prof. Dr.-Ing. Schaumann	Institut für Stahlbau, Leibniz Universität Hannover
Dr.-Ing. Seidel (bis Mai 2014)	REpower Systems SE, Hamburg
Dipl.-Ing. Winkler	Niedersächsisches Sozialministerium, Hannover
Dipl.-Ing. Wolf	AMSC Austria GmbH, Klagenfurt

[1] Anmerkung: Die korrigierte Fassung März 2015 enthält gegenüber der Fassung Oktober 2012 keine inhaltlichen Änderungen, sondern lediglich Klarstellungen sowie redaktionelle Korrekturen. Daher wurde auch die Bezeichnung der Fassung 2012 beibehalten mit dem Zusatz "Korrigierte Fassung März 2015".

2

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **3**
1 Geltungsbereich **6**
2 Begriffe und Bezeichnungen **7**
2.1 Begriffe 7
2.2 Bezeichnungen 9
2.3 Gegenüberstellung von Begriffen und Bezeichnungen 11
3 Bautechnische Unterlagen **11**
4 Technische Baubestimmungen **12**
5 Werk- und Baustoffe, Bauprodukte und Ausführung **12**
6 Ausführungsklassen **13**
7 Einwirkungen **13**
7.1 Allgemeines 13
7.2 Trägheits- und Gravitationslasten 13
7.2.1 Ständige Gravitationslasten (Eigenlasten) 13
7.2.2 Trägheitskräfte aus Massenexzentrizitäten 13
7.2.3 Erdbeben 13
7.3 Aerodynamische Lasten 13
7.3.1 Allgemeines 13
7.3.2 Windbedingungen 14
7.3.2.1 Extremwindbedingungen 14
7.3.2.2 Betriebswindbedingungen 14
7.3.3 Einflüsse benachbarter baulicher Anlagen, Geländerauhigkeit und Topografie auf die Standorteignung 15
7.3.4 Windlasten für den Zustand während der Montage oder Wartung 16
7.3.5 Windlast bei Eisansatz 17
7.3.6 Einwirkungen aus Wirbelablösungen 17
7.4 Sonstige Einwirkungen 17
7.4.1 Imperfektionen, Einwirkungen aus ungleichmäßigen Setzungen 17
7.4.2 Vorspannkraft 17
7.4.3 Erddruck 17
7.4.4 Sohlwasserdruck 17
7.4.5 Wärmeeinwirkung 18
7.4.6 Eislasten 19
8 Einwirkungskombinationen **19**
9 Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen **23**

9.1 Allgemeines ... 23
9.2 Gesamtdynamische Berechnung ... 23
9.2.1 Allgemeines ... 23
9.2.2 Anforderungen ... 24
9.2.3 Berücksichtigung der Gründung ... 25
9.2.4 Schnittgrößen ... 25
9.3 Vereinfachte Berechnung ... 27
9.3.1 Allgemeines ... 27
9.3.2 Durch Wind erregte Schwingungen des Turmes in Windrichtung ... 28
9.4 Wirbelerregte Querschwingungen ... 28
9.5 Logarithmisches Dämpfungsdekrement ... 28
9.6 Schnittgrößen für den Ermüdungssicherheitsnachweis ... 29
9.6.1 Anforderungen ... 29
9.6.2 Beanspruchungskollektive ... 29
10 Sicherheitskonzept ... 30
10.1 Allgemeines ... 30
10.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit ... 30
10.3 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit ... 32
11 Nachweise für den Turm ... 32
11.1 Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit ... 32
11.1.1 Teilsicherheitsbeiwerte ... 32
11.1.2 Festigkeitsversagen ... 32
11.1.3 Stabilitätsversagen ... 33
11.1.4 Ermüdungsversagen von Stahlkonstruktionen ... 33
11.1.5 Ermüdungsversagen von Stahl- und Spannbetonkonstruktionen ... 35
11.2 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit ... 38
11.2.1 Einwirkungskombinationen ... 38
11.2.2 Teilsicherheitsbeiwert ... 38
11.2.3 Verformungsbegrenzung ... 38
11.2.4 Spannungsbegrenzung ... 38
11.2.5 Rissbreitenbegrenzung ... 38
12 Nachweise für die Gründung ... 38
12.1 Gründungskörper ... 38
12.1.1 Sicherheitskonzept ... 38
12.1.2 Stahleinbauteile ... 38
12.1.3 Stahlbetonbauteile ... 39

4

12.1.4 Bemessung von Pfählen ... 39
12.2 Baugrund ... 39
12.2.1 Beschaffenheit des Baugrunds ... 39
12.2.2 Sicherheitskonzept ... 39
12.2.3 Flachgründungen ... 40
12.2.3.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit ... 40
12.2.3.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ... 40
12.2.4 Pfahlgründungen (äußere Tragfähigkeit) ... 41
13 Konstruktionsdetails ... 41
13.1 Ringflanschverbindungen bei stählernen Türmen ... 41
13.2 Öffnungen in der Wand von Stahlrohrtürmen ... 44
13.3 Scherbeanspruchte Schraubenverbindungen ... 45
13.4 Stahlsortenauswahl ... 46
13.4.1 Einwirkungen für die Wahl der Stahlsorte ... 46
13.4.2 Maßgebende Erzeugnisdicke bei Ringflanschverbindungen ... 46
13.4.3 Auswahl der Stahlsorten im Hinblick auf Eigenschaften in Dickenrichtung ... 47
14 Bauabnahme und Inbetriebnahme ... 48
15 Wiederkehrende Prüfungen ... 48
15.1 Allgemeines ... 48
15.2 Umfang der Wiederkehrenden Prüfung ... 48
15.3 Unterlagen der zu prüfenden Windenergieanlage ... 48
15.4 Maßnahmen ... 49
15.4.1 Reparaturen ... 49
15.4.2 Außerbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme ... 49
15.5 Dokumentation ... 49
16 Standorteignung von Windenergieanlagen ... 50
16.1 Bestehende Anlagen im Falle einer Parkerweiterung/Parkänderung ... 50
16.2 Neuanlagen ... 50
17 Weiterbetrieb von Windenergieanlagen ... 51
17.1 Anwendung der "Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen" – Beurteilung von Turm und Gründung ... 51
17.2 Sachverständige ... 52
18 In Bezug genommene Normen ... 53
Anhang A ... 55

1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Nachweise der Standsicherheit des Turmes und der Gründung von Windenergieanlagen. Sie enthält zugleich, basierend auf den Festlegungen von DIN EN 61400-1, Regelungen über Einwirkungen auf die gesamte Windenergieanlage einschließlich der zugehörigen Sicherheitsbeiwerte, die der Ermittlung der aus der Maschine auf den Turm und die Gründung wirkenden Schnittgrößen (siehe Abschnitt 9.2.4) zu deren Beurteilung zugrunde zu legen sind. Die Beurteilung der Maschine selbst ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Auf die neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) (9. ProdSV) zur Umsetzung der Richtlinie RL 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (ABl. L 157 vom 09.06.2006, S. 24, L 76 vom 16.03.2007, S. 35) wird verwiesen.

Weiter sind gegebenenfalls Anforderungen des anlagenbezogenen Gewässerschutzes nach § 62 WHG (Wasserhaushaltsgesetz) zu berücksichtigen.

Für die Sicherheitsanforderungen an die Maschine gilt DIN EN 61400-1.

Darüber hinaus muss das Sicherheitssystem zwei oder mehrere Bremssysteme enthalten (mechanisch, elektrisch oder aerodynamisch), die geeignet sind, den Rotor aus jedem Betriebszustand in den Stillstand oder Leerlauf zu bringen. Mindestens ein Bremssystem muss in der Lage sein, das System auch bei Netzausfall in einem eigensicheren Zustand zu halten.

Zur Ermittlung der Einwirkungen wird die Anwendung der nachfolgend angegebenen Ausgaben der DIN EN 61400-1 zugelassen. Es gilt jeweils die Norm mit allen zugehörigen Berichtigungen und Anhängen, wobei im Text dieser Richtlinie nur auf das jeweilige Basisdokument mit Angabe des Ausgabejahres (nachfolgend fett gedruckt) verwiesen wird.

DIN EN 61400-1:2011-08	**Alternativ: DIN EN 61400-1:2004-08**
	DIN EN 61400-1 Berichtigung 1:2005-12

Die jeweils angewendete Ausgabe ist in ihrer Gesamtheit bzgl. der Ermittlung der Einwirkungen anzuwenden. Eine Mischung ist nicht zulässig. Dies betrifft z.B. Details bzgl. der Lastfalldefinitionen und der Auswertemethoden. Ggf. vorhandene Vorgaben zu Konstruktion, Bemessung und Ausführung des Turmes und der Gründung gelten im Zusammenhang mit dieser Richtlinie nicht.

Wenn in dieser Richtlinie auf DIN EN 61400-1 ohne Angabe des Ausgabedatums verwiesen wird, dann gelten entsprechend die Regelungen der jeweils zur gesamtheitlichen Anwendung ausgewählten Ausgabe.

Eine Ausnahme betrifft die Bestimmung der effektiven Turbulenz innerhalb eines Windparks, die nach DIN EN 61400-1:2011-08 zu erfolgen hat.

Windenergieanlagen, deren überstrichene Rotorfläche kleiner als 200 m^2 ist und die eine Spannung erzeugen, die unter 1000 V Wechselspannung oder 1500 V Gleichspannung liegt, dürfen nach DIN EN 61400-2 nachgewiesen werden. Insbesondere muss auch für kleine Windenergieanlagen das Sicherheitssystem zwei oder mehrere Bremssysteme enthalten (mechanisch, elektrisch oder aerodynamisch), die geeignet sind, den Rotor aus jedem Betriebszustand in den Stillstand oder Leerlauf zu bringen. Mindestens ein Bremssystem muss in der Lage sein, das System auch bei Netzausfall in einem eigensicheren Zustand zu halten.

Konstruktion, Bemessung und Ausführung des Turmes und der Gründung von Windenergieanlagen richten sich nach den einschlägigen Technischen Baubestimmungen für vergleichbare Konstruktionen, wie Antennentragwerke, Schornsteine, Masten u. ä., sofern in dieser Richtlinie keine anderen Regelungen getroffen werden.

Außerdem werden Anforderungen bezüglich Inspektion und Wartung der Anlage gestellt, damit die Standsicherheit des Turmes und der Gründung über die vorgesehene Entwurfslebensdauer sichergestellt ist.

Die Richtlinie berücksichtigt nicht die Besonderheiten von Windenergieanlagen, die im offenen Wasser von Nord- und Ostsee errichtet werden (Offshore-Anlagen). Auch werden in dieser Richtlinie die Besonderheiten von Vertikalachsanlagen und abgespannten Systemen nicht berücksichtigt. Allerdings können die hier angegebenen Regelungen sinngemäß auch auf solche Anlagen angewendet werden.

2 Begriffe und Bezeichnungen

2.1 Begriffe

Die Definitionen der folgenden Begriffe sind im Zusammenhang mit den Regeln dieser Richtlinie zu verstehen. Sie können u. U. von den in Energieertragsberechnungen und in anderen Regelwerken verwendeten Definitionen abweichen.

- Windenergieanlage (WEA):

Anlage, die die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umwandelt

- Fundament und Boden-Bauwerksinteraktion (Bodendrehfeder):

Das Fundament ist ein erdberührtes Stahl-, Stahlbeton- oder Spannbetonbauteil inkl. Betonsockel über natürlicher bzw. aufgefüllter Gründungssohle und Boden. Die Boden-Bauwerksinteraktion beeinflusst die dynamischen Eigenschaften des Tragwerks. Ein wesentlicher Parameter der Boden-Bauwerksinteraktion ist die Einspannsteifigkeit, die mit Hilfe der Bodendrehfeder beschrieben wird. Diese ist unter Berücksichtigung der statischen bzw. dynamischen Bodenkennwerte zu ermitteln.

- Turm:

Teil einer Windenergieanlage oberhalb des Fundamentes, der die Maschine trägt, einschließlich eventueller Abspannungen

  - Stahlturm: Turm bestehend aus ein oder mehreren Stahlrohrsegmenten
  - Spannbetonturm: vorgespannter Ortbeton- oder Fertigteilturm
  - Hybridturm: Stahlbeton- oder Spannbetonturm mit aufgesetztem Stahlrohrturm

- Maschine:

Der auf dem Turm angeordnete maschinentechnische Teil der Windenergieanlage, hierzu zählen u. a. die Rotorblätter sowie die Nabe, die Welle, das Getriebe, die regelungs- und elektrotechnischen Komponenten, der Generator, die Lager und die Bremsen

- Entwurfslebensdauer:

die der Auslegung der Windenergieanlage zugrunde gelegte rechnerische Zeitdauer

- Nennleistung:

maximale Dauerleistung, die sich aus der Leistungskurve ergibt

- Nenndrehzahl n_R:

Drehzahl des Rotors bei Nennwindgeschwindigkeit

- Leerlauf:

betriebsbereiter Zustand einer Windenergieanlage ohne Leistungsabgabe, bei dem sich der Rotor langsam dreht

- mittlere Windgeschwindigkeit $v_m(z)$:

(10-Minuten-Mittel) der Windgeschwindigkeit in einer Höhe z über Grund

- mittlere 50-Jahreswindgeschwindigkeit $v_{m50}(z)$:

mittlere Windgeschwindigkeit, in der Höhe z über Grund, abhängig von der Topographie des Standortes, die statistisch im Mittel einmal in 50 Jahren erreicht oder überschritten wird (entspricht einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02). Entspricht $v_m(z)$ nach DIN EN 1991-1-4 unter Berücksichtigung von DIN EN 1991-1-4/NA

- mittlere 1-Jahreswindgeschwindigkeit $v_{m1}(z)$:

mittlere Windgeschwindigkeit in der Höhe z über Grund, abhängig von der Topographie des Standortes, die statistisch im Mittel einmal jährlich erreicht oder überschritten wird

- 50-Jahresböengeschwindigkeit $v_{p50}(z)$:

Extremwert der Windgeschwindigkeit (3-Sekunden-Mittel) in der Höhe z über Grund, abhängig von der Topographie des Standortes, die einmal in 50 Jahren erreicht oder überschritten wird; entspricht $v_p(z)$ nach DIN EN 1991-1-4/NA.

- 1-Jahresböengeschwindigkeit $v_{p1}(z)$:

Extremwert der Windgeschwindigkeit (3-Sekunden-Mittel) in der Höhe z über Grund, abhängig von der Topographie des Standortes, die einmal jährlich erreicht oder überschritten wird.

- Basiswindgeschwindigkeit v_b:

50-Jahres-Wind in 10 m Höhe in ebenem offenem Gelände, der über eine Zeitspanne von 10 Minuten gemittelt wird ($v_b = v_{b,0}$ da c_{season} und $c_{dir} = 1$, siehe DIN EN 1991-1-4 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-4/NA)

- Jahresmittel der Windgeschwindigkeit v_{ave}:

über mehrere Jahre gemittelte Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe

- Nennwindgeschwindigkeit v_r:

die kleinste mittlere Windgeschwindigkeit, bei der die Nennleistung erreicht wird

- Einschaltwindgeschwindigkeit v_{in}:

die kleinste mittlere Windgeschwindigkeit, bei der die Windenergieanlage betrieben wird

- Abschaltwindgeschwindigkeit v_{out}:

die größte mittlere Windgeschwindigkeit, bei der die Windenergieanlage betrieben wird

2.2 Bezeichnungen

A	Fläche
a	horizontaler Abstand zwischen den Turmachsen zweier benachbarter Windenergieanlagen
c_{dir}	Richtungsbeiwert nach DIN EN 1991-1-4
c_f	aerodynamischer Kraftbeiwert
$c_s c_d$	Strukturbeiwert nach DIN EN 1991-1-4
c_{season}	Jahreszeitenbeiwert nach DIN EN 1991-1-4
D	Rotordurchmesser
F	Kraft, Last
f_0	Eigenfrequenz
f_R	Erregerfrequenz des laufenden Rotors
h	Höhe des Rotormittelpunktes (Nabenhöhe) über Gelände, Turmhöhe
I_T	Turbulenzintensität
M	Moment
m	Anzahl der Rotorblätter, Exponent der Wöhlerkurve
m_E	Eismasse
N	Lastspielzahl
n_R	Nenndrehzahl des Rotors
q	Geschwindigkeitsdruck (Staudruck)
R	Rotorradius
s	auf den Rotordurchmesser bezogener dimensionsloser horizontaler Abstand zwischen den Turmachsen zweier benachbarter Anlagen
T_{ed}	Bezugstemperatur
T_0	Einwirkungsdauer
t_s	Tiefe des Rotorblattes an der Spitze bei linearer Extrapolation der Vorder- und Hinterkante
t_w	größte Tiefe des Rotorblattes in der Nähe der Wurzel
v_b	Basiswindgeschwindigkeit
v_{m50}	mittlere 50-Jahreswindgeschwindigkeit
v_{m1}	mittlere 1-Jahreswindgeschwindigkeit
v_{p50}	50-Jahresböengeschwindigkeit
v_{p1}	1-Jahresböengeschwindigkeit
v_{hub}	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_{ave}	Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_{out}	Abschaltwindgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_{in}	Einschaltwindgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_r	Nennwindgeschwindigkeit in Nabenhöhe
x y z	Koordinaten (siehe Bild 4)
α	Geländerauhigkeitsexponent
β	Anströmwinkel

γ_F	Teilsicherheitsbeiwert für die Einwirkung
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand
δ	logarithmisches Dämpfungsdekrement
ϑ	Verhältniswert bezüglich der Tiefe des Rotorblattes, $\vartheta = t_s/t_w$.
ξ	dimensionslose Längenordinate auf dem Rotorblatt
ρ	Luftdichte
ρ_E	Dichte des Eises
σ	Spannung
$\Delta\sigma$	Spannungsschwingbreite

Fußzeiger

d	Bemessungswerte
k	charakteristische Werte
1	1-Jahreswert
50	50-Jahreswert

2.3 Gegenüberstellung von Begriffen und Bezeichnungen

Tabelle 1

DIN EN 61400-1:2004	DIN EN 61400-1:2011	DIBt-Richtlinie
Formelzeichen Bezeichnung/Bedeutung	**Formelzeichen Bezeichnung/Bedeutung**	**Formelzeichen Bezeichnung/Bedeutung**
v_{ref} Bezugswindgeschwindigkeit Grundlagenparameter zur Definition der Typklassen. Weitere relevante Auslegungsparameter werden hiervon abgeleitet. 10-min-Mittelwert der extremen Windgeschwindigkeit **in Nabenhöhe** mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren.	v_{ref} Bezugswindgeschwindigkeit Grundlagenparameter zur Definition der Typklassen. Weitere relevante Auslegungsparameter werden hiervon abgeleitet. 10-min-Mittelwert der extremen Windgeschwindigkeit **in Nabenhöhe** mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren.	$v_{m50}(h)$ Mittlere 50-Jahreswindgeschwindigkeit Mittlere Windgeschwindigkeit **in Nabenhöhe** errechnet nach DIN EN 1991-1-4 + NA oder nach Kapitel 7.3.2.1 unter Berücksichtigung der Windzone und Geländekategorie mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren.
v_r Bemessungswindgeschwindigkeit	v_r Bemessungswindgeschwindigkeit	v_r Nennwindgeschwindigkeit
Bemessungsleistung	**Bemessungsleistung**	**Nennleistung**
A (Anormal) Art des Auslegungszustandes	A (Anormal) Art des Auslegungszustandes	A (Außergewöhnlich) Gruppe der Einwirkungskombinationen

Ein detaillierter Vergleich der Windgeschwindigkeitsbezeichnungen kann dem Anhang A (informativ) entnommen werden.

3 Bautechnische Unterlagen

Zu den bautechnischen Unterlagen gehören:

A. Technische Daten der Windenergieanlage mit insbesondere folgenden Angaben:

1. Modellbezeichnung
2. Hersteller
3. Konfiguration (Typenblatt)
4. Regelungs- und Bremssystem
5. Rotorblatttyp
6. Betriebsdaten, die für die Ermittlung der Einwirkungen und für die Bemessung des Turmes erforderlich sind

B. Gesamtübersicht der Anlage und ggf. Lageplan

C. Baubeschreibung von Turm und Gründung mit folgenden Angaben:

1. Windgeschwindigkeitszone (Auslegung und ggf. Standort)
2. Entwurfslebensdauer
3. Baugrundverhältnisse

D. Schnittgrößen zum Nachweis von Turm und Gründung und weitere Grundlagen für die Bemessung (siehe Abschnitt 9)

E. Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung (Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit) einschließlich der Schwingungsuntersuchungen

F. Konstruktionszeichnungen für Turm und Gründung mit allen notwendigen Informationen und technischen Anforderungen für die Ausführung von Stahlkonstruktionen (siehe Normenreihe Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten) und von Stahl- und Spannbetonkonstruktionen (siehe Normenreihe Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken).

G. Montageanleitung (z.B. Spannanweisung, Herstellanweisung für die Gründung gemäß DIN EN 13670)

H. Gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen zur Gründung (Baugrundgutachten)

Außerdem müssen für Windenergieanlagen folgende Unterlagen vorliegen:

I. Gutachtliche Stellungnahmen, in denen ggf. Auflagen zum Bau und Betrieb der Windenergieanlage zu formulieren sind:

1. Gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen zur Bestätigung der Schnittgrößen für den Nachweis von Turm und Gründung, Rotorblätter und Maschinenbau (Lastgutachten)
2. Gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen zu den Nachweisen der Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsgutachten)
3. Gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen zu den Nachweisen der Rotorblätter
4. Gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen zu den Nachweisen der maschinenbaulichen Komponenten und der Verkleidung von Maschinenhaus, Nabe (Maschinengutachten)
5. Gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen zu den Nachweisen für die elektrotechnischen Komponenten und den Blitzschutz

Weitere Unterlagen, die von dem Sachverständigen des Maschinengutachtens begutachtet sein müssen:

J. Bedienungsanleitung

K. Inbetriebnahmeprotokoll (Vordruck)

L. Wartungspflichtenbuch (siehe Abschnitt 15)

4 Technische Baubestimmungen

Sofern in dieser Richtlinie nicht anderes bestimmt ist, gelten die Technischen Baubestimmungen, insbesondere hinsichtlich der Einwirkungen DIN EN 1991-1-1, -1-3 und -1-4, für Stahlkonstruktionen die Grundnormen der Normenreihe DIN EN 1993, für Stahlbeton- und Spannbetonkonstruktionen die Normenreihe DIN EN 1992, sowie für den Baugrund DIN EN 1997. Alle Normen der Eurocode-Reihe sind stets in Verbindung mit ihren Nationalen Anhängen anzuwenden.

Weiterhin dürfen für Stahlvollwandtürme die Regelungen der DIN EN 1993-3-2, Kapitel 5.2 angewendet werden.

5 Werk- und Baustoffe, Bauprodukte und Ausführung

Es dürfen nur Werkstoffe verwendet werden, die den Technischen Baubestimmungen entsprechen. Die Verwendung anderer Werkstoffe bedarf nach den bauaufsichtlichen Vorschriften eines besonderen Nachweises der Verwendbarkeit, z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder durch eine Zustimmung im Einzelfall.

Die Ausführung von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen erfolgt nach DIN EN 13670.

Spannverfahren, die zum Vorspannen von Windenergieanlagen verwendet werden, müssen für den vorgesehenen Einsatzzweck in der Windenergieanlage, bzw. für diesen entsprechenden Anwendungsbereich, geeignet sein.

6 Ausführungsklassen

Stahltürme von Windenergieanlagen oder Teile von Windenergieanlagen in Stahlbauweise sind gemäß DIN EN 1090-2 Anhang B der Beanspruchungskategorie SC2 und der Schadensfolgeklasse CC2 zuzuordnen. Demzufolge gilt als Mindestanforderung für Windenergieanlagen die Ausführungsklasse EXC3. Entsprechende Anforderungen für die Ausführung sind DIN EN 1090-2 Anhang A.3 zu entnehmen.

7 Einwirkungen

7.1 Allgemeines

Einwirkungen auf die Windenergieanlage sind entsprechend DIN EN 61400-1 anzunehmen, siehe auch Abschnitt 1. Ergänzend sind weitere Einwirkungen nach diesem Abschnitt sowie Einwirkungskombinationen nach Abschnitt 8 zu berücksichtigen.

7.2 Trägheits- und Gravitationslasten

7.2.1 Ständige Gravitationslasten (Eigenlasten)

Die charakteristischen Werte der Eigenlasten sind mit den Rechenwerten nach DIN EN 1991-1-1 zu ermitteln. Werden Werkstoffe verwendet, die nicht in diesen Normen enthalten sind, so sind deren tatsächliche Wichten der Lastermittlung zugrunde zu legen.

7.2.2 Trägheitskräfte aus Massenexzentrizitäten

Es sind die in DIN EN 61400-1 beschriebenen Rotorunwuchten anzusetzen. Außerdem sind die zusätzlichen Trägheitskräfte aus Massenexzentrizitäten infolge Eislasten für den Fall zu ermitteln, dass 1 Rotorblatt nicht vereist ist (siehe Abschnitt 7.4.6), sofern der Betrieb unter Eislasten nicht sicher ausgeschlossen werden kann.

7.2.3 Erdbeben

Einwirkungen aus Erdbeben sind gemäß DIN EN 1998-1 einschließlich DIN EN 1998-1/NA zu berücksichtigen, wobei Bedeutungskategorie 1 angenommen werden darf.

Die Überlagerung mit den Lasten der WEA anhand der Lastfälle D.5 und D.6 ist hierbei eine vereinfachte Betrachtung. Alternativ kann eine genauere Betrachtung nach DIN EN 61400-1:2011 erfolgen.

7.3 Aerodynamische Lasten

7.3.1 Allgemeines

Die aerodynamischen Lasten sind nach DIN EN 1991-1-4 unter Berücksichtigung der besonderen Festlegungen von DIN EN 61400-1 und dieser Richtlinie zu ermitteln.

Im Allgemeinen gelten die Windbedingungen nach DIN EN 61400-1. Abweichungen von DIN EN 61400-1 werden nachfolgend angegeben.

Als Rechenwert für die Luftdichte darf abweichend von DIN EN 1991-1-4 ρ = 1,225 kg/m^3 angenommen werden.

Die Windgeschwindigkeit ist unabhängig von der Himmelsrichtung wirkend anzunehmen (c_{dir} = 1).

7.3.2 Windbedingungen

7.3.2.1 Extremwindbedingungen

Die entsprechend der Windzone der Windenergieanlage anzunehmende Windgeschwindigkeit des mittleren 50-Jahreswindes, $v_{m50}(h)$ ist nach DIN EN 1991-1-4 einschließlich NA zu ermitteln.

Die Berechnung des Höhenprofils der mittleren 50-Jahreswindgeschwindigkeit $v_{m50}(z)$ und der Turbulenz $I_v(z)$ für Geländerauhigkeiten bis maximal Geländekategorie III erfolgt grundsätzlich mit den Formeln gemäß Tabelle NA-B.2 bzw. NA-B.4 in DIN EN 1991-1-4/NA.

Rauhigkeiten größer als in Geländekategorie III dürfen nicht angesetzt werden.

Bei Standorten in Geländekategorie I und Geländekategorie II dürfen vereinfacht die Gleichungen (GL 1) und (GL 2) verwendet werden.

Die Turbulenzintensität darf vereinfacht wie folgt angenommen werden:

$$I_v(z) = 0{,}128 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{-0{,}05} \qquad \text{(GL 1)}$$

Das zugehörige Höhenprofil für die mittlere 50-Jahreswindgeschwindigkeit (einschließlich des mittleren Windprofils für das turbulente Windfeld) darf wie folgt angenommen werden:

$$v(z) = 1{,}15 \cdot v_{b,0} \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0{,}121} \qquad \text{(GL 2)}$$

Die Werte für den mittleren 1-Jahreswind, $v_{m1}(z)$, ermitteln sich aus dem mittleren 50-Jahreswind, $v_{m50}(z)$, durch Multiplikation mit dem Faktor 0,8.

Diese Festlegungen betreffen das Windmodell EWM, d.h. dass für die entsprechenden Lastfälle aus DIN EN 61400-1 die Windbedingungen entsprechend anzupassen sind.

7.3.2.2 Betriebswindbedingungen

Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, v_{ave}, ist nach Gleichung (GL 3) bzw. Gleichung (GL 4) anzunehmen, sofern standortspezifisch keine geringeren Werte nachgewiesen werden.

$$v_{ave} = 0{,}18 \cdot v_{m50}(h) \qquad \text{(GL 3)}$$

$$v_{ave} = 0{,}20 \cdot v_{m50}(h) \qquad \text{(GL 4)}$$

Die Gleichung (GL 4) gilt für Inseln der Nordsee.

Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit v_{ave} in WZ 1 und WZ 2 ist mit dem Wert von WZ 3 anzusetzen.

Es wird empfohlen, die Anlage für die Turbulenzintensität der Turbulenzkategorie A nach DIN EN 61400-1 nachzuweisen, um die Abdeckung aller deutschen Standorte bei Errichtung von Einzelanlagen zu gewährleisten. Wird hiervon abgewichen, ist eine standortbezogene Turbulenzbeurteilung erforderlich, siehe Kapitel 16.

Es ist zulässig, für Windenergieanlagen Betriebs- und Extremwindbedingungen einschließlich der Turbulenzkategorie unabhängig von Windzonen gemäß DIN EN 1991-1-4 zu spezifizieren und dafür im Rahmen einer Typenprüfung nachzuweisen.

Diese Angaben müssen in der Typenprüfung und im Lastgutachten enthalten sein. Abgedeckte Windzonen und Geländekategorien sind dabei explizit anzuführen.

7.3.3 Einflüsse benachbarter baulicher Anlagen, Geländerauhigkeit und Topografie auf die Standorteignung

Standortspezifisch ist zu untersuchen, ob durch lokale Turbulenzerhöhungen infolge der Einflüsse benachbarter Windenergieanlagen oder durch die Standortwindbedingungen die Standorteignung gefährdet wird.

Die Prüfung der Standorteignung ist entsprechend nach Kapitel 16 „Standorteignung von Windenergieanlagen“ durchzuführen.

Die auf die Windenergieanlage einwirkenden Lasten sind mindestens mit den standortspezifischen Werten der Windparameter zu ermitteln.

Wenn die Anlage für die Turbulenzkategorie A ausgelegt wurde, braucht der Einfluss der lokalen Turbulenzerhöhung auf die Standorteignung nicht untersucht zu werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

$a \geq 8D$	für	$v_{m50}(h) \leq 40$ m/s	(GL 5)
$a \geq 5D$	für	$v_{m50}(h) \geq 45$ m/s	(GL 6)

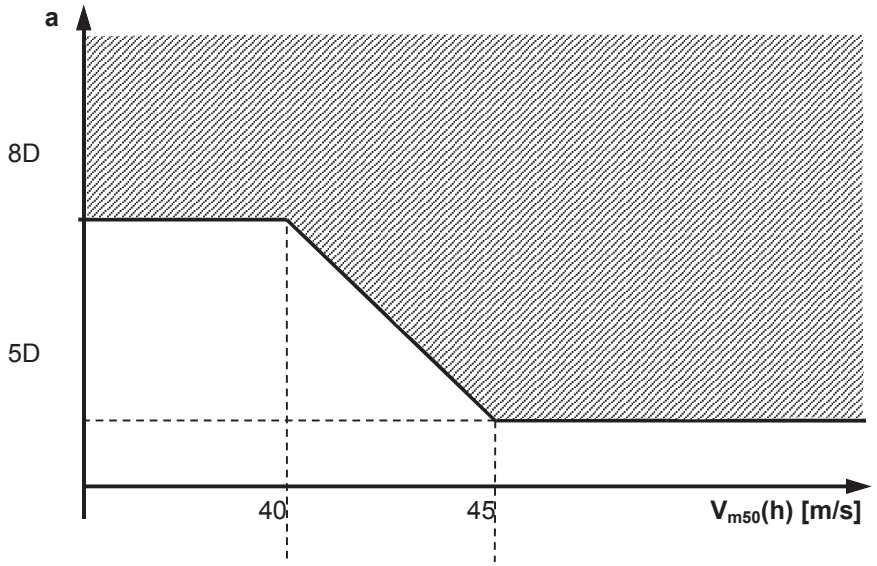


Bild 1: Schematische Darstellung der erforderlichen Abstände (schraffierter Bereich)

Dabei ist:

a	Abstand zwischen den Turmachsen benachbarter Windenergieanlagen
D	der jeweils größere Rotordurchmesser
v_{m50}(h)	Mittlerer 50-Jahreswind in Nabenhöhe

Für Zwischenwerte von v_{m50}(h) ist a linear zu interpolieren. Dabei sind die in Deutschland auftretenden Kombinationen von Windgeschwindigkeit und Geländekategorie bereits berücksichtigt.

7.3.4 Windlasten für den Zustand während der Montage oder Wartung

Für die Untersuchung der Zustände während der Montage dürfen die Windgeschwindigkeit v_b bzw. der Geschwindigkeitsdruck, der sich aus der Windgeschwindigkeit ergibt, in Abhängigkeit von der Dauer dieses Zustandes sowie ggf. der gewählten Schutzmaßnahmen nach DIN EN 1991-1-4 unter Berücksichtigung von DIN EN 1991-1-4/NA reduziert werden.

Für die Untersuchung der Wartungszustände muss die maximal zulässige mittlere Windgeschwindigkeit vom Hersteller angegeben werden. Es ist sicherzustellen, dass die Wartungsarbeiten nur bis zu der vom Hersteller angegebenen maximalen mittleren Windgeschwindigkeit durchgeführt werden.

Zur Erreichung eines ausreichenden Sicherheitsabstandes zur zulässigen mittleren Windgeschwindigkeit ist die Windgeschwindigkeit für die Ermittlung der Lasten geeignet zu erhöhen. Hierfür sind folgende Werte anzunehmen:

- Bei Anwendung eines deterministischen Windfeldes ist eine EOG (= extreme operating gust) gemäß DIN EN 61400-1:2006, basierend auf einer mittleren Windgeschwindigkeit von 10 m/s über der zulässigen mittleren Windgeschwindigkeit, zu berücksichtigen.
- Bei Anwendung eines turbulenten Windfeldes ist die mittlere Windgeschwindigkeit um 5 m/s gegenüber der zulässigen mittleren Windgeschwindigkeit zu erhöhen.

7.3.5 Windlast bei Eisansatz

Bei Eisansatz ist die Windlast auf die durch den allseitigen Eisansatz (siehe Abschnitt 7.4.6) vergrößerte Bezugsfläche des Tragwerkes zu ermitteln. Bei Fachwerken sind die aerodynamischen Kraftbeiwerte dem durch die Vereisung veränderten Völligkeitsgrad entsprechend anzusetzen.

7.3.6 Einwirkungen aus Wirbelablösungen

Einwirkungen aus Wirbelablösungen können insbesondere bei Türmen mit kreisförmigen oder annähernd kreisförmigen Querschnitten zu Schwingungen rechtwinklig zur Windrichtung (Querschwingungen) führen, siehe Abschnitt 9.4.

7.4 Sonstige Einwirkungen

7.4.1 Imperfektionen, Einwirkungen aus ungleichmäßigen Setzungen

Neben den elastischen Verformungen der Tragkonstruktion und des Baugrunds unter Einwirkung der äußeren Lasten sind folgende ungewollte Abweichungen der Turmachse von der Lotrechten als ständige Einwirkungen zu berücksichtigen:

- Schiefstellung der Turmachse mit 5 mm/m zur Erfassung von Herstellungs- und Montageungenauigkeiten und Einflüssen aus einseitiger Sonneneinstrahlung
- Schiefstellung infolge ungleichmäßiger Setzungen des Baugrunds oder Änderung der Stützbedingungen[2]

Einwirkungen aus Imperfektionen und ungleichmäßigen Setzungen müssen in ungünstiger Richtung wirkend zu den Einwirkungen addiert werden, die aus der gesamtdynamischen Berechnung resultieren.

7.4.2 Vorspannkraft

Die Berücksichtigung der Vorspannung von Betonkonstruktionen erfolgt gemäß DIN EN 1992-1-1.

7.4.3 Erddruck

Ungünstig wirkende resultierende Erddrücke (z.B. bei Hanglagen) sind zu berücksichtigen.

7.4.4 Sohlwasserdruck

Ungünstig wirkende Sohlwasserdrücke sind zu berücksichtigen. Falls keine anderen Werte belegt werden, ist ein Bemessungswasserstand in Höhe der Geländeoberkante anzusetzen. In Überschwemmungsgebieten sind entsprechend höhere Wasserstände zu berücksichtigen.

Bei Typenberechnungen ist der zugrunde gelegte Bemessungswasserstand in den Planunterlagen anzugeben.

Hinweis:

Der Sohlwasserdruck ist als ständige Last anzusetzen. Wird der Wasserstand bis OK-Gelände angesetzt, darf mit $\gamma_F = 1{,}1$ gerechnet werden.

[2] Für Typenberechnungen kann als sinnvoller Wert für diese Einwirkung eine Setzungsdifferenz zwischen den Außenkanten des Fundamentes von 40 mm oder eine Schiefstellung des Turmes von 3 mm/m angenommen werden. Im Einzelfall ist die Richtigkeit dieser Annahme durch ein Bodengutachten zu bestätigen.

7.4.5 Wärmeeinwirkung

Um die Auswirkungen aus Temperatur gegenüber der Aufstelltemperatur von 15 °C und aus Effekten der Sonneneinstrahlung zu erfassen, sind bei Türmen aus Spannbeton folgende Temperaturanteile zu berücksichtigen (Bild 2):

- ein über den Umfang und die Querschnittsdicke konstant wirkender Anteil $\Delta T_{N,1} = \pm 35$ K
- ein über den Umfang entlang eines Umfangssektors von 180° cosinusförmig verlaufender, über die Querschnittsdicke konstanter Anteil $\Delta T_{N,2} = \pm 15$ K
- ein über die Wanddicke in Längs- und Ringrichtung linear veränderlicher Temperaturunterschied $\Delta T_M = \pm 15$ K

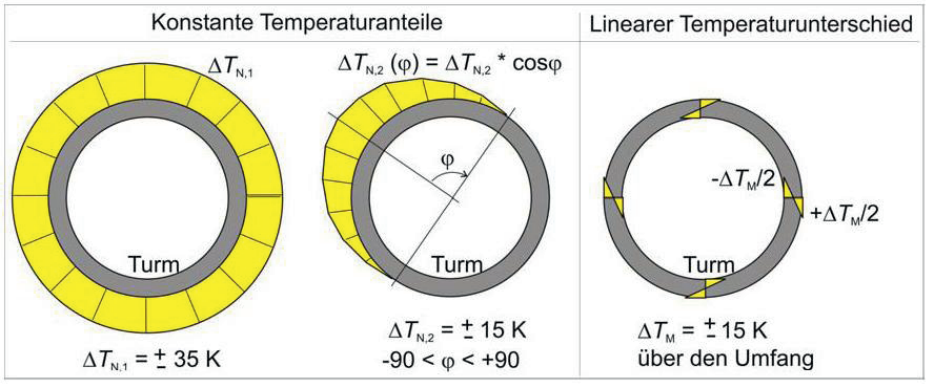


Bild 2: Darstellung der Temperaturanteile $\Delta T_{N,1}$, $\Delta T_{N,2}$ und ΔT_M

Aus dem Betrieb der Anlage kann sich ein größerer linear veränderlicher Temperaturunterschied einstellen, der anstelle von $\Delta T_M = \pm 15$ K zu berücksichtigen ist.

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind die Temperaturlastfälle (Gleichung (GL 7)) mit dem charakteristischen Wert der Gruppe N (Tabelle 2: LF D.1) zu überlagern. Dabei ist der Kombinationsbeiwert $\psi_{temp} = 0{,}6$ anzusetzen.

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist der Temperaturlastfall in Abhängigkeit von der Art der Vorspannung mit dem zugehörigen Lastfall nach Tabelle 2 zu überlagern:

Spannbeton ohne Verbund:	quasi-ständige Kombination:	D.3
Spannbeton mit Verbund:	häufige Kombination:	D.2

Dabei ist in beiden Fällen der Kombinationsbeiwert $\psi_{temp} = 0{,}6$ anzusetzen.

Bei der Überlagerung sind die Temperaturanteile jeweils einzeln oder in Kombination nach Gleichung (GL 7) anzusetzen.

$$\max. \begin{cases} \Delta T_{N,1} + \Delta T_{N,2} \\ \Delta T_M \\ (\Delta T_{N,1} + \Delta T_{N,2}) + 0{,}75\ \Delta T_M \\ 0{,}35\ (\Delta T_{N,1} + \Delta T_{N,2}) + \Delta T_M \end{cases} \qquad \text{(GL 7)}$$

7.4.6 Eislasten

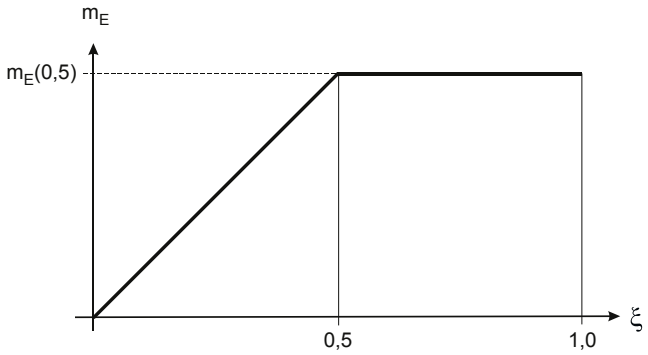
Bei stillstehenden Anlagen sind die Eislasten für alle der Witterung ausgesetzten Konstruktionsteile nach DIN 1055-5 zu ermitteln.

Sofern der Betrieb unter Eislasten nicht sicher ausgeschlossen werden kann, ist der Eisansatz an den Rotorblättern durch eine über die Länge des Rotorblattes verteilt anzunehmende Masse $m_E(\xi)$ nach Bild 3 und Gleichung (GL 8) zu berücksichtigen. Die Eismasse ist als an der Profilvorderkante des Rotorblattes wirkend anzunehmen.

$$m_E(0{,}5) = c_E(R) \cdot \vartheta(1 + \vartheta) \cdot \rho_E \cdot t_w^2 \qquad \text{(GL 8)}$$

Dabei ist:

$$c_E(R) = 0{,}3 \cdot e^{-0{,}32\,R} + 0{,}00675 \qquad \text{(GL 9)}$$



ξ: dimensionslose Längenordinate auf dem Rotorblatt

Bild 3: Eisansatz an Rotorblättern bei Anlagen in Betrieb

8 Einwirkungskombinationen

Zur Ermittlung der Beanspruchungen sind die in DIN EN 61400-1 aufgeführten äußeren Bedingungen und Einwirkungen unter Berücksichtigung der zusätzlichen Festlegungen aus Tabelle 2 und Tabelle 3 zu kombinieren, siehe Absatz 1 von DIN EN 61400-1.

Mit den entsprechend zugeordneten Gruppen der Einwirkungskombinationen sind die jeweils anzuwendenden Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 5 oder Tabelle 6 definiert.

Für die mit F (Fatigue) bezeichneten Gruppen der Einwirkungskombinationen ist nur der Ermüdungssicherheitsnachweis zu führen. Hierbei sind die Einwirkungen der einzelnen Betriebszustände zu akkumulieren.

Die Einwirkungskombinationen der Gruppen N (Normal und Extrem), A (Außergewöhnlich) und T (Transport und Errichtung) sind getrennt zu untersuchen.

Das Extreme Windgeschwindigkeitsmodell (EWM) ist ein turbulentes Extremwindmodell, basierend auf der mittleren Windgeschwindigkeit (50-Jahreswind $v_{m50}(z)$ bzw. 1-Jahreswind $v_{m1}(z)$).

Alternativ darf ein stationäres Extremwindmodell, basierend auf der Böenwindgeschwindigkeit, (50-Jahresbö $v_{p50}(z)$ bzw. 1-Jahresbö $v_{p1}(z)$) angewendet werden. Die Werte für die 1-Jahres-Böenwindgeschwindigkeit, $v_{p1}(z)$ ermitteln sich aus der 50-Jahres-Böenwindgeschwindigkeit, $v_{p50}(z)$ durch Multiplikation mit dem Faktor 0,8.

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind die Temperaturlastfälle nach Kapitel 7.4.5 mit dem charakteristischen Wert der Gruppe N (Tabelle 2: LF D.1) zu überlagern.

Die Temperaturlasten sind beim Nachweis der Dekompression bzw. dem Nachweis der Rissbreitenbegrenzung entsprechend Abschnitt 11.2.5 zu berücksichtigen.

Tabelle 2: Zusätzliche Lastfälle

Betriebsbedingungen (Bezug auf DIN EN 61400-1)	DLC	Windbedingungen	Sonstige Bedingungen	Gruppe der Einwirkungs-kombinationen bzw. auszu-wertende Lastfallgruppen
Verschiedene Betriebsbedingungen entsprechend der auszuwertenden Lastfälle	D.1	Hinweis: Die angegebenen Lastfälle finden Anwendung für Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit. $v_{in} \leq v_{hub} \leq v_{out}$	**Charakteristischer Wert:** Bemessungswert aller ausgewerteten Lastfälle (Auswertung gemäß DIN EN 61400-1)	N und T (ohne Erdbeben)
	D.2		**Häufige Einwirkungen:** Beanspruchungen mit einer Überschreitenswahrscheinlichkeit von $p = 10^{-4}$ (entspricht 17.5 Stunden in 20 Jahren)	Die Auswertung umfasst alle Lastfälle der Tabelle 3
	D.3		**Quasi-ständige Einwirkungen:** Beanspruchungen mit einer Überschreitenswahrscheinlichkeit von $p = 10^{-2}$ (entspricht 1.750 Stunden in 20 Jahren)	
1. Produktionsbetrieb	D.4	NWP $v_{hub} = v_r$	Eislasten (siehe 7.4.6)	F
	D.5	NWP $v_{hub} = v_r$	Erdbeben	A
5. Notabschaltung	D.6	NWP $v_{hub} = v_r$	Erdbeben	A
6. Parken (Stillstand oder Leerlauf)	D.7	EWM Wiederkehrperiode 50 Jahre $v_{hub} = v_{m50}(h)$	Gierfehler $\beta = 0°$	N ($\gamma_F = 1.5$)
	D.8	EWM Wiederkehrperiode 50 Jahre $v_{hub} = v_{m50}(h)$	Analog DLC 6.1 gemäß DIN EN 61400-1, jedoch mit Windbedingungen gemäß Abschnitt 7.3.2	N
	D.9	EWM Wiederkehrperiode 50 Jahre $v_{hub} = v_{m50}(h)$	Analog DLC 6.2 gemäß DIN EN 61400-1, jedoch mit Windbedingungen gemäß Abschnitt 7.3.2	A
	D.10	EWM Wiederkehrperiode 1 Jahr $v_{hub} = v_{m1}(h)$	Analog DLC 6.3 gemäß DIN EN 61400-1, jedoch mit Windbedingungen gemäß Abschnitt 7.3.2	N
7. Parken (Stillstand mit Fehler)	D.11	EWM Wiederkehrperiode 1 Jahr $v_{hub} = v_{m1}(h)$	Analog DLC 7.1 gemäß DIN EN 61400-1, jedoch mit Windbedingungen gemäß Abschnitt 7.3.2	A
8. Transport, Wartung, Reparatur	D.12	EWM Wiederkehrperiode 1 Jahr $v_{hub} = v_{m1}(h)$	Analog DLC 8.2 gemäß DIN EN 61400-1, jedoch mit Windbedingungen gemäß Abschnitt 7.3.2	A

22

Tabelle 3: Lastfälle für den Nachweis der Ermüdungssicherheit

Betriebsbedingungen (Bezug auf DIN EN 61400-1)	DLC (DIN EN 61400-1:2006)	DLC (DIN EN 61400-1:2004)	Windbedingungen	Sonstige Bedingungen	Anzusetzende Häufigkeit
1. Produktionsbetrieb	D.4	D.4	NWP $v_{hub} = v_r$	Eislasten	7 Tage pro Jahr
	1.2	1.2	NTM $v_{in} \leq v_{hub} \leq v_{out}$		Entsprechend Windgeschwindigkeitsverteilung
2. Produktionsbetrieb mit Auftreten eines Fehlers	2.4	2.3	NTM $v_{in} \leq v_{hub} \leq v_{out}$	1. Überdrehzahl @ v_r 1. Überdrehzahl @ v_{out}	7 x pro Jahr 3 x pro Jahr
			NTM $v_{in} \leq v_{hub} \leq v_{out}$	Betrieb mit extremen Gierfehler	24 h pro Jahr
			NTM	Netzausfall	20 x pro Jahr, Ansatz verschiedener Windgeschwindigkeiten entsprechend der Windgeschwindigkeitsverteilung
3. Start	3.1	3.1	NWP	Start @ v_{in} Start @ v_r Start @ v_{out}	1000 x pro Jahr 50 x pro Jahr 50 x pro Jahr
4. Stopp	4.1	4.1	NWP	Stop @ v_{in} Stop @ v_r Stop @ v_{out}	1000 x pro Jahr 50 x pro Jahr 50 x pro Jahr
6. Parken (Stillstand oder Leerlauf)	6.4	6.2	NTM $v_{hub} \leq 0{,}7$ $v_{m50}(h)_{,0}$		Entsprechend Windgeschwindigkeitsverteilung

Hinweise

- Entsprechend Anlagenkonzept (Regelung, Betriebsführung, Wartung, etc.) müssen ggf. weitere Lastfälle oder andere Häufigkeiten für die Ermüdung (Fatigue - Auswertung) berücksichtigt werden.
- Lastfall D.4 muss berücksichtigt werden, wenn der Betrieb unter Eislasten nicht sicher ausgeschlossen werden kann.

9 Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen

9.1 Allgemeines

Die Schnittgrößen zur Bemessung von Turm und Gründung sind durch eine gesamtdynamische Berechnung unter Berücksichtigung der Regelungen nach Abschnitt 9.2 zu ermitteln.

Abweichend hiervon darf für Horizontalachsanlagen auch eine vereinfachte Berechnung der Turmstruktur entsprechend Abschnitt 9.3 durchgeführt werden, wenn im dauernden Betrieb ein ausreichender Abstand der Eigenfrequenzen $f_{0,n}$ des Turmes von den Erregerfrequenzen f_R bzw. $f_{R,m}$ entsprechend der Gleichung (GL 10) und der Gleichung (GL 11) gewährleistet ist. Das vereinfachte Verfahren darf auch bei Anlagen im Zustand "außer Betrieb" angewendet werden.

Im dauernden Betrieb ist ein ausreichender Abstand der Eigenfrequenzen $f_{0,n}$ des Turmes von den Erregerfrequenzen f_R bzw. $f_{R,m}$ entsprechend der Gleichungen (GL 10) und (GL 11) nachzuweisen.

$$\frac{f_R}{f_{0,1}} \leq 0{,}95 \qquad \text{(GL 10)}$$

$$\frac{f_{R,m}}{f_{0,n}} \leq 0{,}95 \quad \text{oder} \quad \frac{f_{R,m}}{f_{0,n}} \leq 1{,}05 \qquad \text{(GL 11)}$$

Dabei ist:

f_R max. Drehfrequenz des Rotors im normalen Betriebsbereich
$f_{0,1}$ erste Eigenfrequenz des Turms
$f_{R,m}$ Durchgangsfrequenz der m Rotorblätter
$f_{0,n}$ n-te Eigenfrequenz des Turms

Die Anzahl n der zu ermittelnden Eigenfrequenzen muss mindestens so groß gewählt werden, dass die höchste berechnete Eigenfrequenz um mindestens 20 % höher liegt als die Blattdurchgangsfrequenz.

Die Eigenfrequenzen des Turmes sind für das zu untersuchende Schwingungssystem unter der Annahme elastischen Werkstoffverhaltens zu ermitteln und anzugeben. Dabei ist auch der Einfluss der Gründung zu berücksichtigen.

Um Unsicherheiten bei der Berechnung der Eigenfrequenzen zu berücksichtigen, sind die rechnerisch ermittelten Werte um ± 5 % zu variieren.

Bei Anlagen, bei denen im dauernden Betrieb die Gleichung (GL 10) und Gleichung (GL 11) nicht erfüllt sind, d. h., die im resonanznahen Bereich betrieben werden, ist eine betriebliche Schwingungsüberwachung durchzuführen.

9.2 Gesamtdynamische Berechnung

9.2.1 Allgemeines

Beanspruchungen des Gesamtsystems mittels einer gesamtdynamischen Berechnung sind nach der Elastizitätstheorie zu ermitteln. Es ist zu beachten, dass Einwirkungskomponenten für einige Nachweise auch günstig wirken können. Die einzelnen Komponenten der Schnittgrößen haben im

Allgemeinen keinen phasengleichen Verlauf, so dass hier die ungünstigsten Zeitpunkte herauszugreifen sind.

Bei einer gesamtdynamischen Berechnung im Zeitbereich kann das Verfahren der Teilsicherheitsbeiwerte nicht angewendet werden. In diesem Fall ist entsprechend Abschnitt 10.2 zu verfahren.

9.2.2 Anforderungen

Bei einer gesamtdynamischen Berechnung der Windenergieanlage sind die folgenden Einflussparameter bezüglich Windmodell, Aerodynamik, Strukturdynamik sowie Funktion zu berücksichtigen.

- **Windmodell**

Das Windmodell muss den Bedingungen nach DIN EN 61400-1 entsprechen.
Zusätzlich ist Folgendes zu beachten:
Die Einflüsse aus Turmschatten dürfen nach der Potenzialtheorie abgeschätzt werden.

ANMERKUNG:
Befriedigende Ergebnisse können im Allgemeinen bei einer Windgeschwindigkeitsabtastrate von 4 pro Sekunde und einer Lastabtastrate von 20 pro Sekunde erzielt werden.

Es wird eine Anzahl von mindestens 10 · 10 Punkten (durchmesserabhängig), bezogen auf den Rotor, empfohlen.

Bei Ermüdungssicherheitsnachweisen wird eine Simulationszeit von 600 Sekunden pro Windgeschwindigkeitsklasse bei einer Klassenbreite von ca. 2,0 m/s empfohlen.

- **Aerodynamik**

Bei der Berechnung der aerodynamischen Lasten sind zusätzlich folgende Einflüsse zu berücksichtigen:

- Naben- und Spitzenwirbel
- Blattverstellung, Pendeln usw.
- Strömungsabriss (dynamic stall)
- Dynamisches Nachströmverhalten (dynamic wake)

ANMERKUNG:
Im Allgemeinen können befriedigende Ergebnisse bei Anwendung der Blattelementtheorie bei 15 Elementen pro Rotorblatt erzielt werden.

- **Strukturdynamik**

Bei der Untersuchung der Strukturdynamik sind zusätzlich die folgenden Einflüsse zu berücksichtigen:

- Einfluss der Fliehkraft auf die Rotorblattsteifigkeit
- Torsionssteifigkeit des Antriebstranges
- Elastische Lagerung der Maschine
- Steifigkeit und Dämpfung des Generators (Netz kann als unendlich steif angesehen werden)
- Gründung mit Bodeneigenschaften

ANMERKUNG:
Im Allgemeinen ist es ausreichend, nur die Eigenfrequenzen < 5 Hz zu berücksichtigen.

- **Funktion**

Reglereigenschaften sind realitätsnah abzubilden. Dabei sind die zeitlichen Verläufe, wie z.B. beim Gieren und Bremsen zu berücksichtigen.

Für alle Einwirkungskombinationen mit Ausnahme der DLC 6.1, 6.2 und 6.3 nach DIN EN 61400-1 ist mit einem Gierfehler entsprechend der Betriebsführung, mindestens jedoch mit einem Gierfehlerwinkel im Bereich zwischen $\beta = 0°$ und $\beta = \pm 8°$ zu rechnen.

Für die Einwirkungskombinationen DLC 6.1, 6.2 und 6.3 ist der Gierfehlerwinkel nach DIN EN 61400-1 anzunehmen.

9.2.3 Berücksichtigung der Gründung

Für das Betriebsverhalten von Windenergieanlagen ist die Baugrundsteifigkeit von besonderer Bedeutung. Die Boden-Bauwerks-Interaktion ist stets zu berücksichtigen. Bei einer gesamtdynamischen Berechnung kann diese in guter Näherung durch Federn für Rotation und Horizontalverschiebung frequenzunabhängig mit dynamischen Bodenkennwerten (siehe Abschnitt 12.2.1) erfasst werden.

Die Festlegung der Federsteifigkeiten bzw. der Bodenkennwerte für die gesamtdynamische Berechnung kann unter Berücksichtigung der Steifigkeit des Gründungskörpers und der im Boden auftretenden Schubverzerrungen ermittelt werden. Dabei sind die Schubverzerrungen für das Lastniveau zu ermitteln, welches sich aus dem Lastfall D.3 (quasi-ständige Einwirkungen) ergibt.

Näherungsweise kann der Steifemodul für sehr kleine Dehnungen $E_{s,max}$ abhängig vom Steifemodul für statische Lasten abgeschätzt werden, wobei ohne genaueren Nachweis der untere Wert der angegebenen Bandbreite anzusetzen ist.

Hinweise zur Größe dynamischer Bodenkennwerte enthalten die Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugrunddynamik"[3].

9.2.4 Schnittgrößen

Als Ergebnis der gesamtdynamischen Berechnung ergeben sich die Zeitverläufe aller Schnittgrößen für die untersuchten Einwirkungskombinationen in den für die Auslegung von Turm und Fundament relevanten Querschnitten. Diese Schnittgrößen sind für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit zu ermitteln.

[3] Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugrunddynamik", Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Berlin 2002

Tabelle 4: Darstellung der Schnittgrößen für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit bzw. Gebrauchstauglichkeit
(Bezeichnung der Koordinatenachsen siehe Bild 4)

Schnittstelle:											
Grenzzustand:			**Tragfähigkeit / Gebrauchsfähigkeit**								
	DLC *)	$v(h)$ [m/s]	β °	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	F_{res} [kNm]	M_{res} [kNm]
max F_x	….										
min F_x											
max F_y											
min F_y											
max F_z											
min F_z											
max M_x											
min M_x											
max M_y											
min M_y											
max M_z											
min M_z											
max F_{res}											
max M_{res}											

*) Einwirkungskombination, siehe Abschnitt 8

Für den Nachweis gegen Festigkeits- und Stabilitätsversagen sowie für den Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit dürfen vereinfachend nur die Extremwerte der Schnittgrößen zusammen mit den übrigen zeitgleich auftretenden Schnittgrößen für die betrachteten Querschnitte angegeben werden (siehe Tabelle 4).

Die Schnittgrößen für den Ermüdungssicherheitsnachweis dürfen in der Regel[4] vereinfacht in Form von Beanspruchungskollektiven, erforderlichenfalls mit den zugehörigen Mittelwerten angegeben werden (siehe Abschnitt 9.6.2).

[4] Ausnahme siehe z.B. Abschnitt 8

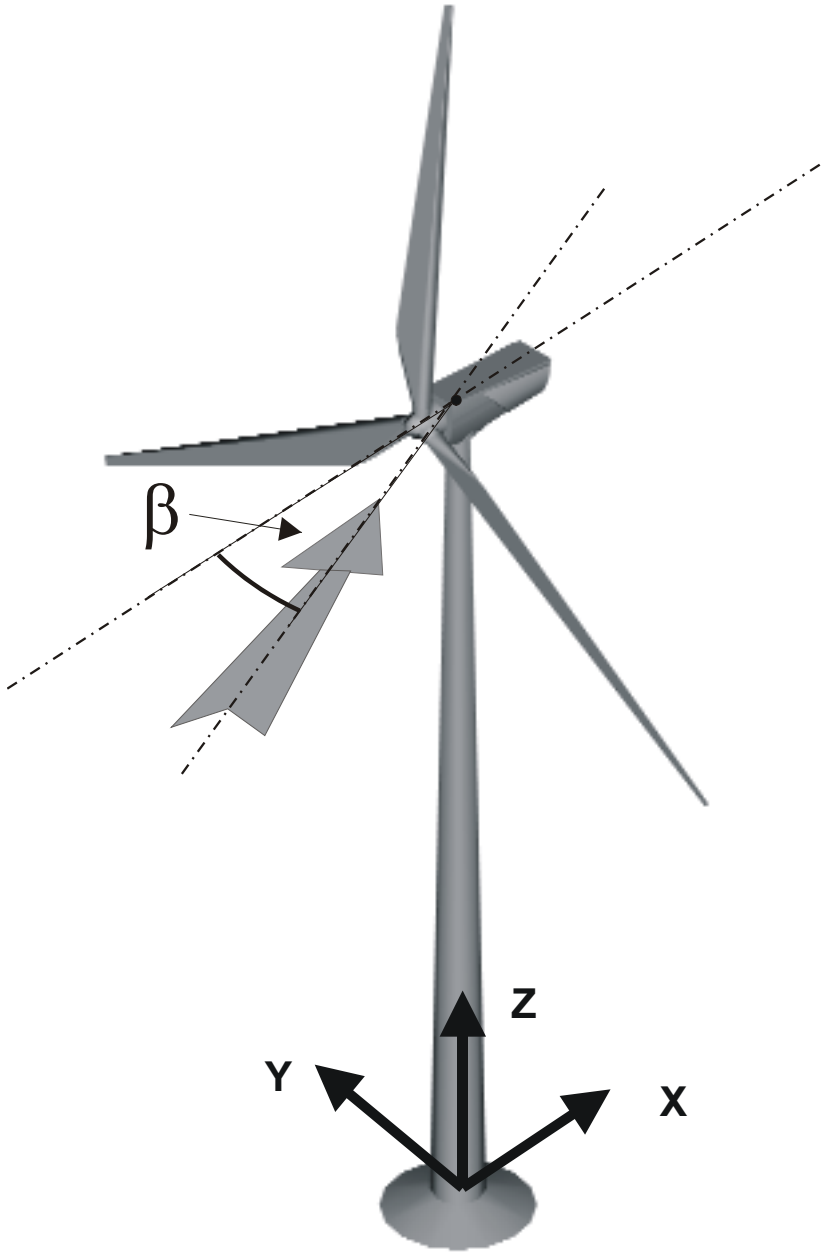


Bild 4: Koordinatensystem für den Turm

9.3 Vereinfachte Berechnung

9.3.1 Allgemeines

Die vereinfachte Berechnung darf nur für Nachweise der Turmstruktur im Rahmen der Regelungen von Abschnitt 9.1 angewendet werden. Dabei sind die aus einer gesamtdynamischen Berechnung ermittelten und entsprechend Tabelle 4 angegebenen Schnittgrößen an der Schnittstelle Maschine/Turm als Einwirkungen auf den Turm zu verwenden. Die Schnittgrößen an allen anderen Stellen des Turmes werden dann aus diesen Einwirkungen abgeleitet. Hierbei ist die Windlast auf den Turm der jeweiligen Einwirkungskombination nach Betrag und Richtung zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 9.6.2).

Vereinfachend dürfen alle Einwirkungskomponenten als gleichzeitig mit ihrem Maximalwert oder, falls günstig wirkend, mit ihrem Minimalwert wirkend angenommen werden.

Die Einwirkungen an der Schnittstelle Maschine/Turm dürfen auch für andere Turmvarianten verwendet werden, sofern diese mindestens die gleiche Biege- und Torsionssteifigkeit besitzen und im dauernden Betrieb ebenfalls die Bedingung nach Gleichung (GL 10) erfüllen.

Bei der Anwendung der vereinfachten Berechnung sind außer den Schnittgrößen an der Schnittstelle Maschine/Turm nach Abschnitt 9.2.4 die Massen und Massenträgheitsmomente der Maschine sowie die der Berechnung zugrunde gelegten Eigenfrequenzen des Turmes anzugeben.

9.3.2 Durch Wind erregte Schwingungen des Turmes in Windrichtung

Bei Nachweisen nach Abschnitt 9.3.1 für Anlagen im Zustand "außer Betrieb“ ist die durch die Böigkeit des Windes hervorgerufene Schwingungswirkung des Turmes in Windrichtung durch den Ansatz einer statischen Ersatzlast zu erfassen. Bei Verwendung des turbulenten extremen Windmodells EWM in einer quasi-statischen Berechnung ist die auf den Turm direkt einwirkende Windlast in Windrichtung infolge der Böenwindgeschwindigkeit (3 s-Mittelwert der 50-Jahresbö $v_{p50}(z)$ bzw. 1-Jahresbö $v_{p1}(z)$) mit dem Strukturbeiwert $c_s c_d$ zu vervielfachen. Ein entsprechendes Verfahren zur Ermittlung von $c_s c_d$ ist in DIN EN 1991-1-4 unter Berücksichtigung von DIN EN 1991-1-4/NA angegeben.

Wird bei nach DIN EN 1991-1-4 nicht schwingungsanfälligen Turmkonstruktionen mit dem stationären extremen Windmodell EWM, basierend auf der Böenwindgeschwindigkeit (3 s-Mittelwert der 50-Jahresbö $v_{p50}(z)$ bzw. 1-Jahresbö $v_{p1}(z)$), gerechnet, so darf der Strukturbeiwert zu $c_s c_d = 1$ angenommen werden.

Bei Nachweisen nach Abschnitt 9.6.1 für Anlagen im Zustand "in Betrieb" darf die durch die Böigkeit des Windes hervorgerufene Schwingungswirkung des Turmes in Windrichtung unberücksichtigt bleiben, d.h. der Strukturbeiwert darf zu $c_s c_d = 1$ angenommen werden.

9.4 Wirbelerregte Querschwingungen

Die durch wirbelerregte Schwingungen rechtwinklig zur Windrichtung (Querschwingungen) hervorgerufenen Beanspruchungen bei Türmen mit kreisförmigen oder annähernd kreisförmigen Querschnitten sind nach dem in DIN EN 1991-1-4 angegebenen Verfahren zu ermitteln.

Die durch wirbelerregte Querschwingungen verursachte Schädigung darf bis zu einem Wert von D = 0.10 vernachlässigt werden. Andernfalls sind die Schädigung aus wirbelerregten Querschwingungen und die Schädigung in Querrichtung infolge der in Tabelle 3 definierten Lastfälle für den Ermüdungssicherheitsnachweis zu addieren.

Bei der Berechnung der Beanspruchungen aus wirbelerregten Querschwingungen darf die aerodynamische Dämpfung (siehe 9.5) nicht angesetzt werden.

9.5 Logarithmisches Dämpfungsdekrement

Die Gesamtdämpfung setzt sich aus den beiden Anteilen Strukturdämpfung und aerodynamischer Dämpfung zusammen (siehe jedoch 9.4). Das logarithmische Dekrement δ für die Gesamtdämpfung ergibt sich dabei zu

$$\delta = \delta_s + \delta_a \qquad \text{(GL 12)}$$

Dabei ist:

δ_s logarithmisches Dekrement der Strukturdämpfung
δ_a logarithmisches Dekrement der aerodynamischen Dämpfung

Soweit keine genaueren Werte belegt sind, darf als logarithmisches Dekrement für die Strukturdämpfung

- bei Stahltürmen $\delta_s = 0{,}015$
- bei Spannbetontürmen $\delta_s = 0{,}04$

angenommen werden.

Bei Hybridtürmen sind genauere Überlegungen unter Berücksichtigung der Geometrie, Material und Eigenformen erforderlich.

Das logarithmische Dekrement der aerodynamischen Dämpfung δ_a darf zur Ermittlung von Einwirkungen aus Erdbeben nach der Modalmethode, soweit keine genauere Berechnung erfolgt, für alle Turmarten mit $\delta_a = 0{,}05$ angenommen werden.

9.6 Schnittgrößen für den Ermüdungssicherheitsnachweis

9.6.1 Anforderungen

Zur Ermittlung der Schnittgrößen für den Ermüdungssicherheitsnachweis sind die Einwirkungen nach DIN EN 61400-1 und Abschnitt 7, die Einflussparameter nach Abschnitt 9.2.2 und die folgenden Festlegungen zu berücksichtigen:

- In der Regelung sind Start- und normale Abschaltvorgänge unter Berücksichtigung der dynamischen Erhöhungen beim Durchfahren der Turmresonanz mit den Häufigkeiten nach Tabelle 3 anzunehmen.
- Sofern der Betrieb unter Eislasten nicht sicher ausgeschlossen werden kann, sind an 7 Tagen pro Jahr bei Nennleistung Eislasten nach Abschnitt 7.4.6 anzunehmen, wobei 1 Rotorblatt nicht vereist ist, die übrigen mit 50 % der Eismasse nach Bild 3 vereist sind.
- Sofern nicht anders bestimmt, darf die Einwirkungsdauer der Schnittgrößen aus Wirbelablösungen mit folgenden Werten angenommen werden:
  - 0,5 Jahre für den Zustand der Montage, ohne Maschine
  - 1 Jahr für den Zustand des Stillstandes und der Wartung, mit Maschine
- Die Entwurfslebensdauer der Anlage ist mit mindestens 20 Jahren anzunehmen.

9.6.2 Beanspruchungskollektive

Wird der Ermüdungssicherheitsnachweis auf der Grundlage von Beanspruchungskollektiven geführt, so sind diese auf rechnerischem Weg für die betrachteten Querschnitte durch Simulation der für die Ermüdung maßgebenden Anforderungen nach Abschnitt 9.6.1 zu ermitteln und ggf. durch Messungen nach IEC TS 61400-13 zu unterstützen. Die Schwingbreiten der Schnittgrößen sind hierbei ungünstig zu überlagern.

Die Kollektive können vereinfacht als Einhüllende (z.B. in Trapezform) der aus der Simulation erhaltenen Beanspruchungskollektive dargestellt werden. Für alle Einwirkungskomponenten sollten dabei einheitliche Lastwechselzahlen festgelegt werden. Die zugehörigen Mittelwerte sind anzugeben.

ANMERKUNG:
Im Allgemeinen (wenn $\Delta M_y > \Delta M_x$) ist die Berücksichtigung der Einwirkungskomponenten Rotorschub F_x, Nickmoment M_y und Turmtorsionsmoment M_z ausreichend. Dabei dürfen das Nick- und Turmtorsionsmoment 90° phasenverschoben zueinander wirkend angenommen werden.

10 Sicherheitskonzept

10.1 Allgemeines

Die Nachweise sind für verschiedene Grenzzustände durch Verfahren mit Hilfe von Teilsicherheitsbeiwerten zu führen. Diese Grenzzustände, bei deren Überschreitung das Tragwerk die Entwurfsanforderungen nicht mehr erfüllt, sind

- Grenzzustände der Tragfähigkeit
- Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.

10.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit

Bei einer gesamtdynamischen Berechnung (nach Abschnitt 9.2) müssen die Einwirkungen mit $\gamma_F = 1{,}0$ angenommen werden. Ist eine Differenzierung einzelner Einwirkungsanteile in den Schnittgrößen nicht möglich, müssen die Tragsicherheitsnachweise mit γ_F-fachen Schnittgrößen geführt werden, wobei der größte Teilsicherheitsbeiwert der jeweiligen Gruppe der Einwirkungskombinationen nach Tabelle 5 oder Tabelle 6 anzusetzen ist.

Tabelle 5: Teilsicherheitsbeiwerte γ_F der Einwirkungen für Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit bei Nachweis nach DIN EN 61400-1:2004

Einwirkung	**Gruppe der Einwirkungskombinationen**		
	N normal und extrem	**A** außergewöhnlich	**T** Transport/Errichtung
Trägheits- und Gravitationslasten			
ungünstig	1,35*)	1,1	1,25
günstig	1,0	1,0	1,0
Vorspannung**)	1,0	1,0	1,0
Windlasten	1,35***)	1,1	1,5
Funktionskräfte	1,35	1,1	1,5
Wärmeeinwirkung	1,35	-	-
Erdbeben	-	1,0	-

*) Sofern nachgewiesen wird, z.B. durch Wiegen des maschinentechnischen Teils der Anlage, dass die tatsächlichen Wichten um nicht mehr als 5 % von den angenommenen abweichen, darf mit $\gamma_F = 1{,}1$ gerechnet werden.

**) Mögliche Streuungen der Vorspannung sind im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1, 5.10.9 zu berücksichtigen. Im Grenzzustand der Ermüdung ist der jeweils maßgebende Wert r_{inf}, r_{sup} nach DIN EN 1992-1-1, 5.10.9 anzusetzen.

***) Die Schnittkräfte für Turm und Gründung der Einwirkungskombination DLC 6.1 nach DIN EN 61400-1 sind sowohl mit $\gamma_F = 1{,}35$ als auch mit $\gamma_F = 1{,}5$ zu ermitteln, wobei im Falle $\gamma_F = 1{,}5$ keine Schräganströmung (Anströmwinkel $\beta = 0$, siehe DLC D.7 nach Tabelle 2) berücksichtigt zu werden braucht. Die ungünstigste Schnittgrößenkombination der beiden Varianten ist maßgebend.

Tabelle 6: Teilsicherheitsbeiwerte γ_F der Einwirkungen für Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit bei Nachweis nach DIN EN 61400-1:2011

	Ungünstige Lasten Art des Auslegungszustandes (siehe Tabelle 3)			**Günstige Lasten**[1)]
Einwirkung	**Normal (N)**	**Anormal (A)**	**Transport und Errichtung (T)**	**Alle Auslegungszustände**
Trägheits- und Gravitationslasten, Windlasten, Funktionskräfte	1,35*), ***)	1,1	1,5	0,9
Vorspannung**)	1,0	1,0	1,0	0,9
Wärmeeinwirkung	1,35	-	-	0,9
	-	1,0	-	1,0

1) Vorspannung und Gravitationslasten, die die Gesamtbeanspruchung erheblich verringern, sind günstige Lasten.

*) Für den Auslegungslastfall DLC 1.1 ist bei Lastberechnung mittels statistischer Extrapolation für Windgeschwindigkeiten zwischen v_{in} und v_{out} ein Teilsicherheitsbeiwert für die Lasten von $\gamma_F = 1{,}25$ anzunehmen.

Wenn für normale Auslegungszustände der charakteristische Wert der Gravitationsbelastung $F_{gravity}$ für den betreffenden Auslegungszustand berechnet werden kann und Gravitation eine ungünstige Last ist, darf der Teilsicherheitsbeiwert für die kombinierte Beanspruchung von Gravitation und anderen Einflüssen wie folgt angenommen werden:

$$\gamma_t = 1{,}1 + \varphi\,\zeta^2$$

$$\varphi = \begin{cases} 0{,}15 & \text{für DLC1.1} \\ 0{,}25 & \text{sonst} \end{cases}$$

$$\zeta = \begin{cases} 1 - \left|\frac{F_{gravity}}{F_k}\right| ; & |F_{gravity}| \le |F_k| \\ 0 ; & |F_{gravity}| \ge |F_k| \end{cases}$$

**) Mögliche Streuungen der Vorspannung sind im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1, 5.10.9 zu berücksichtigen. Im Grenzzustand der Ermüdung ist der jeweils maßgebende Wert r_{inf}, r_{sup} nach DIN EN 1992-1-1, 5.10.9 anzusetzen. Der Wert $\gamma_F = \gamma_P = 0{,}9$ bezieht sich auf die Ermittlung der Einwirkungen nach DIN EN 61400-1:2011. Im Grenzzustand der Tragfähigkeit gilt für die Bemessung von Spannbetontragwerken DIN EN 1992-1-1, 2.4.2.2 und 5.10.8. Danach gilt abweichend von Tabelle 6 i. d. R. $\gamma_P = 1{,}0$.

***) Die Schnittkräfte für Turm und Gründung der Einwirkungskombination DLC 6.1 nach DIN EN 61400-1 sind sowohl mit $\gamma_F = 1{,}35$ als auch mit $\gamma_F = 1{,}5$ zu ermitteln, wobei im Falle $\gamma_F = 1{,}5$ keine Schräganströmung (Anströmwinkel $\beta = 0$, siehe DLC D.7 nach Tabelle 2) berücksichtigt zu werden braucht. Die ungünstigste Schnittgrößenkombination der beiden Varianten ist maßgebend.

Bei Nachweisen gegen Festigkeits- und Stabilitätsversagen ist die Erhöhung der Schnittgrößen infolge nichtlinearer Einflüsse (z.B. Theorie 2. Ordnung, Zustand II) zu berücksichtigen. Im Falle einer gesamtdynamischen Berechnung mit dynamischen Bodenkennwerten ergeben sich bei diesen Nachweisen zusätzliche Effekte aus Theorie 2. Ordnung. Diese zusätzlichen Effekte sind unter Verwendung statischer Bodenkennwerte, die sich für ein Belastungsniveau bei charakteristischen Einwirkungen (Lastfall D.1) ergeben, zu ermitteln.

Für den Nachweis gegen Ermüdung ist mit $\gamma_F = 1{,}0$ zu rechnen.

Es sind folgende Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit zu führen:

Nachweis gegen

- **Festigkeitsversagen** nach Abschnitt 11.1.2
- **Stabilitätsversagen** nach Abschnitt 11.1.3
- **Ermüdung** nach Abschnitt 11.1.4

Hinweise zur Größe dynamischer Bodenkennwerte enthalten die Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugrunddynamik"[5].

10.3 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

Die Bemessungswerte der Einwirkungen sind für die Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit mit den charakteristischen Werten (γ_F = 1,0) zu ermitteln.

Es sind folgende Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit zu führen:

Nachweis der

- **Verformungsbegrenzung** nach Abschnitt 11.2.3
- **Spannungsbegrenzung** nach Abschnitt 11.2.4
- **Rissbreitenbegrenzung** nach Abschnitt 11.2.5

11 Nachweise für den Turm

11.1 Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit

11.1.1 Teilsicherheitsbeiwerte

Die Widerstände sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte γ_M nach den relevanten Regelwerken (siehe Abschnitt 4) zu ermitteln. Bezüglich der Teilsicherheitsbeiwerte γ_M beim Nachweis gegen Ermüdung siehe Abschnitt 11.1.4.

11.1.2 Festigkeitsversagen

Die Nachweise sind mit den ungünstigsten aller Einwirkungskombinationen der Gruppen N, A und T zu führen.

Beim Nachweis für Stahlbeton und Spannbeton ist DIN EN 1992-1-1 anzuwenden. Dabei dürfen die Schnittgrößen des Turmschaftes nach der Rohrbiegetheorie ermittelt werden, sofern die Wanddicke mindestens 1/20 des Radius beträgt. Dies gilt nicht für örtliche Nachweise im Bereich von Turmöffnungen und für die Ermittlung der Beanspruchungen aus Wärmeeinwirkungen nach Abschnitt 7.4.5.

Beim Nachweis für Stahltürme ist die Normenreihe DIN EN 1993-1 anzuwenden.

In zylindrischen und konischen Stahlrohrtürmen dürfen die für den Tragsicherheitsnachweis benötigten Spannungen nach der Schalenmembrantheorie berechnet werden. Das bedeutet z.B. für die Abtragung der Windlasten, dass die elementare Rohrbiegetheorie angewendet werden darf. Schalenbiegemomente aus ungleichmäßig über den Turmumfang verteiltem Winddruck oder Zwängungsspannungen aus Randstörungen an Flanschen oder Steifen brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

5 Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugrunddynamik", Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Berlin 2002

An Übergängen mit unterschiedlicher Konizität sind die aus Kraftumlenkung entstehenden lokalen Umfangsmembrankräfte und Schalenbiegemomente zu berücksichtigen. Für öffnungsgeschwächte Turmbereiche ist Abschnitt 13.2 zu beachten.

ANMERKUNG:
Die hier beschriebene Nachweisführung entspricht in der Terminologie von DIN EN 1993-1-1 einer elastischen Tragwerksberechnung mit plastischen Querschnittsbeanspruchbarkeiten für die lokalen Turmwandschnittgrößen, jedoch elastischen Querschnittsbeanspruchbarkeiten für die globalen Turmschnittgrößen.

11.1.3 Stabilitätsversagen

Die Nachweise sind mit den ungünstigsten aller Einwirkungskombinationen der Gruppen N, A und T zu führen.

Der Beulsicherheitsnachweis für die Wand eines Stahlrohrturmes oder anderer schalenförmiger Stahlbauteile darf auch als numerisch gestützter Beulsicherheitsnachweis entsprechend Absatz 8.6 und 8.7 von DIN EN 1993-1-6 geführt werden.

11.1.4 Ermüdungsversagen von Stahlkonstruktionen

Die Nachweise sind mit den Einwirkungskombinationen der Gruppe F nach Tabelle 3 zu führen.

Bei Turmkonstruktionen aus Stahl richtet sich der Nachweis nach DIN EN 1993-1-9. Dabei werden eine regelmäßige Wartung und die Wiederkehrende Prüfung nach Abschnitt 15 vorausgesetzt. Der anzusetzende Teilsicherheitsbeiwert ist Tabelle 7 zu entnehmen.

Abweichend von den Regelungen in DIN EN 1993-1-9 darf kein Schwellenwert der Ermüdungsfestigkeit für Lastspielzahlen $N > 10^8$ angesetzt werden (siehe Bild 5).

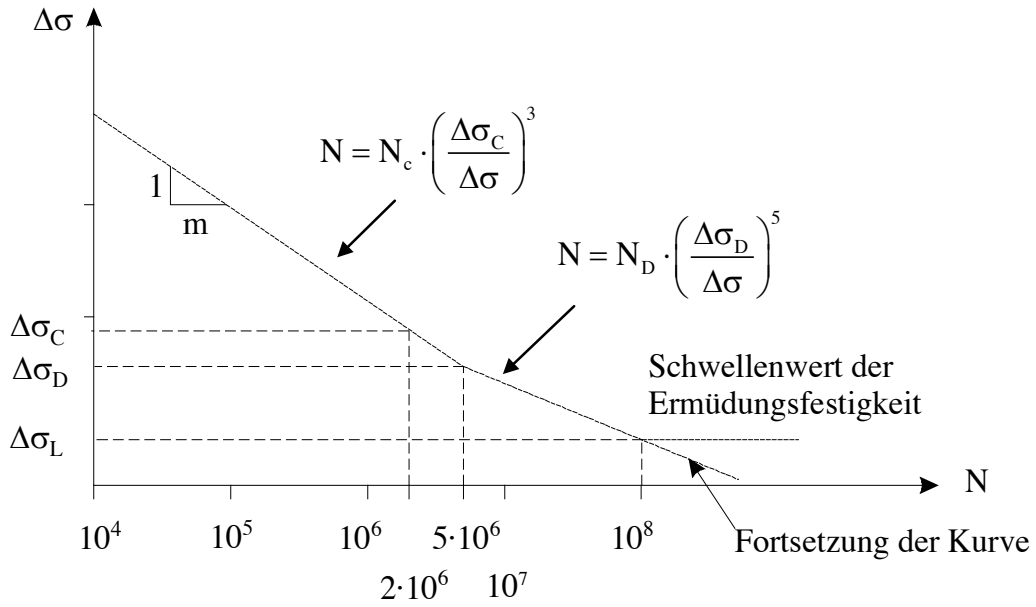


Bild 5: Ermüdungsfestigkeit für Stahl (Wöhlerlinie)

Tabelle 7: Teilsicherheitsbeiwert γ_M für Nachweise gegen Ermüdung bei Türmen aus Stahl

Inspizierbar	γ_M	
	Schadenstolerante Bauteile	Nicht-schadenstolerante Bauteile
Ja	1,0	1,15
Nein	1,15	1,25

ANMERKUNG:
Bei Windenergieanlagen sind in der Regel nicht-schadenstolerante Bauteile vorhanden.

Im Allgemeinen ist ein Teilsicherheitsbeiwert von 1,15 für inspizierbare Bauteile anzuwenden.

Als "inspizierbar" werden alle Bauteile angesehen, die zugänglich sind. Dazu gehören z.B. alle Rund- und Längsnähte von Stahlrohrtürmen sowie die Schrauben von Ringflanschverbindungen. Diese Bauteile sind im Rahmen der wiederkehrenden Prüfungen zu untersuchen (siehe Kapitel 15).

Abweichend davon ist ein Beiwert von 1,25 zu berücksichtigen, wenn Überwachungsmaßnahmen im Rahmen der Inspektion nicht möglich sind, z.B. bei einbetonierten Bauteilen.

Der Bezugswert der Ermüdungsfestigkeit $\Delta\sigma_c$ ist entsprechend der vorliegenden Kerbfallklasse den Kerbfallkatalogen von DIN EN 1993-1-9, Tabellen 8.1 bis 8.10 und DIN EN 1993-3-2 Anhang C zu entnehmen.

ANMERKUNG zu DIN EN 1993-3-2 C2(1):
Eine Erhöhung der Kerbfallklassen ist nicht allein durch Änderung der Qualitätsstufe der Schweißnaht zulässig. Eine Erhöhung der Kerbfallklasse ist experimentell z.B. nach den Regeln von DIN EN 1990 zu begründen.

Alternativ zum Nennspannungskonzept darf das Strukturspannungskonzept nach DIN EN 1993-1-9 Anhang B verwendet werden. Es ist hierbei für Blechstärken t > 25 mm eine Blechdickenabminderung $k_s = (25/t)^{0,2}$ zu verwenden, wobei t in [mm] einzusetzen ist.

Ergänzend zu den Kerbfallkatalogen wird das Kerbdetail T-Flansch/Mantelblech wie folgt geregelt:

- Für das Mantelblech (Kerbstelle 1 in Bild 6) ist die Kerbfallklasse gemäß DIN EN 1993-1-9 Tabelle 8.5 Detail 1 zu verwenden.
- Für den T-Flansch (Kerbstelle 2 in Bild 6) ist der konservative Ansatz einer Kerbfallklasse 90 und einer Blechdickenabminderung $k_s = (25/t_F)^{0,2}$ für Blechstärken $t_F > 25$ mm zu verwenden. Die maßgebenden Biegespannungen sind durch Ansatz einer gleichmäßigen Spannungsverteilung aus den Betonpressungen zu ermitteln, sofern nicht durch genauere Untersuchungen günstigere Ansätze begründet werden.

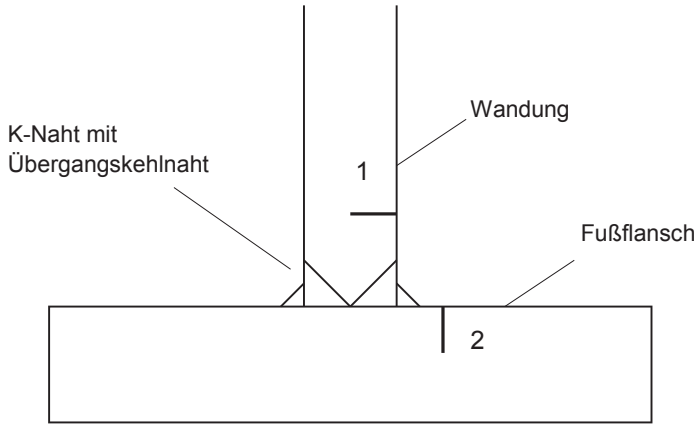


Bild 6: Nachweisstellen für das Detail "T-Flansch/Mantelblech"

ANMERKUNG:
Durchgeführte Untersuchungen ergaben, dass andere Regelungen des Eurocode für den Parameterbereich von Windenergieanlagen zu stark konservativen Auslegungen führen können.

11.1.5 Ermüdungsversagen von Stahl- und Spannbetonkonstruktionen

Bei Türmen und Fundamenten aus Spannbeton bzw. Stahlbeton sind Ermüdungssicherheitsnachweise für den Beton, den Betonstahl und den Spannstahl zu führen. Die rechnerischen Schädigungen unterschiedlicher Schwingbreiten dürfen beim Nachweis gegen Ermüdung nach der Palmgren-Miner-Regel addiert werden. Dabei muss die Schädigungssumme D_{Ed} infolge der maßgebenden Ermüdungsbeanspruchung die folgende Bedingung erfüllen:

$$D_{Ed} = \Sigma[n(\Delta\sigma_i)/ N(\Delta\sigma_i)] < 1{,}0 \qquad \text{(GL 13)}$$

Dabei ist:

$n(\Delta\sigma_i)$ die Zahl der aufgebrachten Lastwechsel für eine Schwingbreite $\Delta\sigma_i$
$N(\Delta\sigma_i)$ die Zahl der aufnehmbaren Lastwechsel für eine Schwingbreite $\Delta\sigma_i$

Für den Nachweis des Beton- und Spannstahls sind die Wöhlerlinien nach DIN EN 1992-1-1, Absatz 6.8.4 anzusetzen.

Die Ermüdungsnachweise für Spannbetontragwerke sind sowohl für die Vorspannkraft direkt nach dem Absetzen der Presse als auch für die Vorspannkraft nach Kriechen, Schwinden und Relaxation zu führen, wenn keine genauere Berechnung über die Zeit durchgeführt wird. Dabei sind die zeitabhängigen Verluste infolge Kriechen, Schwinden und Relaxation nach DIN EN 1992-1-1, Absatz 3.1.4 zu berücksichtigen.

Für den Nachweis des Betons unter Druck oder Querkraftbeanspruchung sind die Wöhlerlinien für den Beton anzusetzen:

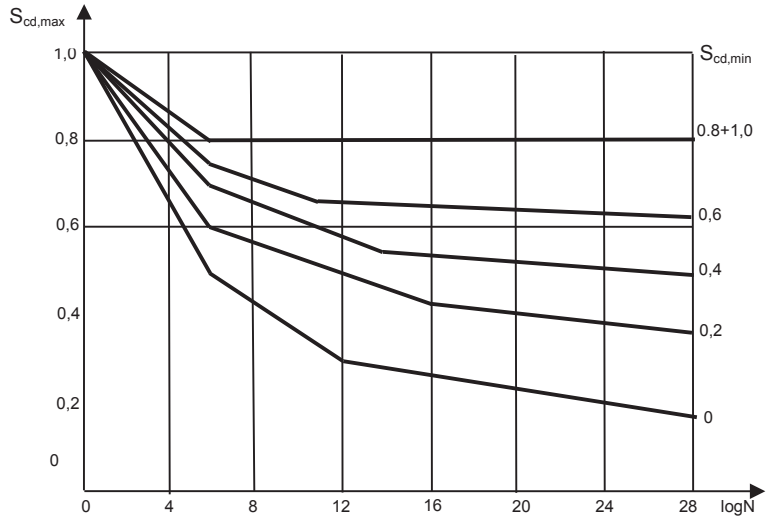


Bild 7: Wöhlerlinien des Betons unter Druckbeanspruchung

Der Wöhlerlinie nach Bild 7 liegen die folgenden Gleichungen[6] zugrunde:

Für $0 < S_{cd,min} < 0{,}8$

$$\log N_1 = \left(12 + 16 \cdot S_{cd,min} + 8 \cdot S_{cd,min}{}^2\right) \cdot \left(1 - S_{cd,max}\right)$$

$$\log N_2 = 0{,}2 \cdot \log N_1 \cdot \left(\log N_1 - 1\right)$$

$$\log N_3 = \log N_2 \cdot \left(0{,}3 - (3S_{cd,min} / 8)\right) / \Delta S_{cd}$$

wenn $\log N_1 \leq 6$ dann $\log N = \log N_1$

wenn $\log N_1 > 6$ und $\Delta S_{cd} \geq 0{,}3 - (3S_{cd,min} / 8)$

dann $\log N = \log N_2$

wenn $\log N_1 > 6$ und $\Delta S_{cd} < 0{,}3 - (3S_{cd,min} / 8)$

dann $\log N = \log N_3$

mit $S_{cd,min} = \gamma_{Sd} \cdot \sigma_{c,min} \cdot \eta_c / f_{cd,fat}$

$S_{cd.max} = \gamma_{Sd} \cdot \sigma_{c,max} \cdot \eta_c / f_{cd,fat}$

$\Delta S_{cd} = S_{cd,max} - S_{cd,min}$

Für Windenergieanlagen mit einer nominellen Lastspielzahl $N_{nom} = m \cdot n_R \cdot T_0 \leq 2 \cdot 10^9$ ist ein detaillierter Nachweis für den Beton nicht erforderlich, wenn die Bedingung nach (GL 14) eingehalten ist:

$$S_{cd,max} \leq 0{,}40 + 0{,}46 \cdot S_{cd,min} \qquad \text{(GL 14)}$$

6 Aus: CEB-FIP Model Code 1990, Bulletin d'Information No. 213/214

Dabei ist:

$S_{cd,min} = \gamma_{Sd} \cdot \sigma_{c,min} \cdot \eta_c / f_{cd,fat}$
$S_{cd,max} = \gamma_{Sd} \cdot \sigma_{c,max} \cdot \eta_c / f_{cd,fat}$

$\gamma_{Sd} = 1{,}1$ Teilsicherheitsbeiwert zur Erfassung der Ungenauigkeiten des Modells zur Spannungsberechnung

$\sigma_{c,max}$ Betrag der maximalen Betondruckspannung unter den Einwirkungskombinationen der Gruppe F nach Tabelle 2

$\sigma_{c,min}$ Betrag der minimalen Betondruckspannung in der Druckzone an der gleichen Stelle, an der $\sigma_{c,max}$ auftritt, ermittelt für den unteren Wert der Einwirkung (bei Zugspannungen ist $\sigma_{c,min} = 0$ zu setzen)

η_c Faktor zur Berücksichtigung der ungleichmäßigen Verteilung der Betondruckspannungen gemäß Heft 439[7], Gl. (8); vereinfachend darf $\eta_c = 1{,}0$ gesetzt werden.

$f_{cd,fat}$ Bemessungswert der Ermüdungsfestigkeit des Betons unter Druckbeanspruchung:
$f_{cd,fat} = 0{,}85 \cdot \beta_{cc}(t) \cdot f_{ck} \cdot (1 - f_{ck}/250) / \gamma_c$

f_{ck} charakteristische Zylinderdruckfestigkeit in N/mm²

γ_c Teilsicherheitsbeiwert für Beton

$\beta_{cc}(t)$ Koeffizient zur Berücksichtigung des zeitabhängigen Festigkeitsanstiegs des Betons. $\beta_{cc}(t)$ darf bei Anwendung der vereinfachten Gleichung (GL 14) nicht größer als 1,0 angesetzt werden, entsprechend einer zyklischen Erstbelastung in einem Betonalter ≥ 28 Tagen. Im Falle zyklischer Erstbelastung in früherem Betonalter ist $\beta_{cc}(t) < 1{,}0$ zu ermitteln und beim Nachweis zu berücksichtigen; $\beta_{cc}(t)$ ist nach DIN EN 1992-1-1, Absatz 3.1.2 (6) zu bestimmen.

Grundsätzlich sind beim vereinfachten Nachweisverfahren zu untersuchen:

- Maximale Schwingbreite,
- Schwingbreite mit der größten Betondruckspannung $\sigma_{c,max}$,
- Schwingbreite mit der kleinsten Betondruckspannung $\sigma_{c,min}$,
- Schwingbreite mit dem größten Mittelwert der Betondruckspannung.

[7] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.), Heft 439 "Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB-FIP Model Code 1990", Ausgabe 1994, Beuth Verlag Berlin

11.2 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit

11.2.1 Einwirkungskombinationen

Für die Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit sind die Einwirkungen in Tabelle 2 definiert:

- DLC D.1: Charakteristische (seltene) Einwirkungen
- DLC D.2: Häufige Einwirkungen
- DLC D.3: Quasi-ständige Einwirkungen

Diese Einwirkungen sind für die in den entsprechenden Fachnormen definierten Nachweise in Kombination mit Einwirkungen aus Temperatur anzuwenden.

11.2.2 Teilsicherheitsbeiwert

Für Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit beträgt der Teilsicherheitsbeiwert für die Widerstandsgrößen $\gamma_M = 1{,}0$.

11.2.3 Verformungsbegrenzung

Sofern aus dem Betrieb der Anlage keine besonderen Anforderungen entstehen, ist eine Begrenzung von Verformungen nicht erforderlich.

11.2.4 Spannungsbegrenzung

Bei Türmen und Fundamenten aus Spannbeton bzw. Stahlbeton sind die Betondruckspannungen für die seltene Einwirkungskombination D.1 nach Tabelle 2 auf $0{,}6\, f_{ck}$ zu begrenzen. Anderenfalls sind Ersatzmaßnahmen nach DIN EN 1992-1-1, Absatz 7.2 (2) zu treffen.

Zusätzlich sind bei Türmen und Fundamenten aus Spannbeton die Betondruckspannungen unter den ständigen Einwirkungen aus Eigenlasten und Vorspannung auf $0{,}45\, f_{ck}$ entsprechend DIN EN 1992-1-1, Absatz 7.2 (3) zu begrenzen.

Bei Türmen aus Spannbeton mit Verbund ist der Nachweis der Dekompression für die quasi-ständige Einwirkungskombination D.3 nach Tabelle 2 zu führen.

11.2.5 Rissbreitenbegrenzung

Der Nachweis der Rissbreitenbegrenzung ist für eine rechnerische Rissbreite von 0,2 mm zu führen. Dabei sind für Bauteile aus Stahlbeton und Spannbeton ohne Verbund die quasi-ständige Einwirkungskombination D.3 nach Tabelle 2 zu verwenden, für Bauteile aus Spannbeton mit Verbund die häufigen Einwirkungskombinationen D.2 nach Tabelle 2. Die Wärmeeinwirkungen sind nach Abschnitt 7.4.5 anzusetzen.

12 Nachweise für die Gründung

12.1 Gründungskörper

12.1.1 Sicherheitskonzept

Für Nachweise von Bauteilen aus Stahlbeton und Spannbeton sowie für Bauteile aus Stahl ist das in den Abschnitten 10, 11 und 12 beschriebene Sicherheitskonzept anzuwenden.

12.1.2 Stahleinbauteile

Stahleinbauteile sind nach Abschnitt 11.1.4 nachzuweisen.

12.1.3 Stahlbetonbauteile

Stahlbetonbauteile sind nach den Abschnitten 11.1 und 11.2.5 nachzuweisen. Die Nachweise gegen Ermüdung für den Beton, den Betonstahl, den Spannstahl und die Verbindungsmittel sind nach Abschnitt 11.1.5 dieser Richtlinie zu führen.

Bauteile des Gründungskörpers, die höchstens einen halben Meter in das Erdreich hineinreichen, sind mit einer Rissbreite von 0,2 mm nachzuweisen, alle übrigen mit einer Rissbreite von 0,3 mm.

Werden auf Fundamenten Sockel ausgeführt, so sind die Nachweise für die Spannungs- und Rissbreitenbegrenzung wie beim Turm zu führen (s. auch 11.2.4 und11.2.5).

12.1.4 Bemessung von Pfählen

Die innere Tragfähigkeit von Gründungspfählen ist nach den Abschnitten 12.1.2 und 12.1.3 zu ermitteln. Der Nachweis der äußeren Pfahltragfähigkeit ist nach Abschnitt 12.2.4 zu führen.

12.2 Baugrund

12.2.1 Beschaffenheit des Baugrunds

Es ist sicherzustellen, dass die Eigenschaften des Baugrunds am Standort den Anforderungen in der statischen und dynamischen Berechnung entsprechen.

Hinsichtlich der Mindestanforderungen an Umfang und Qualität geotechnischer Untersuchungen sind die Gründungen von Windenergieanlagen der Geotechnischen Kategorie 3 nach DIN EN 1997-1, Absatz 2.1 bzw. DIN 1054, Absatz A 2.1.2 zuzuordnen.

Für dynamische Berechnungen sind der Steife- oder Schubmodul für Ent- und Wiederbelastungsvorgänge maßgebend, für statische dagegen in der Regel – sofern der Boden nicht vorbelastet ist – die Moduln für Erstbelastung. Die Bodensteifigkeit ist allgemein abhängig von der Größe der durch die Last induzierten Schubverzerrungen. Für sehr kleine Schubverzerrungen ist die Steifigkeit maximal und darüber hinaus sind die Moduln für Ent-/Wiederbelastung und Erstbelastung identisch, weil Boden in diesem Bereich annähernd linear elastisch reagiert. Sie werden auch als „dynamische“ Schubmoduln bzw. Steifemoduln bezeichnet, weil bei hochfrequenten Belastungen in aller Regel entsprechend kleine Schubverzerrungen auftreten. Der für viele Bodenarten tabellierte Schubmodul G_{max} für sehr kleine Dehnungen gilt allgemein nur bei hochfrequenten Belastungen. Für Gründungen von Windenergieanlagen kann – insbesondere bei Flachgründungen auf relativ kompressiblen Böden – eine Abminderung dieses Wertes erforderlich sein.

Im Baugrundgutachten sind sowohl die dynamischen Bodensteifigkeiten für sehr kleine Schubverzerrungen für die gesamtdynamische Berechnung als auch die statischen Bodensteifigkeiten für die Setzungsberechnung anzugeben.

Hinweise zur Größe dynamischer Bodenkennwerte enthalten die Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugrunddynamik"[3].

12.2.2 Sicherheitskonzept

Die Sicherheitsnachweise für den Baugrund sind nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054:2010-12 unter Berücksichtigung der besonderen Festlegungen dieser Richtlinie für die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit zu führen. Die Beanspruchungen sind aus den charakteristischen Werten der Einwirkungen zu ermitteln, wobei nichtlineare Einflüsse nach Abschnitt 9.2.3 zu berücksichtigen sind.

Die Beanspruchungen sind im Sinne von DIN 1054, Absatz A 2.4.2.1 A(8a) als übliche dynamische Beanspruchungen einzustufen und dürfen somit als veränderliche statische Einwirkungen berücksichtigt werden.

Bei den Nachweisen sind den Bemessungssituationen BS-P, BS-T oder BS-A nach DIN 1054, 2.2 A(4) die Einwirkungskombinationen nach Abschnitt 8 dieser Richtlinie entsprechend Tabelle 8 zuzuordnen. Die Nachweise sind mit den ungünstigsten aller Einwirkungskombinationen zu führen.

Tabelle 8: Zuordnung der Einwirkungskombinationen nach DIN EN 61400-1 zu den Bemessungssituationen nach DIN 1054

Einwirkungskombination DLC nach DIN EN 61400-1	**Bemessungssituation nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054**
Lastfallgruppe N und T	BS-P
DLC 8.2	BS-T
Lastfallgruppe A (ohne 8.2)	BS-A

12.2.3 Flachgründungen

12.2.3.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit

Es ist der Nachweis der Grundbruchsicherheit (Grenzzustand GEO-2 gemäß DIN 1054) sowie der Nachweis der Lage- bzw. Kippsicherheit (Grenzzustand EQU) zu erbringen. In Ausnahmefällen, z.B. wenn die Gründung auf einer Böschung oder neben einem Stützbauwerk angeordnet ist, ist ergänzend auch die Gesamtstandsicherheit (Geländebruch, Grenzzustand GEO-3 gemäß DIN 1054) nachzuweisen.

Der Nachweis der Grundbruchsicherheit ist nach DIN EN 1997-1 für die Einwirkungen der Bemessungssituationen BS-P, BS-T und BS-A nach Tabelle 8 zu führen. Dabei ist gemäß DIN 1054 die Nachweismethode GEO-2 anzuwenden und der charakteristische Grundbruchwiderstand nach DIN 4017 zu ermitteln. Der Bemessungswert ergibt sich durch Division des charakteristischen Grundbruchwiderstands mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1054 A 2.4.7.6.3, Tabelle A 2.3. Der Bemessungswert der Beanspruchungen senkrecht zur Sohlfläche ergibt sich aus der Summe der mit den zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten multiplizierten ständigen und veränderlichen Beanspruchungen, wobei abweichend von DIN 1054 die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 5 oder 6 dieser Richtlinie anzusetzen sind, d. h. für die ungünstig wirkenden Windlasten darf unter Beachtung der Fußnote in Tabelle 5 oder 6 ein Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_F = 1{,}35$ für Einwirkungskombinationen der Bemessungssituationen BS-P angesetzt werden.

Der Nachweis der Lage- bzw. Kippsicherheit des Bauwerks (Grenzzustand EQU) ist nach DIN EN 1997-1, 2.4.7.2, sowie DIN 1054, 6.5.4 A (3) unter Ansatz der Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIN 1054, A 2.4.7.6.1, Tabelle A 2.1 zu führen. Abweichend von DIN 1054 darf auch hier für die ungünstig wirkenden Windlasten unter Beachtung der Fußnote in Tabelle 5 oder Tabelle 6 ein Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_F = 1{,}35$ für Einwirkungskombinationen der Bemessungssituationen BS-P angesetzt werden.

12.2.3.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Infolge der aus den Einwirkungen der Bemessungssituationen BS-P und BS-T nach Tabelle 8 resultierenden charakteristischen Beanspruchung in der Sohlfläche darf ein Klaffen der Sohlfuge höchstens bis zum Schwerpunkt der Sohlfläche auftreten.

Infolge der aus der Einwirkungskombination D.3 nach Tabelle 2 resultierenden charakteristischen Beanspruchung darf in der Sohlfläche keine klaffende Fuge auftreten.

12.2.4 Pfahlgründungen (äußere Tragfähigkeit)

Der Nachweis der äußeren Pfahltragfähigkeit ist nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054 für die Einwirkungen der Bemessungssituationen BS-P, BS-T und BS-A nach Tabelle 8 dieser Richtlinie zu führen. Gemäß DIN 1054 ist das Nachweisverfahren GEO-2 anzuwenden.

Der Bemessungswert der Pfahltragfähigkeit ergibt sich durch Division der charakteristischen Pfahltragfähigkeit mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1054 A 2.4.7.6.3, Tabelle A 2.3. Der Bemessungswert der Beanspruchungen ergibt sich aus der Summe der mit den zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten multiplizierten ständigen und veränderlichen Beanspruchungen, wobei abweichend von DIN 1054 die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 5 dieser Richtlinie anzusetzen sind.

Anstelle eines Nachweises gegen Ermüdung hinsichtlich der äußeren Tragfähigkeit darf ersatzweise der Nachweis geführt werden, dass unter den charakteristischen Werten der Einwirkungskombination D.3 nach Tabelle 2 keine Zugbeanspruchungen in den Pfählen auftreten.

ANMERKUNG:
Zur Aufnahme von horizontalen Kräften sollten die Pfähle geneigt angeordnet werden.

13 Konstruktionsdetails

13.1 Ringflanschverbindungen bei stählernen Türmen

Ringflanschverbindungen müssen nach DIN EN 1993-1-8 kontrolliert vorgespannt werden. Die Vorspannkraft ist auf die Regelvorspannkraft nach $F_{p,C}$, DIN EN 1993-1-8/NA zu begrenzen.

Beim Tragsicherheitsnachweis der Flanschverbindungen gilt die Anmerkung in Absatz 11.1.2 entsprechend. Die Vorspannkraft der Schrauben braucht nicht berücksichtigt zu werden, d. h. der Tragsicherheitsnachweis darf wie für eine nicht vorgespannte Schraubenverbindung geführt werden.

Lokale Plastizierungen (Fließgelenke im Flansch und/oder im Turmmantel) dürfen dabei berücksichtigt werden. Vereinfachend dürfen die Bauteilwiderstände für Ringflanschverbindungen mit Hilfe plastischer Versagenszustände (VZ) nach Petersen[8] (VZ A und B) sowie nach Seidel[9] (VZ D und E) ermittelt werden.

Beim Ermüdungssicherheitsnachweis der Flanschverbindung darf die Ermüdungsbeanspruchung der Schrauben unter Berücksichtigung der Druckvorspannung der Flansche mit Hilfe des trilinearen Modells (siehe Bild 8) nach Schmidt/Neuper[10] ermittelt werden, wenn nachfolgend beschriebene Toleranzen eingehalten sind:

- Nach Abschluss der Fertigung der einzelnen Turmsegmente darf die Ebenheitsabweichung pro Flansch einen Wert von 2,0 mm über den gesamten Umfang und max. 1,0 mm über ein Segment von 30° nicht überschreiten; wobei der Bereich an der Turmwand maßgebend ist.
- Es ist durch sorgfältiges Fertigen der Flansche und ihrer Schweißverbindungen sowie durch sorgfältiges Vorspannen sicherzustellen, dass die Vorspannkraft jeder einzelnen Schraube in ausreichendem Maße in lokale Druckvorspannung der Flanschkontaktflächen in ihrem anteiligen Bereich umgesetzt wird.
- Die Neigungen α_S der Flanschaußenflächen (siehe Bild 10) darf nach dem Vorspannen den Grenzwert 2° nicht übersteigen.

---

8 Petersen, C.: Stahlbau, 3. Auflage. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1997

9 Seidel, M.: „Zur Bemessung geschraubter Ringflanschverbindungen von Windenergieanlagen“, Schriftenreihe des Instituts für Stahlbau der Leibniz Universität Hannover (Heft 20). Aachen: Shaker Verlag, 2001

10 Schmidt, Herbert; Neuper, Meike: „Zum elastostatischen Tragverhalten exzentrisch gezogener L-Stöße mit vorgespannten Schrauben“. Verlag Ernst & Sohn, Stahlbau 66 (1997), Heft 3, S. 163-168

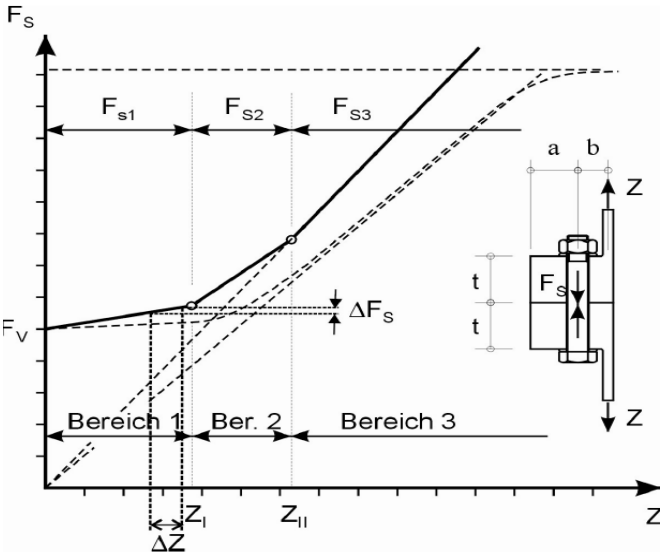


Bild 8: Schraubenkraftfunktionen vorgespannter Ringflanschverbindungen nach Schmidt/Neuper[10]

ANMERKUNG 1:
Größere Neigungen α_S vor dem Vorspannen haben keinen Einfluss auf die Ermüdungsschädigung, sofern sie beim Vorspannen bis unter den Grenzwert reduziert werden. Beim Nachweis der Ermüdungssicherheit dürfen höchstens 90 % der planmäßigen Vorspannkraft angesetzt werden. Grundsätzlich ist die Vorspannung der Schrauben innerhalb des 1. Halbjahres nach der Montage, frühestens aber nach der im Wartungspflichtenbuch festgelegten Anzahl Betriebsstunden, zu kontrollieren und ggf. nachzuspannen. Dem Ermüdungssicherheitsnachweis ist die nichtlineare Schraubenkraftfunktion $F_S = f(Z)$ zugrunde zu legen, aus der für vorgegebene Schwingbreiten ΔZ der Turmmantelkraft die ermüdungsrelevante Schwingbreite ΔF_S der Schraubenkraft abgelesen wird (siehe Bild 8).

ANMERKUNG 2:
Hierfür wird anstelle der Beanspruchungskollektive ggf. die vollständige Markow- oder Rainflow-Matrix benötigt.

Bei der Ermittlung der Schraubenkraftfunktion mit FEM sind die bei der Ausführung tolerierten Flanschklaffungen als Imperfektionen zu berücksichtigen.

Wird ein vereinfachtes Berechnungsmodell verwendet, das nur Schraubennormalkräfte liefert, so ist der Nachweis gegen Kerbfallklasse 36* zu führen, siehe Bild 9.

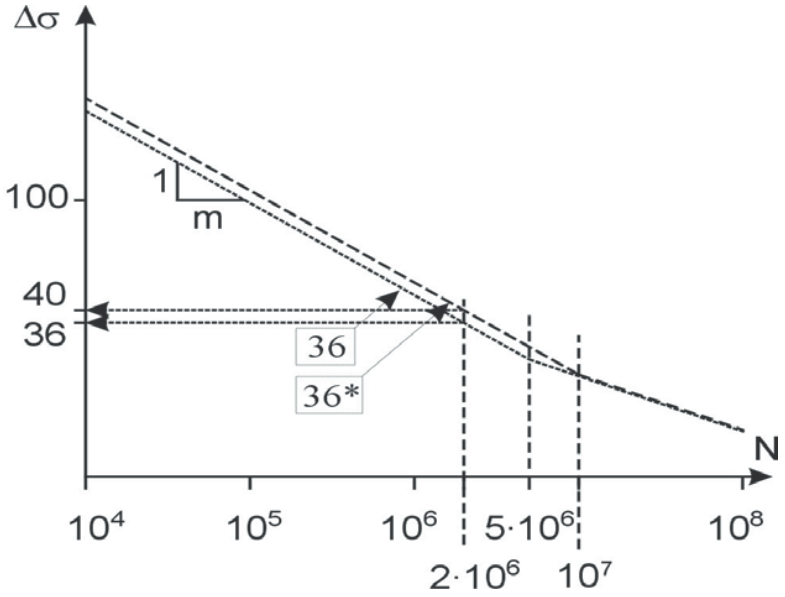
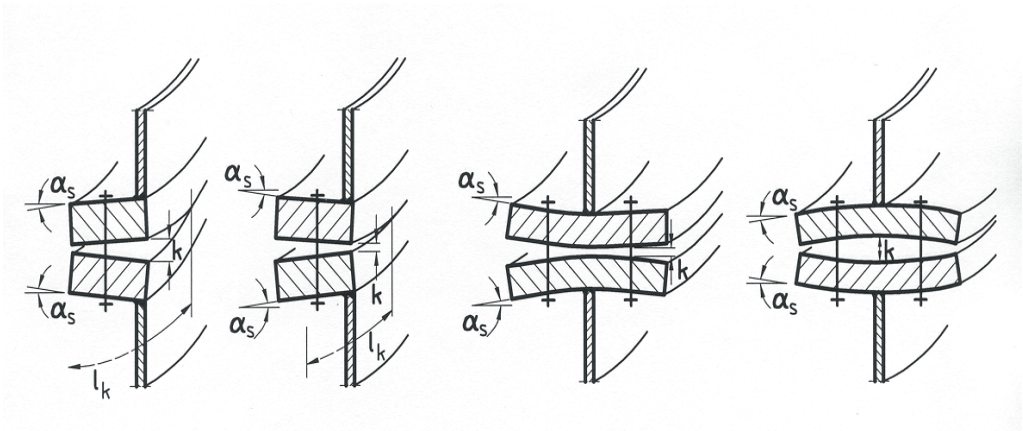


Bild 9: Kerbfallklassen für Schrauben

Bei Nichteinhalten der in den Ausführungsunterlagen angegebenen Grenzwerte für die Flanschklaffungen sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, z.B. Ausfuttern der schädigungsrelevanten Klaffungshohlräume vor dem Vorspannen. Wird der Grenzwert für die Neigung α_S nach dem Vorspannen überschritten, so sind anstelle der flachen Unterlegscheiben geeignete Keilscheiben ausreichender Härte einzubauen.

ANMERKUNG 3:
Schädigungsrelevant für die Ermüdungsbeanspruchung der Schrauben sind alle Flanschklaffungen k im Bereich der Turmwand (siehe Bild 10), insbesondere dann, wenn sie sich nur über einen Teil des Umfangs erstrecken. Dabei wächst der Schädigungseinfluss mit abnehmender Erstreckungslänge l_k über den Umfang, d. h. maßgebend ist das Verhältnis von k/l_k.



a) L-Flansch b) T-Flansch

Bild 10: Ringflanschverbindungen in stählernen Türmen

13.2 Öffnungen in der Wand von Stahlrohrtürmen

Im Allgemeinen muss die Beulsicherheit der Turmwand im Öffnungsbereich mit Hilfe von Finite-Elemente-Analysen nachgewiesen werden. Es ist ein „Numerisch gestützter Beulsicherheitsnachweis mittels globaler MNA- und LBA-Berechnung“ nach DIN EN 1993-1-6, 8.6, zu führen. Dabei ist der ideale Beulwiderstand R_{cr} aus einer geometrisch nichtlinearen elastischen Berechnung (GNA) zu ermitteln. Bei der Festlegung der maßgebenden Stelle für die Ermittlung des plastischen Referenzwiderstandes F_{Rpl} darf der engere Bereich um die Öffnung herum unberücksichtigt bleiben; dieser engere Bereich darf nicht breiter als 2 $(r \cdot t)^{0,5}$ angesetzt werden.

Im Bereich umlaufend randversteifter Öffnungen ohne vorgebundene Längssteifen ("Kragensteifen", siehe Bild 11a) darf der Beulsicherheitsnachweis vereinfacht wie für eine ungeschwächte Turmwand geführt werden, wenn anstelle der Bemessungsbeulspannungen nach DIN EN 1993-1-6 die reduzierte Bemessungsbeulspannung nach Gleichung (GL 15) verwendet wird:

$$\sigma_{xS,R,d} = C_1 \cdot \sigma_{x,Rd_{EC}} \qquad \text{(GL 15)}$$

Dabei ist:

$\sigma_{x,Rd_{EC}}$ Bemessungsbeulspannung nach DIN EN 1993-1-6

C_1 Reduktionsfaktor gemäß Gleichung (GL 16) zur Erfassung des Öffnungseinflusses.

$$C_1 = A_1 – B_1 \cdot (r/t) \qquad \text{(GL 16)}$$

mit A_1 und B_1 nach Tabelle 9

Tabelle 9: Beiwerte für Gleichung (GL 16)

Festigkeitsklasse	**S 235**		**S 355**	
Öffnungswinkel	A_1	B_1	A_1	B_1
$\delta = 20°$	1,00	0,0019	0,95	0,0021
$\delta = 30°$	0,90	0,0019	0,85	0,0021
$\delta = 60°$	0,75	0,0022	0,70	0,0024

δ ist der Öffnungswinkel in Umfangsrichtung

Die vorstehenden Regeln sind gültig für:

- Turmwände mit $(r/t) \leq 160$,
- Öffnungswinkel $\delta \leq 60°$,
- Öffnungsmaße $h_1 / b_1 \leq 3$,

sowie für Öffnungsrandsteifen,

- die mit konstantem Querschnitt um die ganze Öffnung laufen,
- deren Querschnittsfläche mindestens einem Drittel der Öffnungsfehlfläche entspricht, deren Querschnitt an den Öffnungslängsrändern mittig zur Wandmittelfläche angeordnet ist (siehe Bild 11b) und
- deren Querschnittsteile die maximalen c/t-Verhältnisse nach DIN EN 1993-1-1, Tabelle 5.2 für die Querschnittsklassen 2 unterschreiten.

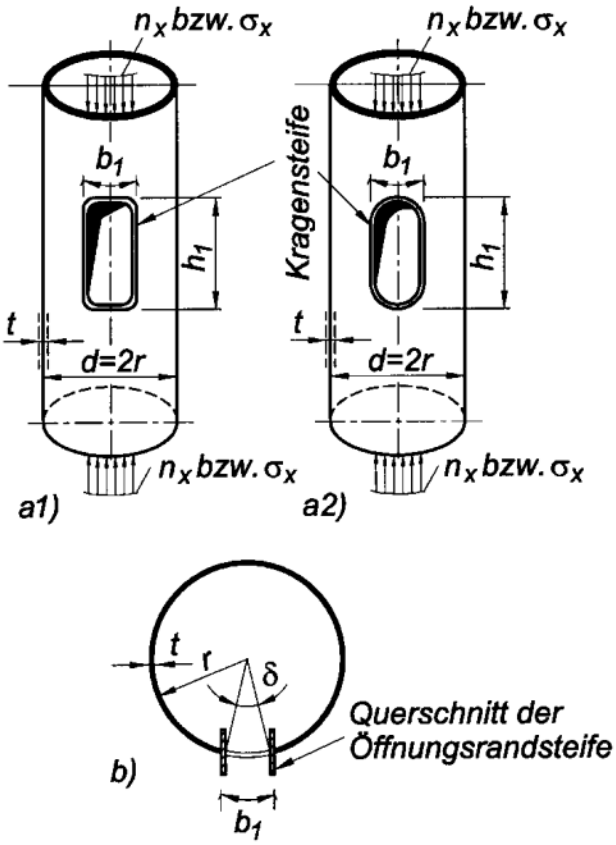


Bild 11: Öffnungen in der Wand von Stahlrohrtürmen

13.3 Scherbeanspruchte Schraubenverbindungen

Schraubenverbindungen bei Anschlüssen und Stößen von Bauteilen des Haupttragwerkes müssen als Scher-Lochleibungs-Passverbindungen (SLP, SLVP) oder als gleitfest planmäßig vorgespannte Verbindungen (GV, GVP) ausgeführt werden.

Bei SLP- und SLVP-Verbindungen sind für die gelochten Bauteile und die Schrauben die Nachweise nach den Abschnitten 11.1.2 und 11.1.4 zu führen.

Bei GV- und GVP-Verbindungen ist nachzuweisen, dass im Grenzzustand der Tragsicherheit die maximale auf eine Schraube in einer Scherfuge entfallene Kraft die Grenzgleitkraft nach Gleichung (GL 16) nicht überschreitet:

$$F_{s,Rd} = 0{,}9 \cdot \frac{\mu}{\gamma_{M,3}} \cdot F_{p,C^*} \qquad \text{(GL 17)}$$

Dies gilt im Allgemeinen nicht für geschraubte Ringflanschverbindungen.

Dabei ist:

F_{p,C^*} Regel-Vorspannkraft nach DIN EN 1993-1-8/NA Tabelle A.1 und A.2
Diese Vorspannkraft ist durch Überprüfung und ggf. Nachspannen innerhalb des 1. Halbjahres nach der Montage, jedoch nicht unmittelbar nach Inbetriebnahme, sicherzustellen.

$\mu \leq 0{,}5$ Reibungszahl für die Ausführung der Kontaktflächen nach DIN EN 1993-1-8, Tabelle 3.7 oder durch Versuche nach Bezugsnormengruppe 7 in DIN EN 1993-1-8, Absatz 1.2.7 (Verweis auf DIN EN 1090-2) für die jeweilige Reiboberfläche zu ermitteln

$\gamma_{M,3} = 1{,}25$ Sicherheitsbeiwert bei Einwirkungskombinationen der Gruppe N und den Betriebsbedingungen 1 bis 4 nach DIN EN 61400-1

$\gamma_{M,3} = 1{,}1$ Sicherheitsbeiwert bei allen anderen Einwirkungskombinationen

ANMERKUNG 1:
Bei Passverbindungen mit feuerverzinkten Bauteilen sind spezielle Korrosionsschutzmaßnahmen zu treffen.

Außerdem sind die Nachweise der Tragsicherheit für die gelochten Bauteile und die Schrauben hinsichtlich Abscheren und Lochleibung zu führen.

ANMERKUNG 2:
Durch diese Nachweise ist der Nachweis der Ermüdungssicherheit für die Schraube abgedeckt.

13.4 Stahlsortenauswahl

13.4.1 Einwirkungen für die Wahl der Stahlsorte

Das Auftreten der niedrigsten Bauteiltemperatur entspricht einer "außergewöhnlichen" Bemessungssituation, d. h. die Schnittgrößen zur Bestimmung der maßgebenden Spannungen sind mit dem Lastfall D.2 (häufige Lasten) zu bestimmen, siehe auch DIN EN 1993-1-10, Absatz 2.2 (4).

Windenergieanlagen sind für die Ermittlung der Bezugstemperatur T_{Ed} wie Brücken einzuordnen. Gemäß DIN EN 1993-1-10/NA kann damit angesetzt werden:

$T_{Ed} = -30°C$

Temperaturverschiebungen infolge Kaltumformung und erhöhter Dehnungsgeschwindigkeit können i. A. vernachlässigt werden.

Der Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkungen ist jeweils $\gamma_F = 1{,}0$.

Das maßgebende Spannungsniveau σ_{Ed} ist als Nennspannung im maßgebenden Querschnitt und Tragwerksteil an der Stelle der erwarteten Rissentstehung (z.B. in umlaufenden Kragenversteifungen) zu ermitteln. In der Anwendung kommt der anerkannte Stand der Technik zum Tragen, nach dem Spannungsüberhöhungen an Öffnungen und Turmkopf (und ggf. anderen relevanten Strukturdetails) nicht gesondert berücksichtigt werden.

13.4.2 Maßgebende Erzeugnisdicke bei Ringflanschverbindungen

Die maßgebende Erzeugnisdicke ist für Ringflansche wie folgt zu wählen:

- Bei Ringflanschen mit Ansatz (Vorschweißflansch) die Blechdicke der anschließenden Turmwand (b gemäß Bild 12); der Abstand vom Schweißnahtübergang einschließlich des Übergangsradius (l + r gemäß Bild 12) muss dabei mindestens der halben anschließenden Blechdicke entsprechen, ansonsten ist der Flansch als "ohne Ansatz" zu bewerten.

Zusätzlich ist bei geschweißten Ringflanschen die Erzeugnisdicke des Flansches (t_{ges} gemäß Bild 12) mit dem Spannungsniveau $\sigma_{Ed} = 0{,}25\ f_y(t)$ zu bewerten. Dieser zusätzliche Nachweis darf für nahtlos hergestellte oder mit Abbrennstumpf-Verfahren geschweißte Ringflansche entfallen.

- Bei Ringflanschen ohne Ansatz die Dicke ($t_f = t_{ges}$ gemäß Bild 12) des Ringflansches.

13.4.3 Auswahl der Stahlsorten im Hinblick auf Eigenschaften in Dickenrichtung

Bei Blechen, die quer zur Erzeugungsrichtung beansprucht werden, ist eine Z-Güte nach DIN EN 1993-1-10, Kapitel 3, nachzuweisen.

Bei aus Blechen hergestellten Flanschen (Blechdicke = Flanschhöhe t_f bzw. t_{ges} gemäß Bild 12) kann ein Vorschweißflansch hierbei nur dann günstig wirkend angesetzt werden, wenn der Abstand vom Schweißnahtübergang zum Auslauf des Übergangsradius (l gemäß Bild 12) dabei mindestens der halben anschließenden Blechdicke (b gemäß Bild 12) entspricht.

Bei aus Blechen hergestellten Flanschen, die längs zur Erzeugungsrichtung beansprucht werden (Blechdicke = Flanschbreite b_{ges} gemäß Bild 12), sowie bei Flanschen, die aus einem nahtlos gewalzten Ring oder aus einem allseitig gewalzten Stab hergestellt werden, braucht eine Z-Güte nach DIN EN 1993-1-10 nicht nachgewiesen zu werden.

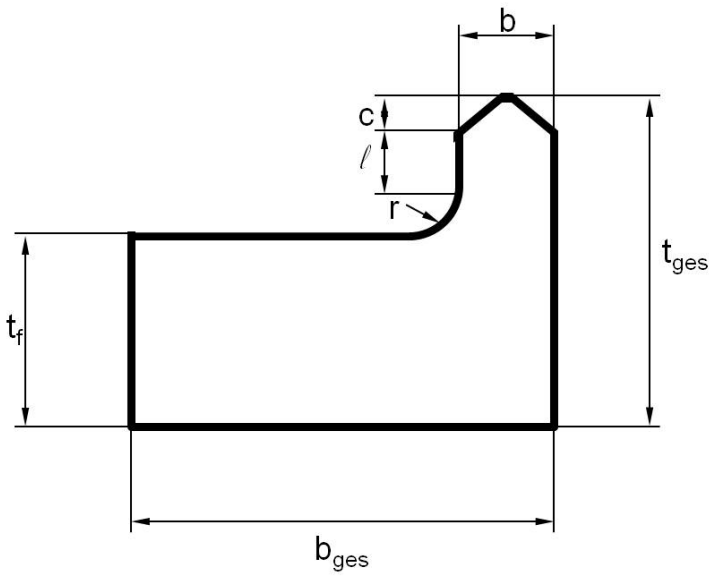


Bild 12: Flanschbezeichnungen am Beispiel eines L-Flansches

t_f	Flanschdicke
t_{ges}	Gesamte Flanschdicke einschließlich Vorschweißflansch
b_{ges}	Flanschbreite
r	Übergangsradius
c	Flankenhöhe der Schweißnahtvorbereitung
b	Ansatzdicke (in der Regel gleich der Blechdicke des anschließenden Bleches)
l	Abstand vom Übergangsradius zur Schweißnahtvorbereitung (= $t_{ges} - t_f - r - c$)

14 Bauabnahme und Inbetriebnahme

Vor Inbetriebnahme ist im Rahmen der Bauüberwachung und/oder Bauzustandsbesichtigung seitens der zuständigen Bauaufsicht oder des Prüfingenieurs zu bescheinigen, dass die Windenergieanlage nach den geprüften bautechnischen Unterlagen errichtet worden ist. Der Umfang der Maßnahmen zur Überprüfung und Überwachung kann den „Empfehlungen für die Bauüberwachung von Windenergieanlagen“ des Bauüberwachungsvereins BÜV entnommen werden. Die Abnahme der Maschine ist nicht Gegenstand dieser Empfehlungen und erfolgt auf der Grundlage der gutachterlichen Stellungnahmen zur Maschine (siehe Abschnitt 3, Ziff. I).
Gegebenenfalls sind Bauüberwachung und Prüfungen durch Sachverständigen-Organisationen nach VAwS auf der Grundlage der gutachterlichen Stellungnahme zum anlagenbezogenen Gewässerschutz zu beachten.

15 Wiederkehrende Prüfungen

15.1 Allgemeines

Wiederkehrende Prüfungen sind in regelmäßigen Intervallen durch Sachverständige an Maschine und Rotorblättern sowie an der Tragstruktur (Turm und zugängliche Bereiche der Fundamente) durchzuführen. Die Prüfintervalle hierfür ergeben sich aus den gutachterlichen Stellungnahmen zur Maschine (siehe Abschnitt 3, Ziff. I). Sie betragen höchstens 2 Jahre, dürfen jedoch auf vier Jahre verlängert werden, wenn durch von der Herstellerfirma autorisierte Sachkundige eine laufende (mindestens jährliche) Überwachung und Wartung der Windenergieanlage durchgeführt wird.

15.2 Umfang der Wiederkehrenden Prüfung

Die Maschine einschließlich der elektrotechnischen Einrichtungen des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems sowie der Rotorblätter ist im Hinblick auf einen mängelfreien Zustand zu untersuchen. Dabei müssen die Prüfungen nach den Vorgaben in dem begutachteten Wartungspflichtenbuch und ggf. weiteren Auflagen in den übrigen Gutachten durchgeführt werden (siehe Abschnitt 3, Ziff. I).

Es ist sicherzustellen, dass die sicherheitsrelevanten Grenzwerte entsprechend den begutachteten Ausführungsunterlagen eingehalten werden.

Für den Turm und das Fundament (Fundamentkeller und Sockel) ist mindestens eine Sichtprüfung durchzuführen, wobei die einzelnen Bauteile aus unmittelbarer Nähe zu untersuchen sind.

Es ist zu prüfen, ob die Turmkonstruktion im Hinblick auf die Standsicherheit Schäden (z.B. Korrosion, Risse, Abplatzungen in den tragenden Stahl- bzw. Betonkonstruktionen) oder unzulässige Veränderungen gegenüber der genehmigten Ausführung (z.B. bezüglich der Vorspannung der Schrauben, der zulässigen Schiefstellung, der erforderlichen Erdauflast auf dem Fundament) aufweist.

Bei planmäßig vorgespannten Schrauben ist mindestens eine Sicht- und Lockerheitskontrolle durchzuführen.

15.3 Unterlagen der zu prüfenden Windenergieanlage

Für die Wiederkehrende Prüfung sind mindestens die folgenden Unterlagen einzusehen:

- Wartungspflichtenbuch
- Prüfberichte der bautechnischen Unterlagen für Turm und Gründung
- Maschinengutachten

- Auflagen im Lastgutachten
- Auflagen im Bodengutachten
- Baugenehmigungsunterlagen

- Bedienungsanleitung
- Inbetriebnahmeprotokoll
- Berichte der früheren Wiederkehrenden Prüfungen und der Überwachungen und Wartungen
- Dokumentation von Änderungen und ggf. Reparaturen an der Anlage und ggf. Genehmigungen

15.4 Maßnahmen

15.4.1 Reparaturen

Für die vom Sachverständigen festgestellten Mängel ist ein Zeitrahmen für eine fachgerechte Reparatur vorzugeben.

Die Reparatur muss vom Hersteller der Windenergieanlage, von einer vom Hersteller autorisierten oder von einer auf diesem Gebiet spezialisierten Fachfirma, die über alle notwendigen Kenntnisse, Unterlagen und Hilfsmittel verfügt, durchgeführt werden.

15.4.2 Außerbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme

Bei Mängeln, die die Standsicherheit der Windenergieanlage ganz oder teilweise gefährden oder durch die unmittelbare Gefahren von der Maschine und den Rotorblättern ausgehen können, ist die Anlage unverzüglich außer Betrieb zu setzen.

Die Wiederinbetriebnahme nach Beseitigung der Mängel setzt die Freigabe durch den Sachverständigen voraus.

15.5 Dokumentation

Das Ergebnis der Wiederkehrenden Prüfung ist in einem Bericht festzuhalten, der mindestens die folgenden Informationen enthalten muss:

- Prüfender Sachverständiger
- Hersteller, Typ und Seriennummer der Windenergieanlage sowie der Hauptbestandteile (Rotorblätter, Getriebe, Generator, Turm)
- Standort und Betreiber der Windenergieanlage
- Gesamtbetriebsstunden
- Windgeschwindigkeit und Temperatur am Tag der Prüfung
- Anwesende bei der Prüfung
- Beschreibung des Prüfungsumfanges
- Prüfergebnis und ggf. Auflagen

Über durchgeführte Reparaturen aufgrund von standsicherheitsrelevanten Auflagen ist ein Bericht anzufertigen.

Diese Dokumentation ist vom Betreiber über die gesamte Nutzungsdauer der Windenergieanlage aufzubewahren.

16 Standorteignung von Windenergieanlagen

Voraussetzung für eine Prüfung der Standorteignung ist, dass für die Anlage eine Typenprüfung bzw. eine Einzelprüfung vorliegt.

16.1 Bestehende Anlagen im Falle einer Parkerweiterung/Parkänderung

Für bestehende Anlagen, denen die DIBt-Richtlinie für Windkraftanlagen (Fassung 1995) oder DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen (Fassung 2004) zugrunde liegt, darf im Falle einer Parkänderung der Nachweis der Standorteignung auch weiterhin nach dem Verfahren gemäß DIBt-Richtlinie 2004 geführt werden.

16.2 Neuanlagen

Der Ermittlung der Standortbedingungen ist eine Standortbesichtigung zu Grunde zu legen. Anwendung sollten hierbei einschlägige Richtlinien finden. Für den Nachweis der Standorteignung von Windenergieanlagen in Windparks wird das folgende Verfahren alternativ zur DIN EN 61400-1:2011-08 empfohlen.

a. Folgende Angaben auf Nabenhöhe werden für einen Nachweis der Standorteignung benötigt:

i. Mittlere Windgeschwindigkeit (v_{ave})

ii. Formparameter der Weibull-Funktion (k)

iii. Mittlerer Höhenexponent (α)

iv. Mittlere Luftdichte (ρ)

v. Mittlere Turbulenzintensität sowie die Standardabweichung der Turbulenzintensität bei 15 m/s (zur Ermittlung der charakteristischen oder repräsentativen Turbulenzintensität).

vi. 50-Jahreswindgeschwindigkeit ($v_{m50}(h)$) gemäß Windzonenkarten bzw. ermittelt z.B. nach Gumbel-Methode[11], sofern erforderlich (dies ist z.B. der Fall, wenn die Anlage in einer höheren Windzone als in der Typenprüfung bzw. Einzelprüfung abgedeckt errichtet werden soll)

vii. Windrichtungsverteilung der zu betrachtenden Anlagen

b. Anhand der in 16.2.a genannten Angaben wird ein vereinfachter Vergleich durchgeführt. Werden die folgenden Bedingungen erfüllt, kann die Standorteignung der WEA bestätigt werden.

i. Vergleich mittlere Windgeschwindigkeit

(1) Mittlere Windgeschwindigkeit am Standort ist um mindestens 5% kleiner als gemäß Typen-/Einzelprüfung oder

(2) Mittlere Windgeschwindigkeit am Standort ist kleiner als gemäß Typen-/Einzelprüfung und Formparameter k der Weibull-Funktion ist größer gleich 2.

ii. Vergleich der effektiven Turbulenzintensität nach DIN EN 61400-1:2011-08 zwischen 0.2 $v_{m50}(h)$ und 0.4 $v_{m50}(h)$ der Auslegungsturbulenz NTM

iii. Vergleich der 50-Jahreswindgeschwindigkeit:

(1) Windzone gemäß Typen-/Einzelprüfung deckt die Windzone des betrachteten Standortes gemäß Windzonenkarte ab (die detaillierten Regelungen gemäß DIN EN 1991-1-4, Absatz 4.3.3 einschließlich NA für nicht ebene Geländelagen sind ggf. zu beachten) oder

[11] European Wind Turbines Standards II oder Harris I, “Gumbel revisited: A new look at extreme value statistics applied to wind speeds”, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 59, 1996

(2) 50-Jahreswindgeschwindigkeit ($v_{m50}(h)$) gemäß Typen-/Einzelprüfung deckt die 50-Jahreswindgeschwindigkeit am Standort ab (siehe 16.2.a.vi)

c. Wird eine der Bedingungen nicht erfüllt, kann unter Berücksichtigung aller Angaben in 16.2.a. wie folgt verfahren werden:

i. Wenn die Bedingungen 16.2.b.i oder 16.2.b.ii nicht erfüllt sind, kann die Standorteignung auf Basis eines Lastvergleiches der Betriebsfestigkeitslasten (Vergleich der standortspezifischen Lasten zu den Lastannahmen der Typen-/Einzelprüfung) nachgewiesen werden. Um diesen Nachweis zu führen, müssen die effektiven Turbulenzen mindestens von v_{in} bis 0.4 $v_{m50}(h)$ vorliegen. Die Turbulenzintensität für Windgeschwindigkeiten, die im Gutachten nicht abgedeckt sind, müssen für die Bestimmung der Betriebsfestigkeitslasten als konstant mit dem Wert für die größte ermittelte Windgeschwindigkeit angenommen werden.

ii. Wenn die Bedingung 16.2.b.iii nicht erfüllt ist, kann die Standorteignung auf Basis eines Lastvergleiches der Extremlasten (Vergleich der standortspezifischen Lasten zu den Lastannahmen der Typen-/Einzelprüfung) nachgewiesen werden.

Einflüsse durch Geländerauhigkeit und Topographie sind in der Beurteilung entsprechend zu berücksichtigen. Das Verfahren kann für alle Standorte angewendet werden, die als nicht topografisch komplex zu bezeichnen sind. Die topografische Komplexität kann hierbei durch das Verfahren nach DIN EN 61400-1:2011-08 bestimmt werden.

17 Weiterbetrieb von Windenergieanlagen

17.1 Anwendung der "Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen"[12] – Beurteilung von Turm und Gründung

Mit der „Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen“ besteht die Möglichkeit einer Bewertung von Windenergieanlagen hinsichtlich ihres Weiterbetriebs nach Ablauf der Entwurfslebensdauer, die im Rahmen dieser Richtlinie i. d. R. mit 20 Jahren angenommen wird.

Die in der "Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen" festgelegten Prüfmethoden ermöglichen die Beurteilung für den Weiterbetrieb der Windenergieanlage gemäß dem aktuellen Stand der Technik. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Sicherheit bezüglich der Aussage zur Standsicherheit von Umfang und Auswahl der Prüfmethoden und der mit der Probenahme, Durchführung und Bewertung beauftragten Sachverständigen abhängt.

Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Vorgehensnachweise, die analytische und die praktische Methode.

Die analytische Methode ist eine Prüfung durch Neuberechnung der Windenergieanlage unter Berücksichtigung der standortspezifischen Anlage und deren lokalen Randbedingungen.

Die praktische Methode ist eine Prüfung durch Inspektion der Windenergieanlage, dies beinhaltet sowohl die visuelle Inspektion als auch zerstörungsfreie Prüfmethoden und, falls erforderlich, auch eine Probenahme aus dem Tragwerk.

Abweichend von der "Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen" gilt:

12 Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH: Richtlinie für den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen, in : IV Vorschriften und Richtlinien Industriedienste, 1 Windenergie, Ausgabe 2009, Germanischer Lloyd, Hamburg

- Die praktische Methode ist durch zusätzliche statische Berechnungen unter Einbeziehung des derzeit geltenden Regelwerks zu belegen (hiermit ist nicht die analytische Methode gemeint).
- Die analytische Methode muss durch zusätzliche repräsentative Materialprüfungen am Turm und eine Begutachtung der Gründung unterstützt werden.

17.2 Sachverständige

Alle im Rahmen der Beurteilung auf Weiterbetrieb gemäß dieser Richtlinie anfallenden Inspektionen der WEA sowie Beurteilungen von Lasten und/oder Komponenten der WEA müssen von geeigneten unabhängigen Sachverständigen für Windenergieanlagen durchgeführt werden.

Die für die Beurteilung zum Weiterbetrieb von Windenergieanlagen eingeschalteten Sachverständigen müssen eine entsprechende Ausbildung haben und die fachlichen Anforderungen für die Beurteilung der Gesamtanlage erfüllen. Eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17020 oder DIN EN ISO 17065 oder gleichwertig ist erforderlich.

Die Beurteilung der Anforderungen des anlagenbezogenen Gewässerschutzes und deren Umsetzung erfolgt durch eine Sachverständigen-Organisation nach VAwS (Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen).

18 In Bezug genommene Normen

DIN 1054:2010-12	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
DIN 1055-5:2005-07	Einwirkungen auf Tragwerke Teil 5: Schnee- und Eislasten
DIN 4017:2006-03	Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen
DIN EN 1090-2:2011-10	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-2:2008 + A1:2011
DIN EN 1991-1-1:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009
DIN EN 1991-1-3:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003 + AC:2009
DIN EN 1991-1-4:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
DIN EN 1992-1-1:2011-01	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1: 2004 + AC:2010
DIN EN 1993-1-1:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009
DIN EN 1993-1-6:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen; Deutsche Fassung EN 1993-1-6:2007 + AC:2009
DIN EN 1993-1-8:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009
DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauteilen - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
DIN EN 1993-1-9:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung; Deutsche Fassung EN 1993-1-9:2005 + AC: 2009
DIN EN 1993-1-10:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung; Deutsche Fassung EN 1993-1-10: 2005 + AC:2009

DIN EN 1993-1-10/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauteilen - Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung
DIN EN 1993-3-2:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 3-2: Türme, Maste und Schornsteine - Schornsteine; Deutsche Fassung EN 1993-3-2:2006
DIN EN 1997-1:2009-09	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009
DIN EN 1998-1:2010-12	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009
DIN EN 1998-1/NA:2011-01	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau
DIN EN 13670:2011-03	Ausführung von Tragwerken aus Beton; Deutsche Fassung EN 13670:2009
DIN EN 45011-1998-03	Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Produktzertifizierungssysteme betreiben (ISO/IEC Guide 65:1996); Dreisprachige Fassung EN 45011:1998
DIN EN 61400-1:2004-08	Windenergieanlagen - Teil 1: Sicherheitsanforderungen (IEC 61400-1:1999, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61400-1: 2004
DIN EN 61400-1 Berichtigung 1:2005-12	Windenergieanlagen - Teil 1: Sicherheitsanforderungen (IEC 61400-1:1999, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61400-1: 2004
DIN EN 61400-1:2006-07	Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005
DIN EN 61400-1:2011-08	Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1: 2005 + A1:2010
DIN EN 61400-2:2007-02	Windenergieanlagen - Teil 2: Sicherheit kleiner Windenergieanlagen (IEC 61400-2:2006); Deutsche Fassung EN 61400-2:2006
IEC/TS 61400-13:2001-06	Windenergieanlagen - Teil 13: Messung von mechanischen Lasten
DIN EN ISO/IEC 17020:2012-07	Konformitätsbewertung - Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen (ISO/IEC 17020:2012); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17020:2012
DIN EN ISO/IEC 17065:2013-01	Konformitätsbewertung - Anforderungen an Stellen, die Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zertifizieren (ISO/IEC 17065:2012); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17065:2012

Anhang A
(Informativ)

Tabelle: Vergleich der Windgeschwindigkeitsbezeichnungen verschiedener Normen und Richtlinien (Informativ)

Bezeichnung	Beschreibung	Mittelungs-intervall	Bezugs-höhe	Wiederkehr-periode N	DIN EN 61400-1	DIN EN 1991-1-4/NA	DIBt 2015
					Formelzeichen	Formelzeichen	Formelzeichen
Bezugswind-geschwindigkeit	Grundlagenparameter zur Definition der Typklassen. Weitere relevante Auslegungsparameter werden hiervon abgeleitet. 10-min-Mittelwert der extremen Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe	10 Minuten	Naben-höhe h	50 Jahre	v_{ref}	- / -	- / -
Grundwert der Basiswind-geschwindigkeit	Grundlagenparameter zur Festlegung der Windgeschwindigkeit abhängig von der Windzone der WEA	10 Minuten	10m	50 Jahre	- / -	$v_{b,0}$	- / -
Basiswind-geschwindigkeit	Grundlagenparameter zur Festlegung der Windgeschwindigkeit abhängig von der Windzone unter Berücksichtigung von Richtung und Jahreszeit	10 Minuten	10m	50 Jahre	- / -	v_b = $v_{b,0}$ X c_{dir} X c_{season} = $v_{b,0}$ (siehe DIN EN 1991-1-4/NA)	v_b
50-Jahreswind	Extreme mittlere Wind-geschwindigkeit in Nabenhöhe	10 Minuten	Naben-höhe h	50 Jahre	$v_{50}(h) = v_{rev}$	$v_m(h)$	$v_{m50}(h)$
1-Jahreswind	Extreme mittlere Wind-geschwindigkeit in Nabenhöhe	10 Minuten	Naben-höhe h	1 Jahr	$v_1(h) = 0.8\ v_{50}(h)$	$v_m(h)$ x c_{prob} (1 Jahr)	$v_{m1}(h)$ = 0,8 $v_{m50}(h)$
50-Jahresbö	Extremwert der Windgeschwindigkeit gemittelt über 3 Sekunden	3 Sekunden	Naben-höhe h	50 Jahre	v_{e50}	$v_p(h)$	$v_{p50}(h)$
1-Jahresbö	Spitzenwert bzw. Extremwert der Windgeschwindigkeit gemittelt über 3 Sekunden	3 Sekunden	Naben-höhe h	1 Jahr	v_{e1}	$v_p(h)$ x c_{prob} (1 Jahr)	$V_{p1}(h)$ = 0,8 $v_{p50}(h)$

56

Bezeichnung	Beschreibung	Mittelungs-intervall	Bezugs-höhe	Wiederkehr-periode N	DIN EN 61400-1	DIN EN 1991-1-4/NA	DIBt 2015
					Formelzeichen	Formelzeichen	Formelzeichen
Jahresmittelwert der Wind-geschwindigkeit	Mittelwert über mindestens 1 Jahr	>1a	Naben-höhe h	- / -	v_{ave} entsprechend Typenklasse	- / -	v_{av} = 0,18 x $v_{m50}(h)$ oder 0,20 x $v_{m50}(h)$
Bemessungswind-geschwindigkeit / Nennwind-geschwindigkeit	Windgeschwindigkeit, bei der die Bemessungsleistung / Nennleistung der WEA erreicht wird	10 Minuten	Naben-höhe h	- / -	v_r	- / -	v_r

Impressum

Herausgeber:
Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)
vertreten durch den Präsidenten Gerhard Breitschaft
Kolonnenstraße 30 B
10829 Berlin
DEUTSCHLAND

Telefon: +49 (0)30 / 78730 0
Telefax: +49 (0)30 / 78730 320
E-Mail: dibt@dibt.de
www.dibt.de

Verantwortlich:
Dr.-Ing. Doris Kirchner
Telefon: +49 (0)30 / 78730 423
E-Mail: dki@dibt.de

Erscheinungshinweis:
Diese Publikation wird im Internet unter www.dibt.de veröffentlicht und ist kostenfrei verfügbar.
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Herausgebers.

DEUTSCHE NORM Juni 2015

DIN EN 13782

DIN

ICS 91.040.99

Ersatz für
DIN EN 13782:2006-05

Fliegende Bauten – Zelte – Sicherheit; Deutsche Fassung EN 13782:2015

Temporary structure – Tents – Safety; German version EN 13782:2015

Structures temporaires – Tentes – Sécurité; Version allemande EN 13782:2015

Gesamtumfang 39 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13782:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 152 „Fliegende Bauten auf Veranstaltungsplätzen und in Vergnügungsparks — Sicherheit" erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-11-15 AA „Fliegende Bauten, Jahrmarkt- und Freizeitparkmaschinen, -geräte und -bauten; Sicherheit" im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13782:2006-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) der Anwendungsbereich wurde angepasst;

b) die normativen Verweisungen wurden aktualisiert;

c) technische Ergänzungen unter Berücksichtigung der Eurocodes wurden vorgenommen;

d) die Schreibweise der Begriffe und Formeln wurden an die Eurocodes angepasst;

e) die Abschnitte wurden neu strukturiert und inhaltlich entsprechend zusammengefasst;

f) nicht technische Hinweise zu Prüf- und Genehmigungsvorgängen sind jetzt im informativen Anhang enthalten;

g) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 4112: 1938x-05, 1960-03, 1983-02
Beiblatt zu DIN 4112: 1962-10
DIN 4112/A1: 2006-03
DIN EN 13782: 2006-05

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 13782

April 2015

ICS 91.040.99

Ersatz für EN 13782:2005

Deutsche Fassung

Fliegende Bauten — Zelte — Sicherheit

Temporary structure — Tents — Safety

Structure temporaire — Tentes — Sécurité

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 5. März 2015 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 des CEN-CENELEC 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2015 CEN Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den nationalen Mitgliedern von CEN vorbehalten.

Ref. Nr. EN 13782:2015 D

DIN EN 13782:2015-06
EN 13782:2015 (D)

Inhalt

Seite

Vorwort 4

Einleitung 5

1 Anwendungsbereich 6

2 Normative Verweisungen 6

3 Begriffe 7

4 Allgemeine Anforderungen an Konstruktion, rechnerische Nachweise und Überprüfung 7
4.1 Bautechnische Unterlagen 7
4.2 Bau- und Betriebsbeschreibung 8
4.3 Konstruktionszeichnungen 8

5 Auswahl der Werkstoffe 8
5.1 Allgemeines 8
5.2 Auswahl von Verkleidungsmaterialien 8
5.3 Verbindung von Verkleidungsmaterialien 9

6 Grundsätze für die rechnerischen Nachweise 9
6.1 Allgemeines 9
6.2 Nachweise 9

7 Einwirkungen 10
7.1 Allgemeines 10
7.2 Ständige Einwirkungen 10
7.3 Ersatzlast 10
7.4 Veränderliche Einwirkungen 10
7.4.1 Nutzlasten 10
7.4.2 Windlasten 11
7.4.3 Schneelasten 14
7.4.4 Erdbebenlasten 14
7.5 Lastkombinationen 14

8 Standsicherheitsnachweise 15
8.1 Allgemeines 15
8.2 Nachweise gegen Kippen, Gleiten und Abheben 15
8.2.1 Allgemeines 15
8.2.2 Kippsicherheit 16
8.2.3 Gleitsicherheit 16
8.2.4 Abhebesicherheit 17
8.3 Eigengewicht bei Zeltverkleidungen 17
8.4 Konstruktionen mit Primärtragwerk 17
8.4.1 Einbauten als Ballastierung zum Schutz gegen Windsoglasten 17
8.4.2 Windverbände 17
8.4.3 Windbedingte Kräfte der Verkleidungen auf die Konstruktion 18
8.5 Membran- und Mastzelte 18
8.5.1 Allgemeines 18
8.5.2 Vorspannung 19
8.5.3 Konstruktive Gestaltung der Membran 19
8.6 Überprüfung der Tragfähigkeit technischer Textilien und deren Verbindungen 19
8.7 Sicherheitsabstände, Sicherungen 20
8.8 Nachspannen 21

9 Bodenverankerung 21
9.1 Allgemeines 21
9.2 Tragfähigkeit von Gewichtsankern 21
9.3 Tragfähigkeit von Stabankern 21
9.4 Probebelastungen am Standort 24
9.5 Berechnung der Tragfähigkeit 24
9.6 Weitere Anforderungen 24
9.7 Unterpallungen 25

10 Sonstige Bauteile 25
10.1 Allgemeines 25
10.2 Bemessungswert der Beanspruchbarkeit 26
10.3 Kunstfaserseile 26
10.4 Ratschen 26

11 Herstellung und Lieferung 27
11.1 Allgemeines 27
11.2 Bescheinigungen 27
11.3 Einhaltung der Konstruktionsspezifikation 27
11.4 Beschreibung der Montage- und Betriebsabläufe 27

12 Spezielle Kriterien für Konstruktion und Fertigung 27

Anhang A (informativ) Druckbeiwerte für geschlossene runde Zeltkonstruktionen 28

Anhang B (informativ) Spezielle Kriterien für Konstruktion und Fertigung und Betrieb 30
B.1 Allgemeines 30
B.2 Rettungswege 30
B.2.1 Allgemeine Empfehlungen 30
B.2.2 Gestaltung der Notausgänge 30
B.2.3 Führung der Rettungswege 30
B.3 Treppen 31
B.4 Brandverhalten 31
B.5 Textilverbindungen 31
B.6 Heiz- und Kochsysteme 32
B.7 Elektrische Einrichtungen 32
B.8 Feuerlöscher 32

Anhang C (informativ) Prüfung und Zulassung 33
C.1 Prüfung 33
C.1.1 Allgemeines 33
C.1.2 Qualifikation 33
C.2 Verfahren für Untersuchung, Prüfung und Zulassung 33
C.2.1 Allgemeines 33
C.2.2 Kennzeichnung 34
C.2.3 Erstprüfung der Zeltkonstruktionen 34
C.2.4 Untersuchungen nach Reparatur, Änderung und Unfällen 35
C.2.5 Berichte 35
C.3 Prüfbuch (Zeltbuch) 35
C.3.1 Allgemeines 35
C.3.2 Inhalt 35
C.4 Wiederkehrende Hauptuntersuchung 35
C.5 Gebrauchsabnahme 36
C.5.1 Allgemeines 36
C.5.2 Umfang der Gebrauchsabnahme 36

Literaturhinweise 37

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13782:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 152 „Fliegende Bauten auf Veranstaltungsplätzen und in Vergnügungsparks — Sicherheit" erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2015, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2015 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 13782:2005.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zu EN 13782:2005 sind:

a) die Abschnitte wurden neu strukturiert und inhaltlich entsprechend zusammengefasst;

b) technische Ergänzungen unter Berücksichtigung der Eurocodes;

c) Anpassungen an die Schreibweise der Eurocodes;

d) redaktionelle Änderungen.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Gegenstand dieser Europäischen Norm ist die Festlegung von Sicherheitsanforderungen für Zeltkonstruktionen. Ziel dieser Sicherheitsanforderungen ist es, Personen und Sachen gegen Schäden zu schützen, die durch die Konstruktion, die Herstellung und den Betrieb dieser Zeltkonstruktionen verursacht werden.

Dieser Leitfaden wurde auf der Grundlage von bisherigen Erfahrungen und Risikoanalysen erstellt.

Vorhandene nationale Regeln zu Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz bleiben davon unberührt.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Sicherheitsanforderungen fest, die bei der Konstruktion, Berechnung, Fertigung, Montage und Wartung von mobilen, vorübergehend aufgebauten Zeltkonstruktionen mit einer Grundfläche von mehr als 50 m^2 beachtet werden müssen.

Diese Europäische Norm gilt auch für Gruppen von üblicherweise nicht durch diese Norm abgedeckten kleinen Zelten, wenn diese nahe beieinander aufgebaut werden und die Gesamtfläche der Zeltgruppe mehr als 50 m^2 beträgt.

ANMERKUNG Informationen zu Prüfung und Zulassung sind im informativen Anhang C angegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 818 (alle Teile), *Kurzgliedrige Rundstahlketten für Hebezwecke — Sicherheit*

EN 1090 (alle Teile), *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken*

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991-1-1, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke — Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*

EN 1991-1-3, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen — Schneelasten*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

EN 1997-1, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

EN 10204:2004, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12385-1, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 12385-2, *Stahldrahtseile — Sicherheit — Teil 2: Begriffe, Bezeichnung und Klassifizierung*

EN 12385-3, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 3: Informationen für Gebrauch und Instandhaltung*

EN 12385-4, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 4: Litzenseile für allgemeine Hebezwecke*

EN 15619, *Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien — Sicherheit Fliegender Bauten (Zelte) — Spezifikation für beschichtete Textilien für Zelte und zugehörige Bauten*

ISO 2602, *Statistical interpretation of test results — Estimation of the mean — Confidence interval*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1
Zelt
Zeltkonstruktion
wiederholt zu errichtender Fliegender Bau mit einer Hülle aus Planen (textile Flächengebilde, Folien) oder teilweise auch aus festen Bauteilen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Fliegender Bau kann in geschlossener oder offener Bauart ausgeführt werden, d. h. als Zelt, Zelthalle, Stand.

3.1.1
Zelt mit Primärtragwerk
Tragwerk mit raumabschließenden Elementen

BEISPIEL Primärtragwerke können Dächer, Rahmen oder Ständerbauten sein.

3.1.2
Membranzelt
Zelt mit einer lastabtragenden vorgespannten textilen Konstruktion in doppelt gekrümmter Form, die von Masten und/oder Seilen gehalten wird

3.1.3
Mastzelt
Zelt mit zentralen Stützmasten, bei dem die Zeltplane durch Abspannung stabilisiert wird

3.2
Erstzulassung
Prüfung der bautechnischen Unterlagen und Berechnungen, Nachweise und durchgeführte Versuche, die zum Betrieb des Zelts erforderlich sind

3.3
Änderung
jede Veränderung an einer Zeltkonstruktion, die zu einer Abweichung von der ursprünglichen Konstruktion führt

3.4
Reparatur
Instandsetzung abgenutzter, beschädigter oder gealterter Bauteile entsprechend den ursprünglichen bautechnischen Unterlagen

3.5
Wartung
Austausch von Bauteilen, die in bestimmten Abständen ausgetauscht werden müssen

4 Allgemeine Anforderungen an Konstruktion, rechnerische Nachweise und Überprüfung

4.1 Bautechnische Unterlagen

Die bautechnischen Unterlagen müssen alle für den Nachweis der Stand- und Betriebssicherheit sowie der Beanspruchbarkeit erforderlichen Unterlagen enthalten, insbesondere eine Bau- und Betriebsbeschreibung, der Standsicherheitsnachweis und die Konstruktionszeichnungen sowie zugehörige Unterlagen zum Brandverhalten.

Die Unterlagen müssen alle möglichen Aufbauvarianten des Zelts umfassen.

4.2 Bau- und Betriebsbeschreibung

In dieser Beschreibung ist das Zelt, insbesondere seine Konstruktion und Nutzung und sein statisches System zu erläutern.

Die Beschreibung muss Angaben zu Besonderheiten des Zelts und jede mögliche Aufstellungsvariante, sowie Einzelheiten zu den Hauptabmessungen, Einschränkungen, konstruktiven Details und Werkstoffen enthalten.

4.3 Konstruktionszeichnungen

Diese müssen für alle Baugruppen und Einzelteile vorliegen, deren Bruch oder Ausfall die Stand- oder Betriebssicherheit des Zelts gefährden könnte.

Die Konstruktionszeichnungen müssen alle für Prüfungen und Abnahmen notwendigen Maße und Querschnittswerte, Einzelheiten zu Werkstoffen, Bauteilen, Anschlüssen und Verbindungselementen enthalten.

Die Konstruktionspläne müssen folgende Darstellungen enthalten:

— Übersichtszeichnungen in Grundriss, Aufriss und Schnitten im Maßstab 1:100, 1:50 oder 1:20. Andere Maßstäbe müssen verwendet werden, wenn Erkennbarkeit und Lesbarkeit nicht ausreichend sind;

— Detailzeichnungen in einem größeren Maßstab von allen in den Übersichtszeichnungen nicht klar erkennbaren Bauteilgruppen sowie von Verbindungselementen und Einzelheiten bautechnischer Art, die wahrscheinlich die Sicherheit des Zelts und dessen Betrieb beeinflussen.

5 Auswahl der Werkstoffe

5.1 Allgemeines

Für die Bauteile dürfen nur Materialien verwendet werden, deren Materialeigenschaften in Europäischen Normen festgelegt sind.

Andere Werkstoffe können nur unter der Bedingung eingesetzt werden, dass ihre Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen wurde. Wenn Verbindungen im Tragwerk geschweißt werden, muss der Konstrukteur der Schweißeignung der verwendeten Werkstoffe nach den entsprechenden Europäischen Normen besondere Beachtung schenken.

5.2 Auswahl von Verkleidungsmaterialien

Für Gewebe mit einer Gummi- oder Kunststoffbeschichtung gilt EN 15619. Eine Herstellerbescheinigung muss vorgelegt werden.

Für andere Verkleidungsmaterialien, wie

— Baumwollgewebe;

— synthetische Gewebe;

— feste Verkleidungen und Abdeckungen, wie Profilbleche, Holz- oder Kunststoffelemente und Verbundwerkstoffelemente,

sind die folgenden Anforderungen zu beachten:

— Verkleidungsmaterialien mit lastabtragender Funktion müssen Europäischen Normen oder bei Nichtvorhandensein von Europäischen Normen einer Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien entsprechen;

— es ist sicherzustellen, dass das Material und die festgelegten Verbindungen eine ausreichende Wetter- und Reißfestigkeit aufweisen, damit die Plane ausreichend sicher und haltbar ist. Die Teilsicherheitsbeiwerte für den baulichen Einsatz von Planen müssen 8.6 entsprechen;

— Normen für Textil-, Membran- und aufblasbare Strukturen.

5.3 Verbindung von Verkleidungsmaterialien

Verbindungen durch Nähen, Schweißen und Kleben sowie Reißverschlüsse müssen den zutreffenden Europäischen Normen entsprechen oder sind auf ihre Reiß- und Schereigenschaften zu prüfen. Die Alterungs- und Umwelteinflüsse sind durch Anwendung zusätzlicher Teilsicherheitsbeiwerte zu berücksichtigen.

Reißverschlüsse sind auf ihre Festigkeit zu prüfen, um festzustellen, ob sie den errechneten Lasten der Konstruktion standhalten. Verschleißeffekte und der Einfluss von ultraviolettem Licht auf Kunststoff sind zu berücksichtigen.

Kann die ausreichende Tragfähigkeit nicht nachgewiesen werden, können die Reißverschlüsse nur in nicht sicherheitsrelevanten Bereichen eingesetzt werden.

6 Grundsätze für die rechnerischen Nachweise

6.1 Allgemeines

Sofern nachfolgend nicht anders bestimmt, sind die Nachweise entsprechend dem jeweils zutreffenden Teil des Eurocodes durchzuführen und müssen Folgendes beinhalten:

— Nachweis der Grenzzustände (entsprechend Theorie 1. oder 2. Ordnung);

— Stabilitätsnachweis, d. h. Knicken von Stäben, Platten- und Schalenbeulen;

— gegebenenfalls Nachweis des Grenzzustandes der Verformung;

— Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen, Gleiten und Abheben.

6.2 Nachweise

Die Nachweise müssen unter anderem Folgendes enthalten:

— Lastannahmen unter Berücksichtigung der möglichen Betriebszustände bzw. der Aufstellungsvarianten. Besondere Einwirkungen, die während des Aufbaus auftreten, sollten berücksichtigt werden;

— Angaben über Werkstoffe und Bauteile;

— Hauptabmessungen und Querschnittswerte aller tragenden Bauteile;

— Ermittlung der ungünstigsten Spannungen und Angaben zur Festigkeit der tragenden Bauteile und Verbindungselemente.

— Wenn Berechnungen zur Beurteilung der Grenzzustände von Baugruppen als unzureichend angesehen werden, darf der Nachweis der Tragsicherheit durch Versuche einer unabhängigen Prüfstelle ersetzt werden. Die Prüfstelle muss die notwendige Anzahl von Versuchen unter Berücksichtigung der notwendigen Anzahl von Proben, der Prüfverfahren, des Prüfberichts usw. in Übereinstimmung mit den relevanten Europäischen Normen oder bei Nichtvorhandensein von Europäischen Normen entsprechend der Vereinbarung der beteiligten Parteien durchführen;

— Angaben über Verformungen (Durchbiegung, Verdrehung), soweit diese für die Gebrauchstauglichkeit oder Betriebssicherheit des Zelts von Bedeutung sind;

— Angaben zu Bauteilen, die einer speziellen Überprüfung und Kontrolle bedürfen.

7 Einwirkungen

7.1 Allgemeines

Alle maßgeblichen Einwirkungen sind nach EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 und EN 1991-1-4 zu berücksichtigen.

Anpassungen aufgrund der speziellen Nutzung von Zelten sind nachfolgend angeführt.

7.2 Ständige Einwirkungen

Für Zelte ist eine sehr genaue Annahme der ständigen Einwirkungen möglich. Sofern Abweichungen auftreten können, müssen die Werte $G_{k,sup}$ und $G_{k,inf}$ bei der Beurteilung der maßgeblichen Reaktion des Bauwerks berücksichtigt werden. Andernfalls ist ein einziger charakteristischer Wert G_k ausreichend.

— G_k charakteristischer Wert der ständigen Einwirkung;

— $G_{k,sup}$ oberer charakteristischer Wert der ständigen Einwirkung;

— $G_{k,inf}$ unterer charakteristischer Wert der ständigen Einwirkung.

Hierzu gehören das tatsächliche Eigengewicht des Tragwerks sowie das des Zubehörs und der zum Betrieb notwendigen technischen Einrichtungen sowie von Planen oder Eindeckungen, Dekorationen und dergleichen. Der Einfluss trockener und nasser Bedingungen ist zu berücksichtigen ($G_{k,sup}$, $G_{k,inf}$).

7.3 Ersatzlast

Die Standsicherheit ist mit einer vertikalen, gleichmäßig verteilten Ersatzlast q_{el} = 0,1 kN/m^2 auf die Dachfläche nachzuweisen. Diese Last darf nicht mit anderen Lasten außer dem Eigengewicht überlagert werden.

7.4 Veränderliche Einwirkungen

7.4.1 Nutzlasten

7.4.1.1 Vertikale Lasten auf Flächen mit öffentlich zugänglichen Bereichen

Die folgenden vertikalen Nutzlasten gelten für:

— Fußböden, Treppen, Treppenabsätze, Rampen, Zu- und Abgänge und dergleichen in Einrichtungen (Zeltkonstruktionen, Stände):

q_k = 3,50 kN/m^2

— erhöhte Fußbodenbereiche und Podien oder wenn mit besonders großem Menschengedränge zu rechnen ist:

q_k = 5,00 kN/m^2

— Treppen:

Q_k = 1,00 kN je Stufe

oder eine Flächenlast nach obigem Abschnitt, wobei der jeweils ungünstigere Wert anzunehmen ist;

— Sitzbretter von Sitzreihen je Sitzlinie und für Böden zwischen festen Sitzreihen, es sei denn, dass aus der Anwendung von Flächenlasten (q_k = 3,5 kN/m^2) höhere Beanspruchungen resultieren:

q_k = 1,50 kN/m

7.4.1.2 Vertikale Lasten auf Flächen mit nicht öffentlich zugänglichen Bereichen

Die folgenden vertikalen Nutzlasten gelten für:

— alle Fußböden, Podien, Rampen, Treppen, Laufstege und dergleichen, die von einzelnen Personen begangen werden:

q_k = 1,50 kN/m^2

oder

Q_k = 1,50 kN als Einzellast,

wobei der jeweils ungünstigere Fall anzunehmen ist

7.4.1.3 Horizontale Nutzlasten

Die folgenden horizontalen Nutzlasten gelten für Brüstungen, Abgrenzungen, Geländer, Wandtafeln usw.:

Bei Fußböden mit öffentlichem Zugang, die für eine Flächenlast von q_k = 3,50 kN/m^2 ausgelegt sind:

— q_k = 0,50 kN/m in Höhe des Handlaufs;

— q_k = 0,10 kN/m in Höhe des Zwischenholms.

Bei Fußböden mit öffentlichem Zugang, die für eine Flächenlast von q_k = 5,00 kN/m^2 ausgelegt sind:

— q_k = 1,00 kN/m in Höhe des Handlaufs;

— q_k = 0,15 kN/m in Höhe des Zwischenholms.

Bei Fußböden ohne öffentlichen Zugang, die für eine Flächenlast von q_k = 1,50 kN/m^2 ausgelegt sind:

— q_k = 0,30 kN/m in Höhe des Handlaufs;

— q_k = 0,10 kN/m in Höhe des Zwischenholms.

Zur Erzielung einer ausreichenden Längs- und Quersteifigkeit bei erhöhten Fußbodenbereichen und Podien in Zelten ist eine auf jeder Fußbodenebene in die jeweils ungünstigste Richtung gleichzeitig wirkende Horizontalkraft zusätzlich zu allen möglicherweise auftretenden Windkräften nach 7.4.2 anzusetzen. Diese horizontale Bauteilbelastung ist als 1/20 der vertikalen Nutzlast nach 7.4.1.1 und 7.4.1.2 anzunehmen.

7.4.2 Windlasten

7.4.2.1 Allgemeines

Die Windlasten müssen auf EN 1991-1-4 basieren, wobei vorausgesetzt wird, dass die nachfolgend aufgeführten Punkte den Besonderheiten textiler Hüllen Rechnung tragen:

— Aufstellort;

— Dauer und Zeitraum der Aufstellung;

— Nutzung unter Aufsicht eines Betreibers;

— Möglichkeiten zum Schutz und zur Verstärkung.

7.4.2.2 Mindestwindlasten

An Standorten mit einem Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit $v_{b,0} > 28$ m/s müssen für das Zelt Standsicherheitsnachweise unter Beachtung der lokalen Bedingungen geführt werden. Für die Bestimmung des erforderlichen Böengeschwindigkeitsdrucks $q_p(z_e)$ gilt EN 1991-1-4 in Verbindung mit den Anforderungen der nationalen Anhänge. Die ermittelten Werte dürfen um den Faktor 0,7 verringert werden.

An Standorten mit einem Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit $v_{b,0} \leq 28$ m/s darf die Windlast unter Anwendung der folgenden Mindestwerte ermittelt werden.

Der auf die Außenflächen wirkende Winddruck w_e sollte nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (1)$$

Dabei ist

$q_p(z_e)$ der Böengeschwindigkeitsdruck (in Abhängigkeit von der Bezugshöhe für den Außendruck), in kN/m^2;

z_e die Bezugshöhe für den Außendruck, in m;

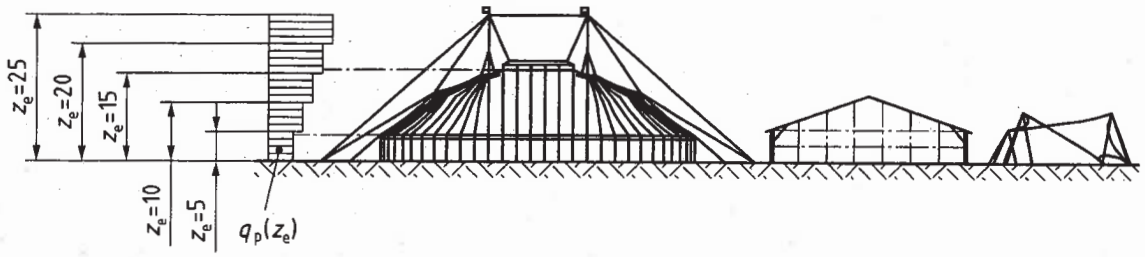
c_{pe} der Außendruckbeiwert.

Tabelle 1 — Böengeschwindigkeitsdruck $q_p(z_e)$

Bezugshöhe z_e m	**Böengeschwindigkeitsdruck** $q_p(z_e)$ kN/m^2
$z_e \leq 5$	0,50
$5 < z_e \leq 10$	0,60
$10 < z_e \leq 15$	0,66
$15 < z_e \leq 20$	0,71
$20 < z_e \leq 25$	0,76

Abweichend von den in Tabelle 1 angegebenen Drücken darf für Zelte mit einer Breite von kleiner oder gleich 10 m und einer Höhe von kleiner oder gleich 5 m ein reduzierter Böengeschwindigkeitsdruck $q_p(z_e)$ = 0,30 kN/m^2 angewendet werden.

Maße in Meter



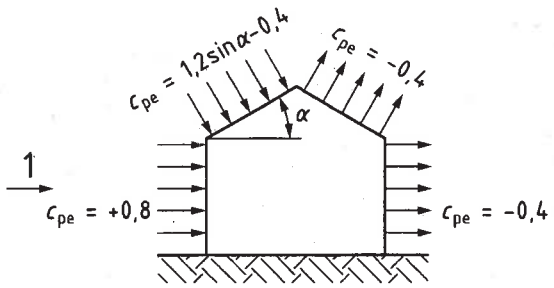
Legende

z_e Bezugshöhe für den Außendruck

$q_p(z_e)$ Böengeschwindigkeitsdruck (in Abhängigkeit von der Bezugshöhe für den Außendruck)

Bild 1 — Bezugshöhe z_e und entsprechendes Profil des Böengeschwindigkeitsdrucks $q_p(z_e)$

In der Regel müssen die Druckbeiwerte für die verschiedenen Konstruktionen und Bauteile EN 1991-1-4 entnommen werden. Auf der Grundlage der bisherigen Erfahrungen mit Zelten herkömmlicher Bauart dürfen jedoch die aerodynamischen Beiwerte für Druck für Satteldachzelte der in Bild 2 dargestellten Art mit Hilfe der hier angeführten Außendruckbeiwerte c_{pe} bestimmt werden. Bei geschlossenen Bauarten ist es nicht erforderlich, den Innendruckbeiwert c_{pi} zu berücksichtigen.



Legende
1 Windrichtung
α Winkel der Dachneigung
c_{pe} Außendruckbeiwert

Bild 2 — Außendruckbeiwert c_{pe} für geschlossene Satteldachzelte

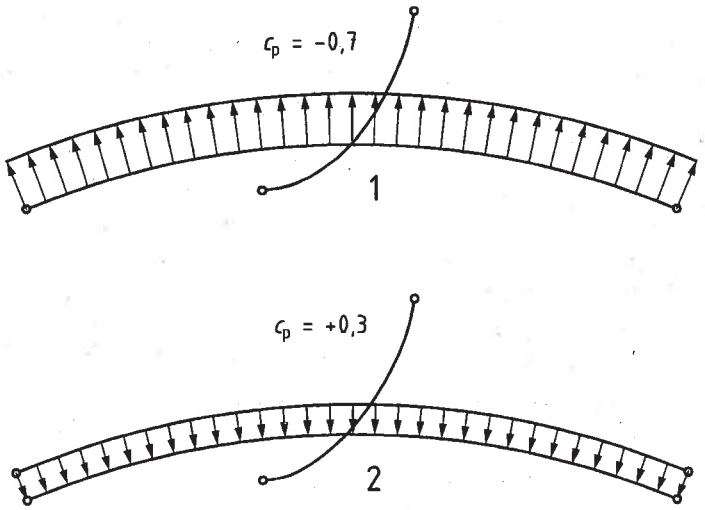
ANMERKUNG Die Druckbeiwerte für geschlossene Zelte mit runder Form sind in Anhang A angegeben.

7.4.2.3 Windlasten auf Membrantragwerke

Die Druckbeiwerte dürfen entsprechend EN 1991-1-4 oder nach Windkanalversuchen angesetzt werden.

Windkanalversuche sind von erfahrenen Labors in Übereinstimmung mit EN 1990 durchzuführen.

Die Druckbeiwerte sind in Bild 3 dargestellt.



Legende
1 Wind nach oben
2 Wind nach unten
c_p Druckbeiwert

Bild 3 — Druckbeiwert c_p

7.4.3 Schneelasten

Schneelasten sind nach EN 1991-1-3 anzusetzen.

Schneelasten brauchen nicht berücksichtigt zu werden für Zelte,

— die in Gebieten aufgestellt werden, in denen Schnee sehr unwahrscheinlich ist oder

— die nur in schneefreien Jahreszeiten betrieben werden oder

— bei denen durch die Konstruktion oder die Betriebsbedingungen das Ansammeln von Schnee auf dem Zelt verhindert wird oder

— bei denen durch vorbeugende Maßnahmen das Ansammeln von Schnee auf dem Zelt verhindert wird.

Die letztgenannte Bedingung kann erreicht werden, wenn:

— ausreichende Heizvorrichtungen installiert und betriebsbereit sind und

— die Heizung eingeschaltet wird, bevor der Schneefall einsetzt, und

— das Zelt so beheizt wird, dass die gesamte Dachverkleidung auf der Außenseite eine Temperatur von mehr als +2 °C aufweist, und

— die Verkleidung so konstruiert und vorgespannt ist, dass sich keine Wasseransammlungen oder andere Verformungen der Verkleidung bilden können.

Wenn durch Entfernen des Schnees sichergestellt ist, dass eine Schneehöhe von 8 cm nicht überschritten wird, dann darf bei Zelten eine reduzierte Schneelast q_k = 0,20 kN/m² über die gesamte Dachfläche angesetzt werden.

7.4.4 Erdbebenlasten

Erdbebenlasten brauchen in der Regel aufgrund der Flexibilität und des geringen Gewichts der Zeltkonstruktion nicht berücksichtigt zu werden.

7.5 Lastkombinationen

Lastkombinationen sind nach EN 1990 anzusetzen.

Die Bemessungswerte der Einwirkungen dürfen unter Anwendung der folgenden Kombinationen und Teilsicherheitsbeiwerte vereinfacht ermittelt werden:

$$E_d = \max\left\{\begin{matrix} \gamma_G\, G_k + \gamma_{Q,1}\, Q_{k,1} \\ \gamma_G\, G_k + \sum \gamma_{Q,i}\, Q_{k,i} \\ \gamma_G\, G_k + \gamma_{Q,el}\, Q_{k,el} \end{matrix}\right\} \quad (2)$$

Dabei ist

E_d	der Bemessungswert der Beanspruchungen;
γ_G = 1,35	der Teilsicherheitsbeiwert für ungünstig wirkende ständige Einwirkungen;
γ_G = 1,00	der Teilsicherheitsbeiwert für günstig wirkende ständige Einwirkungen;
$\gamma_{Q,1}$ = 1,50	der Teilsicherheitsbeiwert für nur eine veränderliche Einwirkung;
$\gamma_{Q,i}$ = 1,35	der Teilsicherheitsbeiwert für mehrere veränderliche Einwirkungen;
$\gamma_{Q,el}$ = 1,35	der Teilsicherheitsbeiwert für die Ersatzlast;
G_k	der charakteristische Wert für die ständige Einwirkung;
$Q_{k,1}$	der charakteristische Wert für eine der veränderlichen Einwirkungen;
$Q_{k,i}$	der charakteristische Wert für mehrere veränderliche Einwirkungen;
$Q_{k,el}$	der charakteristische Wert für die vertikale Ersatzlast nach 7.3.

8 Standsicherheitsnachweise

8.1 Allgemeines

Die Grenzzustände, die sich aus den unterschiedlichen Einwirkungen ergeben, sind für die einzelnen Einwirkungen nach Abschnitt 7 getrennt zu ermitteln. Die Grenzzustände infolge der Kombinationen von Einwirkungen sind zu berechnen. Es ist nachzuweisen, dass der Bemessungswert der inneren Kräfte oder Momente den entsprechenden Bemessungswert der Beanspruchbarkeit des betreffenden Bauteils nicht übersteigt und dass die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nicht überschritten werden.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf den Nachweis der Grenzzustände in Bezug auf Verformung und Standsicherheit zu richten, da hier der Verformungsgrenzwert maßgebend sein kann. Ein gegebenenfalls günstiger Einfluss nach der Theorie 2. Ordnung darf berücksichtigt werden.

Alle Nachweise sind für die ungünstigste Belastung zu führen. Dabei sind die Lage und die Größe der ständigen, der veränderlichen und der außergewöhnlichen Einwirkungen stets so zu wählen, dass sich für die zu berechnenden Bauteile die ungünstigsten Grenzzustände ergeben. Bei tragenden und mechanischen Bauteilen sowie bei Ausrüstungsgegenständen, die nicht fest installiert sind, ist auch zu untersuchen, ob bei deren Umplatzierung oder Wegfall ungünstigere Verhältnisse auftreten können.

Ungebräuchliche Gleichungen sind in geschriebener Form mit Symbolen nach Europäischen oder Internationalen Normen zu dokumentieren. Für diese Gleichungen ist die Quelle anzugeben, sofern sie allgemein zugänglich ist. Sonst ist die Ableitung der Gleichung so ausführlich darzustellen, dass ihre Richtigkeit geprüft werden kann.

Wenn für Berechnungen Computer verwendet werden, ist ein besonderes Augenmerk auf die Anforderungen an Computerberechnungen im Rahmen der Prüfung der technischen Unterlagen zu legen. Es sind eindeutige Angaben zu Software, Formeln, Einheiten usw. vorzulegen. Eingabe- und Ausgabedaten sind vollständig auszudrucken. Die Richtigkeit der Eingabedaten und der Ausgabedaten ist im Zuge der Prüfung der technischen Unterlagen umfassend zu überprüfen.

Der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit R_d ist nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} \tag{3}$$

Dabei ist

R_k der charakteristische Wert der Beanspruchbarkeit;

γ_M der Teilsicherheitsbeiwert für eine Materialeigenschaft.

Die in der entsprechenden Europäischen Norm angegebenen Werte sind zu berücksichtigen.

8.2 Nachweise gegen Kippen, Gleiten und Abheben

8.2.1 Allgemeines

Die Sicherheit gegen Kippen, Gleiten und Abheben ist durch Berechnung nachzuweisen.

Günstig wirkende ständige Einwirkungen sind nur mit ihrem unteren Wert zu berücksichtigen.

Wenn durch die Eigenlast einer Konstruktion allein eine ausreichende Sicherheit nicht erreicht werden kann, ist sie durch zusätzliche Maßnahmen, z. B. Ballastierungen, Verankerungen oder Abstrebungen, herzustellen.

Da das Gewicht von Zelten genau bestimmt werden kann, sind die nachstehenden Mindest-Teilsicherheitsbeiwerte anzuwenden:

Tabelle 2 — Teilsicherheitsbeiwert γ gegen Kippen, Gleiten und Abheben

	Last	γ
1	Günstig wirkende Anteile aus Eigenlast	1,0
2	Ungünstig wirkende Anteile aus Eigenlast	1,1
3	Ungünstig wirkende Windlasten	1,2
4	Ungünstig wirkende Lastanteile, die nicht in Zeile 2 und 3 aufgeführt sind	1,3
ANMERKUNG Wenn Lasten in Komponenten zerlegt werden, sollten diese Komponenten mit demselben Wert für γ multipliziert werden.		

8.2.2 Kippsicherheit

Die Kippsicherheit errechnet sich aus:

$$\sum \gamma M_{Rk,stb} \geq \sum \gamma M_{Ek,dst} \quad (4)$$

Dabei ist

γ die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 2;

$M_{Rk,stb}$ die Standmomentanteile (stabilisierend, charakteristischer Wert);

$M_{Ek,dst}$ die Kippmomentanteile (destabilisierend, charakteristischer Wert).

8.2.3 Gleitsicherheit

Die Gleitsicherheit errechnet sich aus:

$$\mu \cdot \sum \gamma N_k \geq \sum \gamma H_k \quad (5)$$

Dabei ist

μ der Reibbeiwert nach Tabelle 3;

γ die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 2;

N_k die vertikalen Lastkomponenten (charakteristischer Wert);

H_k die horizontalen Lastkomponenten (charakteristischer Wert).

Für die Ermittlung der Reibkräfte dürfen folgende Reibbeiwerte angesetzt werden, sofern nicht im Einzelfall durch Versuche ermittelte höhere Werte vorliegen oder Nässe niedrigere Werte bedingt.

Tabelle 3 — Reibbeiwert μ

	Holz	Stahl	Beton
Holz	0,40	0,40	0,60
Stahl	0,40	0,10	0,20
Beton	0,60	0,20	0,50
Ton[a]	0,25	0,20	0,25
Lehm[a]	0,40	0,20	0,40
Sand und Kies	0,65	0,20	0,65

[a] Mindestens in steifer Konsistenz nach EN 1997-1.

Es ist zu beachten, dass bei schwingend beanspruchten Auflagerungen ein Losrütteln eintreten kann.

Wird durch die Haftreibung allein keine Gleitsicherheit erreicht, sollte die Konstruktion im Boden verankert werden. In diesen Fällen ist die Gleitsicherheit im Zusammenhang mit der Wirkung von Bodenankern nachzuweisen. Dabei darf der Reibbeiwert nach Tabelle 3 nur mit 70 % des angeführten Wertes in die Berechnung eingehen.

$$\bar{\mu} \cdot \sum \gamma N_k + Z_{h,d} \geq \sum \gamma H_k \quad (6)$$

Dabei ist

$\bar{\mu} = 0{,}7\mu$

$Z_{h,d}$ der horizontale Bemessungswert der Tragfähigkeit der Stabanker.

8.2.4 Abhebesicherheit

Die Abhebesicherheit errechnet sich aus:

$$\sum \gamma N_{Rk,stb} \geq \sum \gamma N_{Ek,dst} \quad (7)$$

Dabei sind

$N_{Rk,stb}$ die vertikalen stabilisierenden Lastkomponenten (charakteristischer Wert);

$N_{Ek,dst}$ die vertikalen abhebenden destabilisierenden Lastkomponenten (charakteristischer Wert).

Mit Verankerungen ergibt sich folgendes Verhältnis:

$$\sum \gamma N_{Rk,stb} + Z_{v,d} \geq \sum \gamma N_{Ed,dst} \quad (8)$$

Dabei ist

$Z_{v,d}$ der vertikale Bemessungswert der Tragfähigkeit der Stabanker.

8.3 Eigengewicht bei Zeltverkleidungen

Bei der Berechnung der Konstruktion bezüglich abhebender Windlasten, die zur Beurteilung der Kippsicherheit und zur Bemessung der Verankerung erforderlich ist, muss das Eigengewicht der trockenen Zeltplane mit g_k = 0,005 kN/m^2 angesetzt werden. Für alle anderen Zwecke muss das Eigengewicht nach den Regeln von Europäischen Normen oder, sofern diese nicht vorliegen, entsprechend der Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien angesetzt werden.

8.4 Konstruktionen mit Primärtragwerk

8.4.1 Einbauten als Ballastierung zum Schutz gegen Windsoglasten

Wenn die durch Einbauten (Inneneinrichtung in den Zeltkonstruktionen) veranlassten Einwirkungen als ständige Einwirkungen ausgewiesen werden können, dürfen sie in die Berechnung einfließen. Bezüglich der Ankerlasten usw. siehe auch 9.3.

8.4.2 Windverbände

Die an den Giebeln wirkenden Kräfte müssen durch die in Dach- und Wandebene anzuordnenden Windverbände aufgenommen werden können. Es dürfen auch jeweils zwei Verbände unmittelbar hintereinander für jeweils die halbe an der Giebelwand wirkende Kraft angeordnet werden. Die Zwischenverbände sind jeweils für mindestens die halbe auf die Giebelwand anfallende Last zu bemessen. Zwischenverbände müssen auch für Konstruktionen vorgesehen werden, an denen am Giebel keine Kräfte auftreten. Generell dürfen sich zwischen den Verbänden maximal sechs verbandsfreie Felder, 30 m nicht überschreitend, befinden. Andernfalls ist eine genauere Berechnung erforderlich.

Bei Verbandsfeldern sind für den Hauptrahmen alle aus dem Verband resultierenden Kräfte einschließlich der Stabilisierungskräfte zu berücksichtigen. Zur Bemessung der Verbände sind auch die Hauptrahmenbinder zu berücksichtigen (Kräfte zur Stabilisierung der Dachbinder usw.).

Sind abgewinkelte Gurte im Windverband vorgesehen, so sind die entstehenden Umlenkkräfte zu berücksichtigen, z. B. am First von Satteldächern.

8.4.3 Windbedingte Kräfte der Verkleidungen auf die Konstruktion

Wind auf die flexiblen raumabschließenden Elemente erzeugt besonders in den Endfeldern einseitige Zugkräfte. Die Aufnahme dieser Zugkräfte an allen Randträgern (d. h.: First-, Traufpfetten, Binderriegel und Eckstiele) ist zu untersuchen.

Der Wert der Zugkräfte ist von verschiedenen Parametern (d. h. Geometrie, Konfektion, Verbindung, Materialeigenschaften, klimatische Einflüsse) abhängig. Diese Kräfte sind durch iterative Berechnung unter Berücksichtigung der Werkstoffsteifigkeit und der Fertigungstoleranzen abzuschätzen.

Die Membrankräfte (Planenzug) durch Wind dürfen, sofern kein genauerer Nachweis geführt wird, mit 0,80 kN/m angesetzt werden. Dies gilt bei einem Binderabstand von 5 m, einem Druckbeiwert c_p = 0,40 und einem Böengeschwindigkeitsdruck $q_p(z_e)$ = 0,50 kN/m^2. Bei anderen Binderabständen und Windlasten darf unter Zugrundelegung eines konstanten Verhältnisses eine Umrechnung durchgeführt werden:

f / l = konstant

Dabei ist

f der Durchhang;

l die Spannweite.

Die Aufnahme dieser Membrankräfte durch die Randträger (Firstpfetten, Traufpfetten, Dachverbandträger und Eckpfosten) ist nachzuweisen.

Bei flexiblen Wand- und Dachflächen können die erhöhten Randsoglasten (nach Windlastnormen für Gebäude) außer Acht gelassen werden. Bei starren Dacheindeckungen sind die Befestigungsmittel für die erhöhten Randsoglasten nach den zutreffenden Europäischen Normen oder bei Nichtvorhandensein dieser Normen nach Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien zu bemessen.

8.5 Membran- und Mastzelte

8.5.1 Allgemeines

Lässt die Form der Konstruktion eine getrennte Berechnung in zwei entgegengesetzten Richtungen zu, darf die Berechnung anhand statischer Ersatzsysteme durchgeführt werden. In jedem anderen Fall ist ein räumliches System unter Berücksichtigung der Verformungen zu berechnen.

In Fällen, in denen nichtlineare Verformungen zu günstigen lastabtragenden Wirkungen auf bestimmte Elemente führen können, sind die Sicherheitskoeffizienten nicht auf der Last-, sondern auf der Materialseite anzuwenden.

Da das Versagen der lasttragenden Membran zum vollständigen Einsturz der gesamten Konstruktion führen kann, ist die Eignung des Materials und der Verbindungs- und Befestigungstechniken durch Zulassungsbescheinigung oder andere Zertifikate nach Europäischen Normen oder bei Nichtvorhandensein einschlägiger Europäischer Normen nach einer entsprechenden Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien nachzuweisen.

8.5.2 Vorspannung

Zur Stabilisierung der Membrankonstruktion gegen auftretende äußere Lasten und auch zur Vermeidung von Schlagen, Flattern oder Durchschlagen ist die Konstruktion mechanisch vorzuspannen.

Die Beanspruchungen, die aus der Dauergebrauchslast der Membran aus Vorspannung am Rand der Konstruktion resultieren, dürfen 5 % der durchschnittlichen Kurzzeitreißfestigkeit der Plane nicht überschreiten. Sie dürfen höher sein, wenn die Zulässigkeit durch Versuche nachgewiesen wird.

Einwirkungen (Vorspannung, Schneelast und Windlast) sind kombiniert anzusetzen, um das nichtlineare Verhalten der Konstruktion zu berücksichtigen. Die Vorspannung ist in der Kombination mit einem angemessenen Teilsicherheitsbeiwert zu berücksichtigen.

8.5.3 Konstruktive Gestaltung der Membran

Die Hauptrichtung der Krümmung muss der Hauptbeanspruchungsrichtung entsprechen. Das Netz des Berechnungsmodells muss im Einklang mit der Hauptbeanspruchungsrichtung verlegt werden. Der Zuschnitt der Membran muss der Orientierung des Netzes des Berechnungsmodells entsprechen.

Werden Seil-, Gurt- oder Hautverstärkungen angeordnet, so ist darauf zu achten, dass dort keine Schwächung des Grundmaterials (z. B. durch Ansammlung von Nähten, Klemmen oder Ösen) auftritt.

8.6 Überprüfung der Tragfähigkeit technischer Textilien und deren Verbindungen

Die folgende Gleichung gilt für Material und Verbindungen:

$$f_d = \frac{f_{tk}}{\gamma_M} \tag{9}$$

Dabei ist

f_d der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit (Grenzzustand der Tragfähigkeit);

f_{tk} die charakteristische Zugfestigkeit im einachsigen Kurzzeitzugversuch bei 23 °C;

γ_M der Teilsicherheitsbeiwert für eine Materialeigenschaft aus Tabelle 4.

Für Beiwerte, die für Polyester mit PVC-Beschichtung und deren Schweißverbindungen anzuwenden sind, siehe Tabelle 4.

Charakteristische Werte für Materialien und Verbindungen sind durch Versuche zu bestätigen.

Reichen die Versuche nicht aus, um f_{tk} zu bestimmen, ist Folgendes anzusetzen:

$$f_{tk} = 0{,}8\, f_{tm} \tag{10}$$

Dabei ist

f_{tm} die durchschnittliche Zugfestigkeit im Kurzzeitzugversuch bei 23 °C.

Tabelle 4 — Teilsicherheitsbeiwert γ_M für Werkstoff und Schweißverbindungen HF (PES + PVC)

	Produkt nach EN 10204:2004, „Typ 2.2“	Produkt nach EN 10204:2004, „Typ 3.1“
Werkstoff		
Dauerlast	2,5	2,5
Kurzzeitlasten[a]	2,5	2,0
bei Schnee[b]	2,5	2,0
Schweißverbindungen 1. Kategorie		
Dauerlast	—	7,0
Kurzzeitlasten	—	3,0
bei Schnee	—	2,5
Schweißverbindungen 2. Kategorie		
Dauerlast	15,0	12,0
Kurzzeitlasten	6,0	5,0
bei Schnee	6,0	5,0
ANMERKUNG Festlegung der Klassen, siehe B.5.		
a „Kurzzeitlasten“ bedeutet: Lastbedingungen unter hoher Temperatur.		
b „Bei Schnee“ bedeutet: Lastbedingungen ohne hohe Temperatur.		

Diese Werte gelten nur, wenn die Prüfung der Verbindung bei 23 °C und bei 70 °C mindestens 70 % der Zugfestigkeit des Materials ergibt.

Werden diese Kriterien nicht erfüllt bzw. andere Materialien als PES und PVC verwendet, sind weiter gehende Untersuchungen bezüglich des Einflusses von Temperatur und Dauerlast vorzunehmen.

Alle Versuche müssen den einschlägigen Europäischen Normen oder bei Nichtvorhandensein einschlägiger Europäischer Normen einer Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien entsprechen. Nach den in ISO 2602 angegebenen Verfahren müssen mindestens drei Versuche durchgeführt werden, um die Standardabweichung und die 95%-Quantile der Hauptwerte zu erzielen.

8.7 Sicherheitsabstände, Sicherungen

Da eine tragende Membran erhebliche Verformungen erfahren kann, ist sicherzustellen, dass keine tragenden oder andere Bauteile die Verformung der Membran behindern, wenn dies bei der Berechnung nicht berücksichtigt wurde.

Soweit starre tragende Bauteile (z. B. Masten, Stützen usw.) allein durch die Membran gehalten werden, ist durch zusätzliche Maßnahmen ein Umstürzen dieser Teile bei einseitigem Wegfall der Membran zu verhindern. Die notwendigen Bewegungsfreiheitsgrade im Betriebszustand müssen erhalten bleiben.

Bei einem Mastzelt mit einer Breite von mehr als 12 m und einer Masthöhe von mehr als 7 m sind die Masten einzeln zu sichern, um ein Einstürzen bei teilweisem oder vollständigem Ausfall der Membran zu verhindern oder zu verzögern, es sei denn, dass die Art der Konstruktion eine abweichende Ausführung rechtfertigt.

8.8 Nachspannen

Es sollten konstruktive Maßnahmen einbezogen werden, die ein Nachspannen der Konstruktion ermöglichen (z. B. Spannschlösser, verlängerbare Stützen usw.), um das Kriechen der Membran (Material, Nähte, Befestigungen, Seile usw.) zu kompensieren.

9 Bodenverankerung

9.1 Allgemeines

Ungewisse Bodenverhältnisse machen es außergewöhnlich schwer, die Ankertragfähigkeit exakt zu berechnen. Falls für die jeweiligen Bodenverhältnisse keine Nachweise nach den Regeln des Grundbaus geführt werden, darf die nachstehende Näherungsmethode angewendet werden. Im Zweifelsfall müssen Probebelastungen am Aufstellort durchgeführt werden.

Deshalb beschränkt sich dieser Abschnitt auf:

a) Gewichtsanker, d. h. auf der Bodenoberfläche aufgestellte oder im Untergrund eingebettete Ballastkörper, und

b) Stabanker, d. h. mit Ösen oder gestauchtem Kopf versehene Metallstäbe.

Bei Spezialankern, wie z. B. Flügel-, Klapp-, Schraub- und Profilankern, ist die Tragfähigkeit durch Probebelastungen zu ermitteln.

9.2 Tragfähigkeit von Gewichtsankern

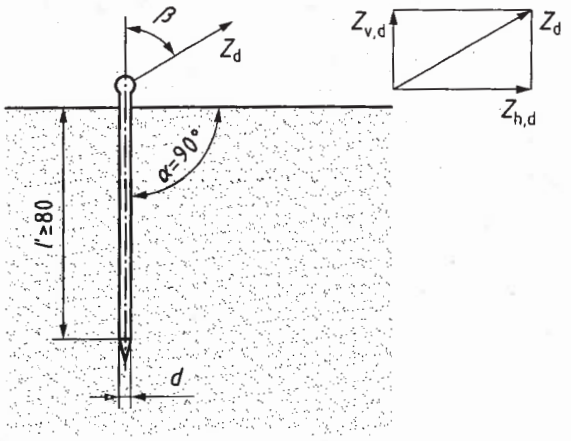
Bei der Berechnung der Tragfähigkeit von vollständig oder teilweise eingegrabenen Gewichtsankern darf der Erdwiderstand nur dann berücksichtigt werden, wenn der Anker kleine Verschiebungen und Verdrehungen ohne Gefahr für die Konstruktion ausführen kann und die Untergrundverhältnisse hinreichend bekannt sind.

9.3 Tragfähigkeit von Stabankern

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit Z_d von Stabankern mit rundem Querschnitt und einer Mindesteinschlagtiefe $l' = 80$ cm ist mit den in Tabelle 5 angegebenen empirischen Gleichungen zu ermitteln.

Ein Stabanker ist in Bild 4 dargestellt.

Maße in Zentimeter



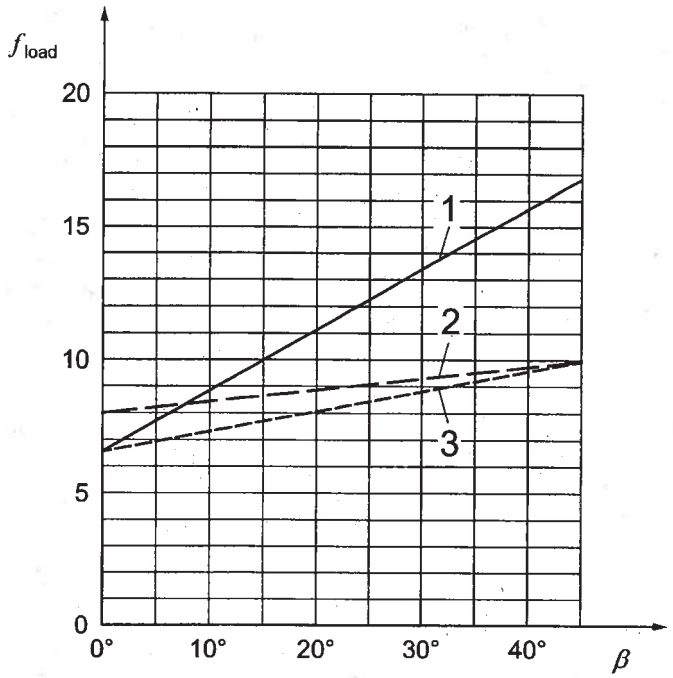
Legende

- Z_d Bemessungswert der Ankertragfähigkeit, in N
- $Z_{h,d}$ Bemessungswert der horizontalen Ankertragfähigkeit, in N
- $Z_{v,d}$ Bemessungswert der vertikalen Ankertragfähigkeit, in N
- d Ankerdurchmesser, in cm
- l' Einschlagtiefe, in cm
- α Einschlagwinkel
- β Winkel der wirkenden Zugkraft zur Vertikalen

Bild 4 — Stabanker

Tabelle 5 — Bemessungswert der Tragfähigkeit von Stabankern Z_d

Winkel der wirkenden Zugkraft zur Vertikalen β	**Bemessungswert der Tragfähigkeit von Stabankern** Z_d [N]
$\beta = 0°$	$Z_d \triangleq f_{load} \cdot dl' = 6{,}5 \cdot dl'$ für steife bindige und dicht gelagerte nichtbindige Böden
$\beta = 0°$	$Z_d \triangleq f_{load} \cdot dl' = 8{,}0 \cdot dl'$ für halbfeste bindige Böden
$\beta \geq 45°$	$Z_d \triangleq f_{load} \cdot dl' = 10{,}0 \cdot dl'$ für mindestens halbfeste bis steife bindige Böden
$\beta \geq 45°$	$Z_d \triangleq f_{load} \cdot dl' = 17{,}0 \cdot dl'$ für dicht gelagerte nichtbindige Böden
$0° < \beta < 45°$	Die Tragfähigkeit für die Bodenarten ist durch Interpolation zu ermitteln (siehe Bild 5).



Legende

1 dicht gelagerte nichtbindige Böden
2 halbfeste bindige Böden
3 steife bindige Böden
f_{load} Faktor zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Stabankern
β Winkel der wirkenden Zugkraft zur Vertikalen

Bild 5 — Faktor f_{load} zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Stabankern

Die Gleichungen in Tabelle 5 gelten nur unter der Bedingung, dass der Stabanker, nachdem er eingetrieben ist, die erwartete Griffigkeit bietet:

— bei $\beta = 0°$ muss die Mantelreibung auf der vollen Stablänge wirksam sein;

— bei $\beta \geq 45°$ muss der Einschlagwinkel α einen Wert von 90° haben.

Beim Einschlagwinkel $\alpha = 90°$ erreicht der schräg belastete Anker erfahrungsgemäß seine maximale Tragfähigkeit.

Um ein Verbiegen der Anker aufgrund schräger Zugkräfte zu verhindern, sollte für einfache Stabanker aus Rundstahl folgender Mindestdurchmesser d_{min} eingehalten werden:

$$d_{min} = 0{,}025\, l' + 0{,}5 \qquad (11)$$

Dabei ist

l' die Einschlagtiefe des Stabankers, in cm.

Der Kraftangriffspunkt ist bei Stabankern, die auf Biegung belastet werden, möglichst nahe an die Bodenoberfläche oder darunter zu legen.

Der Ankerfuß (Spitzenansatz) darf bei Stabankern keine Querschnittsverbreiterungen aufweisen, damit die Mantelreibung im Bereich des Ankerschafts nicht abgemindert wird.

9.4 Probebelastungen am Standort

Eine an Ankern durchgeführte Probebelastung muss aus mindestens drei Versuchen bestehen. Der für nachfolgende Berechnungen zugrunde zu legende Bemessungswert der Ankertragfähigkeit Z_d ist aus dem mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma = 1{,}6$ abgeminderten niedrigsten Versuchswert Z_u der Versagenslast zu ermitteln.

$$Z_d = \frac{Z_u}{\gamma} \tag{12}$$

Dabei ist

Z_u der niedrigste Wert der Probebelastungen;

$\gamma = 1{,}6$ der Teilsicherheitsbeiwert.

Bei der so ermittelten Tragfähigkeit dürfen keine Bewegungen des Ankers entstehen, die in der Konstruktion unzulässige Belastungen, Verformungen oder Instabilität hervorrufen können.

9.5 Berechnung der Tragfähigkeit

Die resultierende Last Z_{res}, die auf die Verankerungen wirkt, und der zugehörige Winkel der wirkenden Zugkraft zur Vertikalen β nach Bild 4 sind durch Vektoraddition der einzelnen Lastkomponenten unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte γ in Tabelle 2 zu bestimmen.

$$Z_{res} = \sum \gamma \cdot Z_k \tag{13}$$

Dabei sind

Z_k die charakteristischen Werte der Lasten;

γ die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 2.

Es ist nachzuweisen, dass

$$\frac{Z_{res}}{Z_d} \leq 1 \tag{14}$$

Dabei ist

Z_d der Bemessungswert der Ankertragfähigkeit nach 9.3 oder 9.4.

9.6 Weitere Anforderungen

Wenn Ankergruppen verwendet werden, kann die maximale Belastung für jeden einzelnen Stabanker nur dann vollständig berücksichtigt werden, wenn der Abstand zwischen zwei Stabankern mindestens dem 5fachen Stabdurchmesser entspricht.

Werden Ankergruppen mit mehr als 6 Stabankern verwendet, muss die maximale Tragfähigkeit der Ankergruppe nachgewiesen werden. Ohne genaueren Nachweis kann ein Ausbruchkeil mit einem Winkel von 45° ab dem äußeren Anker angenommen werden.

Treten Verschiebungen von mehr als 2 cm an belasteten Stabankern oder ähnlichen Vorrichtungen auf, ist die Tragfähigkeit des Ankers nicht mehr vollständig sichergestellt. Eine Erhöhung des Ausziehwiderstands kann entweder durch zusätzliche Anker oder durch Eintreiben von Holzkeilen erreicht werden. Im Falle einer reinen Zugbeanspruchung in Richtung Ankerachse besteht die Gefahr, dass sehr kleine Bewegungen zum vollständigen Versagen des Ankers führen.

Nach Eintreiben eines Stabankers ist der Boden an der Oberfläche, soweit praktikabel, gegen den Anker festzustampfen, um das Eindringen von Oberflächenwasser zu verhindern.

9.7 Unterpallungen

Für Unterpallungen ergeben sich wegen der fehlenden Einbettung in den Boden und der in der Praxis relativ kleinen Lastauflagerbreiten nur geringe zulässige Bodenpressungen. Unterpallungen können sich in den Boden eindrücken und größere Setzungen verursachen. Bei besonders nachgiebigen Böden sind Unterpallungen ständig zu überwachen. Bei Nachgeben oder Lockern ist eine Unterfütterung vorzusehen und die Lastauflagerflächen sind gegebenenfalls zu vergrößern.

Bei einem 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 einem befahrbaren Untergrund (z. B. durch LKWs) können zur Berechnung der Maße quadratischer und rechteckiger Unterpallungen die folgenden Bemessungswerte der Bodenpressung p angesetzt werden:

$$1 \leq \frac{l}{b} \leq 3$$

Dabei ist

l die Länge der Unterpallung in der Bodenkontaktzone;

b die Breite der Unterpallung in der Bodenkontaktzone:

b = 20 cm: p = 100 kN/m^2;

b = 30 cm: p = 150 kN/m^2;

$b \geq$ 40 cm: p = 200 kN/m^2.

Zwischenwerte sind zu interpolieren.

Bei befestigten (gepflasterten) Aufstellplätzen können höhere Bemessungswerte der Bodenpressung berücksichtigt werden.

10 Sonstige Bauteile

10.1 Allgemeines

Die Tragfähigkeit von Werkstoffen oder Zubehör mit unmittelbarer Sicherheitsrelevanz für Besucher ist zu berechnen und überdies durch Übereinstimmungsnachweis des Herstellers oder durch Versuche nachzuweisen.

Für folgende Bauteile gelten entweder Europäische oder nationale Normen:

— für Stahl-Drahtseile: EN 12385, Teile 1 bis 4;

— für Ketten: EN 818;

— für Naturfaserseile;

— für Kunstfaserseile;

— für Drahtseilklemmen;

— für Seiltriebe;

— für Ösenhaken;
— für Rollschnallen;
— für Schäkel;
— für Sicherheitsgeschirre;
— für Sicherheitsseile;
— für Spannschlösser;
— Gurtbänder;
— Ratschen.

Offene Haken sind bei Windverbänden unzulässig. Haken mit einer Sicherheitsverriegelung gelten nicht als offene Haken.

10.2 Bemessungswert der Beanspruchbarkeit

Der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit R_d für Bauteile nach 10.1 ist nach den maßgebenden Eurocodes oder nationalen Normen zu berechnen. Für alle anderen Bauteile, die nicht in Normen geregelt werden, ist der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit wie folgt zu berechnen:

$$R_d = \frac{R_{min}}{\gamma_M} \quad (15)$$

Dabei ist

R_{min} die Mindestbruchlast;

$\gamma_M = 2,0$ der Teilsicherheitsbeiwert für eine Materialeigenschaft sowohl bei nichtlinearem als auch linearem Verhalten, einschließlich eines Beschädigungsrisikos bei häufiger Demontage/ Montage.

10.3 Kunstfaserseile

Bei Kunstfaserseilen gelten die in Tabelle 6 genannten Werte in Abhängigkeit vom Grenzzustand der Tragfähigkeit.

Tabelle 6 — Teilsicherheitsbeiwert γ_M für Kunstfaserseile

Seildurchmesser d mm	Teilsicherheitsbeiwert γ_M
12	4,0
14	3,3
16	3,3
≥ 18	2,7
ANMERKUNG Kunstfaserseile nach EN ISO 1141, EN ISO 1346 und EN ISO 1969.	

10.4 Ratschen

Bei Spanngurten mit Ratschen ist für das komplette System bezüglich der ermittelten äußersten Grenzlast der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 2,0$ anzuwenden. Ratschen sind gegen ungewolltes Öffnen zu sichern.

11 Herstellung und Lieferung

11.1 Allgemeines

Die Herstellung von Zeltkonstruktionen ist durch ausreichend qualifiziertes Fachpersonal durchzuführen. Der Prüfung der Bauteile und Werkstoffe einschließlich der Verbrauchsmaterialien muss fortgesetzte Aufmerksamkeit erwiesen werden.

Der Hersteller muss sicherstellen, dass die vorgegebene Qualität für jedes Bauteil der Zeltkonstruktionen eingehalten ist, und er muss entsprechend der Konstruktionsspezifikation den erforderlichen Fertigungsstandard festlegen.

Bei Herstellung der Tragkonstruktion muss die Normenreihe EN 1090 beachtet werden.

11.2 Bescheinigungen

Prüfbescheinigungen über Werkstoffe oder Bauteile nach entsprechenden Europäischen Normen müssen zumindest für die folgenden Positionen vorliegen:

— Stahl, Aluminium und Holz bei tragenden Bauteilen;

— Standardbauteile, für die keine vereinbarte oder allgemeine Berechnungsmethode vorliegt;

— Brandverhalten.

Für Haken, Sicherheitshaken, Schäkel, Spannschlösser oder anderes Zubehör ist eine entsprechende Kennzeichnung der Hersteller, dass sie den bestehenden Normen entsprechen, ausreichend.

Falls nötig, ist entsprechend dem speziellen Einsatz eine Korrektur bei den Bemessungswerten der Beanspruchbarkeit vorzunehmen.

Seile, Ketten usw. müssen mit einer Bescheinigung über die garantierte Mindestbruchlast geliefert werden.

11.3 Einhaltung der Konstruktionsspezifikation

Der Hersteller hat sicherzustellen, dass die fertiggestellte Zeltkonstruktion in vollem Umfang der Konstruktionsspezifikation entspricht und dass die Qualität der verwendeten Werkstoffe und der Fertigungsprozess die Konstruktionsspezifikation erfüllen.

Dies ist durch eine Überprüfung zu bestätigen.

11.4 Beschreibung der Montage- und Betriebsabläufe

Die Beschreibung der Montage- und Betriebsabläufe muss nachfolgende Informationen enthalten:

— Typ der Zeltkonstruktion, konstruktive Hauptmerkmale, mögliche Aufbauvarianten, Hauptabmessungen, Abmessungen der Ein- und Ausgänge, Arbeits- und Betriebsabläufe;

— Montage und Betrieb der Zeltkonstruktion;

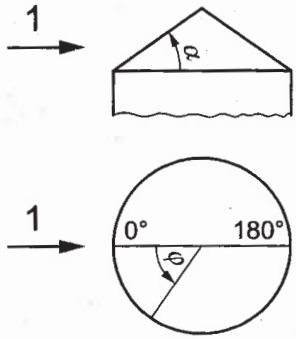
— Sicherheitsvorrichtungen, die in Ausnahmesituationen wirksam sind oder werden (z. B. Anleitungen bezüglich Schnee, Wind, Verankerung und Feuer).

12 Spezielle Kriterien für Konstruktion und Fertigung

Spezielle Kriterien für Konstruktion und Fertigung sind im informativen Anhang B enthalten.

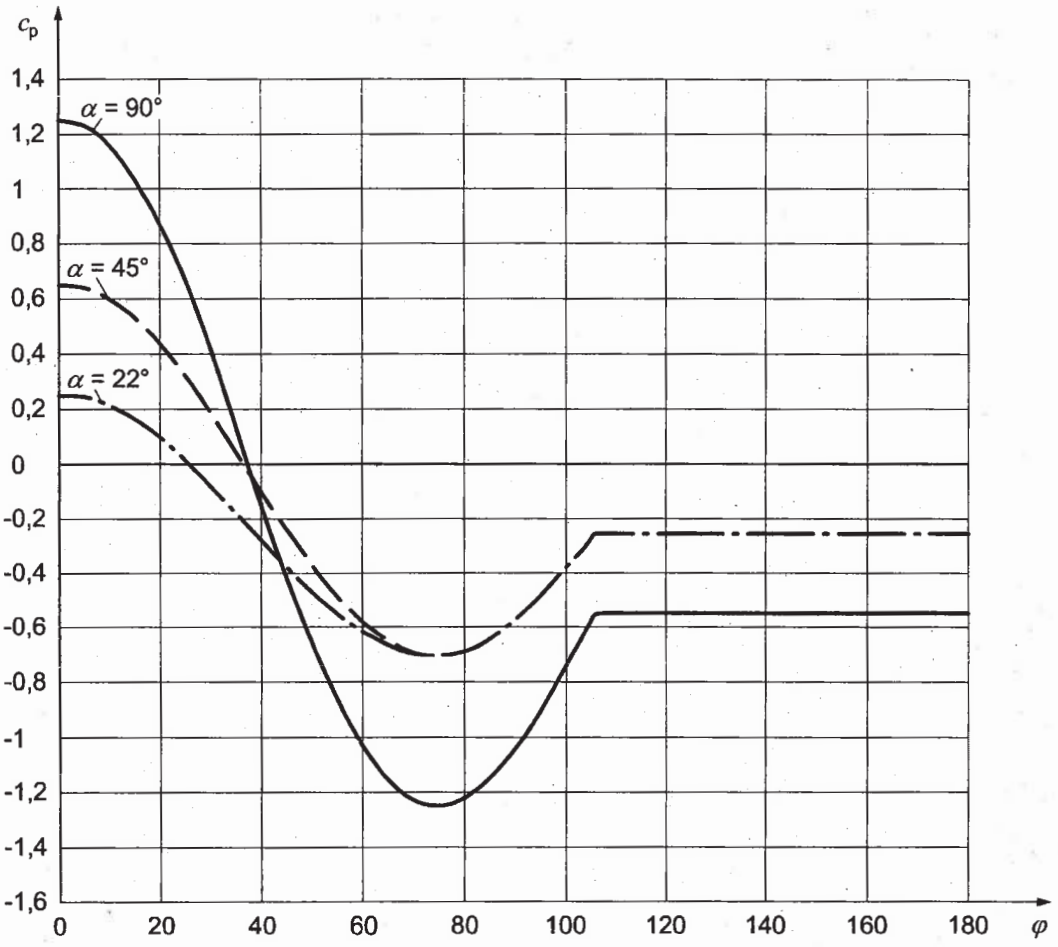
Anhang A
(informativ)

Druckbeiwerte für geschlossene runde Zeltkonstruktionen



Legende
1 Windrichtung
φ Umfangswinkel
α Winkel der Dachneigung (45° oder 22° oder 90° (Wand))

Bild A.1 — Runde Zeltkonstruktion



Legende

c_p Druckbeiwert
φ Umfangswinkel
α Winkel der Dachneigung (45° oder 22° oder 90° (Wand))

Bild A.2 — Druckbeiwerte c_p für runde Zeltkonstruktionen

Die Druckbeiwerte c_p nach Bild A.2 enthalten einen konstanten Innendruckbeiwert c_{pi} = - 0,25.

Bei Querbelastung der Rondellstangen darf der Druckbeiwert c_p auf 1,0 begrenzt werden.

Anhang B
(informativ)

Spezielle Kriterien für Konstruktion und Fertigung und Betrieb

B.1 Allgemeines

Alle Bauteile sollten den relevanten Europäischen Normen oder bei Nichtvorhandensein einschlägiger Europäischer Normen einer Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien entsprechen.

Die Mindest-Innenhöhe sollte 2,3 m für die Rahmenelemente und 2 m für textile Elemente betragen.

Die durchschnittliche lichte Höhe von Zelten sollte nicht unter 2,5 m liegen.

B.2 Rettungswege

B.2.1 Allgemeine Empfehlungen

Umschlossene Räume mit einer Fläche von mehr als 100 m^2 sollten mindestens zwei möglichst weit voneinander angeordnete Ausgänge ins Freie jeweils mindestens mit einer Breite von 1,2 m und einer Durchgangshöhe von 2,0 m haben. Mindestens ein Ausgang sollte rollstuhlgerecht sein.

Bei Berechnung der Breite der Rettungswege sollte 0,6 m je 100 darauf angewiesene Personen zugrunde gelegt werden. Eine Interpolation ist nicht zulässig. Die lichte Mindestbreite sollte 1,2 m betragen.

Ohne Nachweis der Bestuhlung sollte die Anzahl der Personen in einem Zelt wie folgt berechnet werden:

— 2 sitzende Personen/m^2;

— 3,5 stehende Personen/m^2;

— für Besucher nicht zugängliche Bereiche dürfen unberücksichtigt bleiben.

B.2.2 Gestaltung der Notausgänge

Notausgänge müssen nach EN ISO 7010 eindeutig gekennzeichnet und während des Betriebs stets sichtbar sein.

Ein Notausgang sollte in einem Rettungsweg liegen. Die lichte Breite muss der Breite des Rettungswegs entsprechen.

Türen sollten in Fluchtrichtung aufschlagen. Der Einbau von Türen in Notausgängen sollte nicht in die tragende Struktur des Zelts eingreifen.

B.2.3 Führung der Rettungswege

Von jedem Sitz oder Platz sollte ein Notausgang ins Freie höchstens 30 m entfernt erreichbar sein, es sei denn, dass besondere Maßnahmen getroffen werden.

Der längste Weg von einem Sitz oder Platz zu einem Rettungsweg sollte nicht länger als 10 m sein.

B.3 Treppen

Von Besuchern benutzte Treppen sollten eine Mindestbreite von 1,2 m haben; Sofern sie zu Rettungswegen gehören, sollte ihre Breite der Breite der Rettungswege entsprechen.

B.4 Brandverhalten

Wände, Stoffe für textile Dekorationen und alle andere Materialien (ausgenommen gehobeltes Holz mit einer Dicke von mehr als 20 mm) sollten schwer entflammbar sein. Materialien für Dächer brauchen oberhalb von 2,3 m Höhe nicht schwer entflammbar zu sein.

Sicherheitsseile von Mastkonstruktionen und Drahtseile für Windverbände sollten aus nicht brennbaren Materialien hergestellt sein.

B.5 Textilverbindungen

Unter Berücksichtigung der Konstruktionsunterlagen sollten textile Gewebe so hergestellt sein, dass auf sie einwirkende Kräfte sicher aufgenommen und übertragen werden; dies schließt die Einhaltung der Maße und Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit ein.

Übliche Textilverbindungen sind:

— mechanischer Art (Naht, elastische Seile, Haken, Platten, Reißverschlüsse, Heftung);

— chemisch-physikalischer Art (Schweißen, Kleben);

— oder Kombinationen der obigen.

Verbindungen können auf eine eindeutig festgelegte und nachfolgend beschriebene Weise ausgeführt werden.

Es gibt drei Verbindungskategorien:

— Kategorie 1: Verbindungen, hergestellt von Fachpersonal unter Verwendung der vom Hersteller des beschichteten Stoffs oder vom Membranhersteller definierten Verfahren (wobei alle Parameter und Arbeitsbedingungen niedergelegt sind) und geprüft nach EN 15619.

— Kategorie 2: Verbindungen, hergestellt von Fachpersonal unter Verwendung der vom Hersteller des beschichteten Stoffes oder vom Membranhersteller definierten Verfahren (wobei alle Parameter und Arbeitsbedingungen niedergelegt sind) und einer erstmaligen Überprüfung unterzogen, danach regelmäßig in einem Haftfestigkeitsversuch visuell geprüft.

— Kategorie 3: Andere Verbindungen, die lediglich für Sekundärelemente erlaubt sind, deren Ausfall nicht zu ungünstigen Belastungen oder zu einer Einschränkung der Sicherheit der Zeltkonstruktion führt.

Bei der Konstruktion sollte die Verbindungskategorie entsprechend der Bauart des Zelts ausgewählt werden.

Für Zelte mit Primärtragwerk können Textilverbindungen der Kategorien 1 oder 2 verwendet werden.

Für Membranzelte sollten die Verbindungen entsprechend Kategorie 1 ausgeführt sein.

Die Versuchsergebnisse und die zugehörigen Probestücke sollten zusammen mit allen Informationen aufbewahrt werden, die für eine Reproduktion erforderlich sind. Die Aufbewahrungsfrist sollte 5 Jahre betragen.

B.6 Heiz- und Kochsysteme

Elektrische Heizsysteme dürfen in Zeltkonstruktionen eingebaut werden.

Andere Heizsysteme sollten außerhalb der Zeltkonstruktion mit einem ausreichenden Abstand installiert werden.

Warmluftgeneratoren sollten mit Wärmetauschern, die die Zeltkonstruktion indirekt mit Wärme versorgen, ausgerüstet sein.

Für die Zubereitung von Speisen und Getränken dürfen in Zeltkonstruktionen Geräte in Küchen eingebaut werden. Diese Bereiche sollten von den für Besucher zugänglichen Bereichen abgetrennt sein.

Das Heizsystem sollte den zutreffenden Europäischen Normen oder bei Nichtvorhandensein einschlägiger Europäischer Normen einer Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien entsprechen.

B.7 Elektrische Einrichtungen

Die elektrischen Einrichtungen sollten den zutreffenden Europäischen Normen oder bei Nichtvorhandensein einschlägiger Europäischer Normen einer Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien entsprechen.

B.8 Feuerlöscher

Typen und Anzahl der Feuerlöscher sollten EN 3 entsprechen.

Anhang C
(informativ)

Prüfung und Zulassung

C.1 Prüfung

C.1.1 Allgemeines

Zeltkonstruktionen sollten überprüft werden.

ANMERKUNG In einigen Mitgliedsländern gibt es nationale Vorschriften für Anwendung und Betrieb.

C.1.2 Qualifikation

Folgende Sachverständige mit entsprechender Erfahrung im Bereich der Zeltkonstruktionen sollten erforderlichenfalls während der Konstruktion hinzugezogen werden:

— Bauingenieure (Berechnung, Konstruktion);

— Elektro-Sachverständige (Sicherheit der elektrischen Anlagen);

— Schweißfachingenieure (Zulassung von Schweißungen und Werkstoffen);

— Werkstoff- und Prüfingenieure (Laborprüfung, zerstörungsfreie Prüfverfahren).

C.2 Verfahren für Untersuchung, Prüfung und Zulassung

C.2.1 Allgemeines

Als generelle Regel gilt, dass alle sicherheitsrelevanten Konstruktionsunterlagen sowie das aufgebaute Zelt einer Überprüfung und Inspektion in Übereinstimmung mit den nationalen Regelungen zur Verwendung und zum Betrieb unterzogen werden sollten.

Die entsprechende Prüfbescheinigung sollte nur nach erfolgreicher Prüfung erteilt werden. Die Ergebnisse der verschiedenen Prüfungen sollten in das Prüfbuch (Zeltbuch) aufgenommen werden.

Folgende Prüfungen sollten durchgeführt werden:

A: Erstzulassung der Zeltkonstruktion;

B: wiederkehrende Hauptuntersuchungen;

C: Prüfung nach Änderungen, Reparaturen und Unfällen, siehe die Schritte zu A;

D: Gebrauchsabnahme.

C.2.2 Kennzeichnung

Sämtliche für Zelte relevanten Dokumente sollten mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

— Verweisung auf diese Europäische Norm (d. h. EN 13782);

— Herkunftsland;

— Name des Herstellers;

— Herstellungsjahr;

— technische Kennzeichnung;

— Losnummer;

— Brandverhalten.

C.2.3 Erstprüfung der Zeltkonstruktionen

C.2.3.1 Allgemeines

Jede Zeltkonstruktion sollte einer Erstprüfung unterzogen werden, die folgende Bereiche erfassen sollte:

— Prüfung der technischen Unterlagen;

— Prüfung der Bauausführung.

C.2.3.2 Prüfung der technischen Unterlagen

Die technischen Unterlagen sollten geprüft und kontrolliert werden; Folgendes ist zu bescheinigen:

— Vollständigkeit;

— Richtigkeit sämtlicher Annahmen für die in die statische Berechnung eingehenden Werte;

— Richtigkeit der Berechnung zur Bemessung aller tragenden Bauteile, deren Anschlüsse und Verbindungen;

— Übereinstimmung mit der vorliegenden Norm.

C.2.3.3 Prüfung der Bauausführung

Die Prüfung der Bauausführung sollte im Herstellerwerk bzw. bei der ersten Aufstellung des Zelts durchgeführt werden. Es sollte geprüft und bescheinigt werden:

— Übereinstimmung mit den genehmigten technischen Unterlagen (Hauptabmessungen des Zelts, Bauteilabmessungen einschließlich der Anschlüsse und Verbindungen, verwendete Werkstoffe, Korrosionsschutz);

— Fertigungsprozess (sofern zutreffend);

— fachgerechte Ausführung der Schweißnähte;

— Vorhandensein erforderlicher Nachweise und Bescheinigungen betreffend Materialeigenschaften, Brandschutz, Schweißen usw.

C.2.4 Untersuchungen nach Reparatur, Änderung und Unfällen

Das Zelt und seine Zusatzeinrichtungen sollten vor der Wiederinbetriebnahme nach einer Reparatur, einem Umbau oder einer Änderung, die Auswirkungen auf die Struktur haben könnte, einer erneuten Untersuchung unterzogen werden.

C.2.5 Berichte

Das Ergebnis der Erstprüfung, der Prüfung nach Änderung, der wiederkehrenden Hauptuntersuchungen und der Gebrauchsabnahme sollte dokumentiert werden.

C.3 Prüfbuch (Zeltbuch)

C.3.1 Allgemeines

Das einem Zelt zugehörige Prüfbuch (Zeltbuch) sollte die Konstruktionsunterlagen mit detaillierten Informationen zu Betriebsbedingungen, zur Bauart, Anweisungen für Betrieb, Wartung, Reparaturen und Änderungen sowie Prüfungen enthalten.

Das Prüfbuch sollte als Dokument an jedem Aufstellungsort zur Einsichtnahme vorliegen.

C.3.2 Inhalt

Das Prüfbuch sollte insbesondere folgende Unterlagen enthalten:

— Bau- und Betriebsbeschreibungen;

— Übersichtszeichnungen (deutliche Darstellung der gesamten Anlage, d. h. im Maßstab 1:100 oder 1:50);

— Detailzeichnungen (präzise Abbildungen der Bauteile und deren Anschlüsse/Verbindungen, d. h. im Maßstab 1:10 oder 1:5; andere Maßstäbe sind möglich, wenn die Deutlichkeit nicht beeinträchtigt wird);

— statische Berechnung;

— Prüfberichte nach C.2.5 und gegebenenfalls Berichte über weitere Inspektionen;

— Anweisungen in der Sprache des Betreibers und des Bestimmungslandes (zumindest in deutscher, englischer oder französischer Sprache) für Montage und Demontage; Wartung; Liste aller Teile, die in regelmäßigen Abständen ausgetauscht werden müssen.

C.4 Wiederkehrende Hauptuntersuchung

Jede Zeltkonstruktion sollte vor Ablauf eines im Prüfbuch angegebenen Zeitraums wiederkehrend geprüft werden.

Der Zeitraum zwischen zwei Hauptuntersuchungen sollte nach den lokalen Regelungen festgelegt werden, jedoch 3 Jahre nicht überschreiten.

Die Prüfung sollte in der Regel am aufgebauten Zelt durchgeführt werden. In einzelnen Fällen besteht die Möglichkeit, die Konstruktion im abgebauten Zustand zu prüfen.

Die folgenden Untersuchungen sollten schwerpunktmäßig durchgeführt werden:

— korrekter Aufbau;

— Kontrolle der Konstruktion, insbesondere von geänderten, reparierten oder ausgetauschten Teilen;

— Feststellung von Schäden, Rissen und Korrosion;

— Prüfung von Sicherheitseinrichtungen (sofern zutreffend);

— Einhaltung der Auflagen aus vorangegangenen Prüfungen.

C.5 Gebrauchsabnahme

C.5.1 Allgemeines

Zelte sollten nach jeder neuen Aufstellung einer Gebrauchsabnahme unterzogen werden, die von fachlich ausgebildeten Personen durchzuführen ist.

C.5.2 Umfang der Gebrauchsabnahme

Die folgenden Untersuchungen sollten durchgeführt werden:

— Einhaltung der durch das Prüfbuch vorgegebenen Auflagen;

— ordnungsgemäße Unterpallung und Verankerung nach den Plänen unter Berücksichtigung der örtlichen Bodenbedingungen;

— Kontrolle der Verankerung;

— Übereinstimmung mit den Bauunterlagen, Vorhandensein aller tragenden Bauteile einschließlich der Verbände, Vergleich der Form und der Querschnitte von tragenden Bauteilen. Der ordnungsgemäße Einbau von Treppen, Podien, Auskleidungen, Dekorationen und ähnlicher Ausrüstung ist zu beachten;

— Eignung des Standortes für das Zelt;

— Erhaltungszustand der wesentlichen tragenden Bauteile (stichprobenartige Prüfung vor Ort);

— Befestigungen.

Literaturhinweise

[1] EN 3 (alle Teile), *Tragbare Feuerlöscher*

[2] EN ISO 1141, *Faserseile — Polyester — 3-, 4-, 8- und 12-litzige Seile (ISO 1141)*

[3] EN ISO 1346, *Faserseile — Polypropylen-Splitfilm, Monofilament und Multifilament (PP2) und hochfestes Polypropylen-Multifilament (PP3) - 3-, 4-, 8- und 12-litzige Seile (ISO 1346)*

[4] EN ISO 1969, *Faserseile — Polyethylen - 3- und 4-litzige Seile (ISO 1969)*

[5] EN ISO 7010, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Registrierte Sicherheitszeichen (ISO 7010)*

August 2015

DIN SPEC 20000-201

ICS 91.100.50

Ersatz für
DIN V 20000-201:2006-11 und
DIN V 20000-201
Berichtigung 1:2009-01

Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 201: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung in Dachabdichtungen

Application of construction products in structures –
Part 201: Application standard for flexible sheets for waterproofing according to European product standards for the use as waterproofing of roofs

Application des produits de construction destinés à la construction –
Partie 201: Norme d'application pour feuilles souples d'étanchéité selon Normes européenes de produits pour etanchéité pour toits non-utilisés

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 35 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)
DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)

Inhalt

Seite

Vorwort **3**

1 Anwendungsbereich **4**

2 Normative Verweisungen **4**

3 Begriffe **6**

4 Bezeichnung und Kurzzeichen **7**
4.1 Allgemeines **7**
4.2 Kurzzeichen für Anwendungstypen **7**
4.3 Kurzzeichen für Eigenschaftsklassen **7**
4.4 Kurzzeichen für Produktmerkmale **7**

5 Anforderungen **13**
5.1 Bitumen- und Polymerbitumenbahnen für Dachabdichtungen nach DIN EN 13707 ..... **13**
5.2 Kaltselbstklebende Bitumen-Dichtungsbahnen mit HDPE-Trägerfolie für Balkone, Loggien, Laubengänge nach DIN EN 13969 ..... **28**
5.3 Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen nach DIN EN 13956 ..... **29**

Literaturhinweise **35**

Vorwort

Diese DIN SPEC wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-02-11 AA „Dachabdichtungen“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) als Anwendungsnorm für die Verwendung von werksmäßig hergestellten Abdichtungsbahnen nach harmonisierten europäischen Produktnormen für Dachabdichtungen in Deutschland erarbeitet.

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden DIN SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser DIN SPEC sind erbeten

— vorzugsweise als Datei per E-Mail an 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 DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die in Übereinstimmung mit den harmonisierten Teilen von DIN EN 13707, DIN EN 13956 und DIN EN 13969 hergestellten Produkte erhalten eine CE-Kennzeichnung und dürfen somit im Geltungsbereich der EU-Bauproduktenverordnung frei gehandelt werden.

Die Regelung zur Verwendung der Produkte bleibt jedoch in der Zuständigkeit der Mitgliedstaaten.

In der Bundesrepublik Deutschland darf die Verwendung der CE-gekennzeichneten Produkte entsprechend Beschluss des NABau-Beirats und in Abstimmung mit der Bauministerkonferenz der Länder (ARGEBAU) durch Anwendungsnormen geregelt werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN V 20000-201:2006-11 und DIN V 20000-201 Berichtigung 1:2009-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Die Normen der Reihe DIN 18195 inklusive Beiblatt wurden vollständig überarbeitet und die Regelungen dieser in DIN 18195 (Terminologie) sowie in die Normenreihen DIN 18531 bis DIN 18535 übernommen und aktualisiert. Dabei wurden auch neue Stoffe für die Abdichtung in die bauteilbezogenen Normenreihen aufgenommen. Auf dieser Grundlage wurde die vorliegende Anwendungsnorm aktualisiert, neue Stoffe aufgenommen und das Dokument redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN V 20000-201: 2006-11
DIN V 20000-201 Berichtigung 1: 2009-01

DIN SPEC 20000-201:2015-08

1 Anwendungsbereich

Diese Vornorm legt für die in DIN EN 13707, DIN EN 13956 und DIN EN 13969 angegebenen Eigenschaften anwendungsbezogene Anforderungen für die Verwendung in der Abdichtung nicht genutzter und genutzter Dächer sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen nach DIN 18531 fest und ordnet den Produkten Bezeichnungen und Kurzzeichen zu. Sie gilt zusammen mit DIN EN 13707, DIN EN 13956 und DIN EN 13969.

In Abschnitt 5 werden anwendungsbezogene Anforderungen an die Produkte gestellt, die bauaufsichtlich in Bezug genommen werden. In Abschnitt 4 werden darüber hinaus weitere Anforderungen für Bahnen gestellt, die nach DIN 18531 verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 18195, *Abdichtung von Bauwerken — Begriffe*

DIN 18531-1, *Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen — Teil 1: Nicht genutzte und genutzte Dächer — Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze*

DIN 18531-2, *Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen — Teil 2: Nicht genutzte und genutzte Dächer — Stoffe*

DIN 18531-4, *Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen — Teil 4: Balkone, Loggien und Laubengänge — Stoffe, Auswahl, Ausführung und Details*

DIN 52123, *Prüfung von Bitumen- und Polymerbitumenbahnen*

DIN EN 495-5, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung des Verhaltens beim Falzen bei tiefen Temperaturen — Teil 5: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1107-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Maßhaltigkeit — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1107-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Maßhaltigkeit — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1108, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung*

DIN EN 1109, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Kaltbiegeverhaltens*

DIN EN 1110, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Wärmestandfestigkeit bei erhöhter Temperatur*

DIN EN 1297, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Verfahren zur künstlichen Alterung bei kombinierter Dauerbeanspruchung durch UV-Strahlung, erhöhte Temperatur und Wasser*

DIN EN 1548:2007-11, *Abdichtungsbahnen — Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Verhalten nach Lagerung auf Bitumen; Deutsche Fassung EN 1548:2007*

DIN EN 1652, *Kupfer und Kupferlegierungen — Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden zur allgemeinen Verwendung*

DIN EN 1844, *Abdichtungsbahnen — Verhalten bei Ozonbeanspruchung — Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1848-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Länge, Breite und Geradheit — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1848-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Länge, Breite, Geradheit und Planlage — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1849-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Dicke und flächenbezogenen Masse — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1849-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Dicke und der flächenbezogenen Masse — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1850-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung sichtbarer Mängel — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1850-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung sichtbarer Mängel — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1928, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Wasserdichtheit*

DIN EN 1931, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit*

DIN EN 12039, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Bestreuungshaftung*

DIN EN 12310-1, *Abdichtungsbahnen — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Weiterreißwiderstandes (Nagelschaft)*

DIN EN 12310-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung des Widerstandes gegen Weiterreißen — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 12311-1, *Abdichtungsbahnen — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens*

DIN EN 12311-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 12316-1, *Abdichtungsbahnen — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen; Bestimmung des Schälwiderstandes der Fügenähte*

DIN EN 12316-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung des Schälwiderstandes der Fügenähte — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 12317-1, *Abdichtungsbahnen — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen; Bestimmung des Scherwiderstandes der Fügenähte*

DIN EN 12317-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung des Scherwiderstandes der Fugennähte — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 12691, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Widerstandes gegen stoßartige Belastung*

DIN EN 12730, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Widerstandes gegen statische Belastung*

DIN EN 13583, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Widerstandes gegen Hagelschlag*

DIN EN 13707:2009-10, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen mit Trägereinlage für Dachabdichtungen — Definitionen und Eigenschaften, Deutsche Fassung EN 13707:2013*

DIN EN 13897, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur*

DIN EN 13948, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Widerstandes gegen Durchwurzelung*

DIN EN 13956:2013-03, *Abdichtungsbahnen — Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Definitionen und Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 13956:2012*

DIN EN 13969:2007-03, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser —Definitionen und Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 13969:2004 + A1:2006*

DIN EN ISO 11925-2, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten — Teil 2: Entzündbarkeit bei direkter Flammeneinwirkung*

DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187), *Prüfverfahren zur Beanspruchung von Bedachungen durch Feuer von außen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 13707, DIN EN 13956, DIN EN 13969, DIN 18195 und die folgenden Begriffe.

3.1
Hersteller-Grenzwert
MLV
(en: manufacturer’s limiting value)
ein vom Hersteller angegebener Wert, der bei der Prüfung eingehalten werden muss

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller-Grenzwert kann sowohl ein Mindestwert als auch ein Höchstwert sein, je nachdem, was in der jeweiligen Produkteigenschaft in dieser DIN SPEC angegeben ist.

3.2
Hersteller-Nennwert
MDV
(en: manufacturer’s declared value)
vom Hersteller angegebener Wert mit einer angegebenen Toleranz

3.3
Grenzwert
Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der vom Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

4 Bezeichnung und Kurzzeichen

4.1 Allgemeines

Die Bezeichnung der Bahnen besteht aus Kurzzeichen für Anwendungstypen, Eigenschaftsklassen und Produktmerkmale.

Die Bezeichnung der Produkte mit den Kurzzeichen setzt voraus, dass die Anforderungen dieser Norm erfüllt sind. Das Kurzzeichen nach dieser Norm darf nur außerhalb der CE-Kennzeichnung angebracht werden. Die Nachweise sowie die Bezeichnung erfolgen in Verantwortlichkeit des Herstellers.

4.2 Kurzzeichen für Anwendungstypen

DE Bahnen für einlagige Dachabdichtung

DO Bahnen für die Oberlage einer mehrlagigen Dachabdichtung

DU Bahnen für die untere Lage einer mehrlagigen Dachabdichtung

DZ Bahnen für Zwischenlage bzw. zusätzliche Lage einer mehrlagigen Dachabdichtung

4.3 Kurzzeichen für Eigenschaftsklassen

Die Kurzzeichen für Eigenschaftsklassen nach DIN 18531-2:

E1 Bahnen mit Widerstand gegen hohe thermische und hohe mechanische Beanspruchung

E2 Bahnen mit Widerstand gegen mäßige thermische und hohe mechanische Beanspruchung

E3 Bahnen mit Widerstand gegen hohe thermische und mäßige mechanische Beanspruchung

E4 Bahnen mit Widerstand gegen mäßige thermische und mäßige mechanische Beanspruchung

4.4 Kurzzeichen für Produktmerkmale

4.4.1 Kurzzeichen für Bitumen- und Polymerbitumenbahnen

Zur Stoffbezeichnung von Bitumen- und Polymerbitumenbahnen werden Kurzzeichen verwendet, die in Tabelle 1 den jeweiligen Werkstoffen zugeordnet werden.

PYE Elastomerbitumen (Bitumen modifiziert mit thermoplastischen Elastomeren);

PYP Plastomerbitumen (Bitumen modifiziert mit thermoplastischen Kunststoffen);

PYE/PYP Kombination Elastomerbitumen und Plastomerbitumen;

KSP Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahn mit Trägereinlage;

KSK Kaltselbstklebende Bitumen-Dichtungsbahn mit HDPE-Trägerfolie;

V (Zahl) Glasvlies (Zahl bei V60 = Flächengewicht in g/m^2; bei V13 = Gehalt an Löslichem in 1/100 des Gehaltes in g/m^2);

PV (Zahl) Polyestervlies (Flächengewicht in g/m^2);

G (Zahl) Glasgewebe (Flächengewicht in g/m^2);

Vcu Verbundträger aus Glasvlies, 60 g/m^2 mit Polyester-Kupferfolienverbund ≥ 0,03 mm;

Cu01 Kupferbandträgereinlage aus Kupferband 0,1 mm nach DIN EN 1652;

KTG Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Glasanteil, aus Vliesen (Glasvlies und/oder Polyestervlies) und Gelegen oder Geweben aus Kunststoff- und/oder Glasfäden, der Anteil an Glasvlies und -fäden beträgt mehr als 50 % des Gewichts der Einlage;

KTP Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil, aus Vliesen (Glasvlies und/oder Polyestervlies) und Gelegen oder Geweben aus Kunststoff- und/oder Glasfäden, der Anteil an Kunststoffvlies und -fäden beträgt mehr als 50 % des Gewichts der Einlage;

S (Zahl) Schweißbahn (Dicke der unbestreuten Bahn in mm);

DD Dachdichtungsbahn;

Zahl Dicke der Bahn in mm.

Tabelle 1 — Übersicht der Bitumen- und Polymerbitumenbahnen

Nr	1	2	3	4	5	6	7
	Bahnen	**nach**	**Mindestgewicht der Trägereinlage**[a]	**Mindestgehalt an Löslichem**[b]	**Wasser-dichtheit**[c]	**Eigen-schafts-klasse**	**Anwen-dungstyp**
1	Bitumen-Dachdich-tungsbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage G 200 DD PV 200 DD	Tabelle 4	200 g/m^2	1 600 g/m^2 2 000 g/m^2	100 kPa/ 24 h	E2	DU
2	Bitumenschweiß-bahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage G 200 S4 PV 200 S5	Tabelle 4	200 g/m^2	–			
3	Bitumenschweiß-bahnen mit Glasvlieseinlage V 60 S4	Tabelle 5	60 g/m^2	–	100 kPa/ 24 h	E4	DU[d] DZ
4	Bitumenschweiß-bahnen mit Kombinations-trägereinlage KTG S4 KTP S4	Tabelle 6	120 g/m^2	–	100 kPa/ 24 h	E2	DU
5	Polymerbitumen-schweißbahnen mit Kombinations-trägereinlage PYE-KTG S4 PYP-KTG S4 PYE-KTP S4 PYP-KTP S4 PYE/PYP- KTG S4 PYE/PYP- KTP S4	Tabelle 7	120 g/m^2	–	200 kPa/ 24 h	E1	DO
6	Polymerbitumen-Dach dichtungsbahnen PYE-G 200 DD PYE-PV 200 DD	Tabelle 8	200 g/m^2	2 100 g/m^2	200 kPa/ 24 h	E1	DO

Tabelle 1 *(fortgesetzt)*

Nr	1	2	3	4	5	6	7
	Bahnen		**Mindestgewicht der Trägereinlage**[a]	**Mindestgehalt an Löslichem**[b]	**Wasser-dichtheit**[c]	**Eigen-schafts-klasse**	**Anwen-dungstyp**
7	Polymerbitumen-schweißbahnen PYE-G 200 S4 PYP-G 200 S4 PYE-PV 200 S5 PYP-PV 200 S5	Tabelle 9	200 g/m²	–	200 kPa/ 24 h	E1	DO
8	Kaltselbstklebende Polymerbitumen-bahnen (KSP) PYE-KTG KSP – 2,8 PYP-KTG KSP – 2,8 PYE-KTG KSP – 3,2 PYP-KTG KSP – 3,2 PYE-KTP KSP – 2,8 PYP-KTP KSP – 2,8 PYE-KTP KSP – 3,2 PYP-KTP KSP – 3,2	Tabelle 10	120 g/m²	–	200 kPa/ 24 h	E1	 DU DU DO DO DU DU DO DO
9	Polymerbitumen-bahnen für einlagige Verlegung PYP-KTG – 4 PYP-KTP – 4 PYE-KTG – 4,5 PYE-KTP – 4,5	Tabelle 11	120 g/m²	–	400 kPa/ 24 h	E1	DE
10	Polymerbitumen-schweißbahnen mit Kupferverbund- oder Kupferbandeinlage PYE-Vcu S5 PYE-Cu01 S5	Tabelle 12	Glasvlies 60 g/m² + Vcu 0,03 mm Cu 0,1 mm	–	200 kPa/ 24 h	E2	DO nur als Oberlage bei Abdich-tungen unter Dachbe-grünungen
11	Glasvlies-Bitumen-Dachbahnen V 13	Tabelle 13	–	1 300 g/m²	60 kPa/ 24 h	E4	DZ nur als zusätzliche Lage oder als Trennlage
12	Kaltselbstklebende Bitumen-Dichtungs-bahnen mit HDPE-Trägerfolie KSK	Tabelle 14	HDPE 0,07 mm	-	400 kPa/24	-	Anwendung nur nach DIN 18531-4

[a] Bestimmung nach DIN 52123.

[b] Bestimmung nach DIN 52123.

[c] Bestimmung der Wasserdichtheit nach DIN EN 1928, Verfahren B.

[d] Nur bei Dachabdichtungen mit geringer mechanischer Beanspruchung der Beanspruchungsklassen IIA, IIB nach DIN 18531-1.

BEISPIELE

DO/E1
PYE – PV 200 S5
Dachbahn als Oberlage einer mehrlagigen Dachabdichtung, Eigenschaftsklasse E1, aus Polymerbitumen (PYE) mit Polyestervlieseinlage 200 g/m^2, Schweißbahn, 5 mm dick

DE/E1
PYE – KTG – 4,5
Dachbahn zur einlagigen Verlegung, Eigenschaftsklasse E1, aus Polymerbitumen (PYE) mit Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Glasanteil, Dicke 4,5 mm, mit werksseitiger Bestreuung

4.4.2 Kurzzeichen für Kunststoff- und Elastomerbahnen

Zur Stoffkennzeichnung von Kunststoff- und Elastomerbahnen werden Kurzzeichen verwendet, die in Tabelle 2 den jeweiligen Werkstoffbezeichnungen zugeordnet werden.

Tabelle 2 — Werkstoffbezeichnungen und Zusammensetzung der Kunststoffe und Elastomere

Nr.	1		2	3	4	
	Bezeichnung nach DIN EN 13956		**Eingeführte deutsche Bezeichnung**	**Zusammensetzung**		
1	ECB	Ethylencopolymerisat-Bitumen	ECB	Butylacrylat-Copolymer	min.	25 %
				Bitumen	min.	25 %
				Sonstige[a]	max.	50 %
2	EVAC	Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer/-Copolymer	EVA	Ethylen-Vinylacetat (EVA)	min.	25 %
				Polyvinylchlorid (PVC)	max.	50 %
				Sonstige[a]	max.	30 %
3	FPO	Flexibles Polyolefin	FPO	Flexibles Polyolefin (FPO)	min.	30 %
		(auf Basis PE oder PP)		Sonstige[a]	max.	70 %
4	PIB	Polyisobuten (Polyisobutylen)	PIB	Hochmolekulares Polyisobutylen (PIB)	min.	20 %
				Sonstige[a]	max.	80 %
5	PVC	Polyvinylchlorid	PVC-P	Polyvinylchlorid	min.	40 %
				Weichmacher	max.	40 %
				Sonstige[a]	max.	20 %
6	TPE	Thermoplastische Elastomere, nicht vernetzt oder teilvernetzt	TPE	Thermoplastische Elastomere (TPE)	min.	50 %
				Sonstige[a]	max.	50 %
7	EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer vernetzt	EPDM	EPDM-Elastomer	min.	25 %
				Sonstige[a]	max.	75 %

[a] Z. B. andere Polymere, Flammschutzmittel, Stabilisatoren, Füllstoffe, Verarbeitungshilfsmittel, Pigmente.

Zur weiteren Stoffbeschreibung werden neben der Werkstoffbezeichnung folgende Kurzzeichen verwendet:

K	kaschiert
V	verstärkt
E	Einlage
BV	bitumenverträglich
NB	nicht bitumenverträglich
SK	Selbstklebeschicht
PBS	Polymerbitumenschicht
Zahl	Nenndicke e_{ff} in mm
GV	Glasvlies
PV	Polyestervlies
PPV	Polypropylenvlies
GG	Glasgittergelege/-gewebe
PG	Polyestergewebe/-gelege

DIN SPEC 20000-201:2015-08

Tabelle 3 — Übersicht der Kunststoff- und Elastomerbahnen

Nr.	1	2	3	4	5
	Bahnen[a]	**nach**	**Wasserdichtheit**[b]	**Eigenschafts-klasse**	**Anwendungstyp**
1	Homogene Bahnen mit oder ohne Selbstklebeschicht (SK) EVA-BV-1,2 PVC-P-BV-1,2 TPE-BV-1,2 EPDM-BV-1,1 EPDM-BV-1,1-SK	Tabelle 14	400 kPa/72 h	E1	DE
2	Bahnen mit Einlagen mit oder ohne Selbstklebeschicht (SK) ECB-BV-E-GV-2,0 ECB-BV-E-GV-2,0-SK FPO-BV-E-GV-1,2 PVC-P-BV-E-GV-1,5-SK PVC-P-NB-E-GV-1,2 PVC-P-BV-E-GV-1,2	Tabelle 15	400 kPa/72 h	E1	DE
3	Bahnen mit Verstärkung mit oder ohne Selbstklebeschicht oder Polymerbitumenbeschichtung EVA-BV-V-(X)[c] -1,2 FPO-BV-V-(X)[c] -1,2 PVC-P-NB-V-(X)[c] –1,2 PVC-P-BV-V-(X)[c] –1,2 PVC-P-BV-V-(X)[c] –1,2-SK EPDM-BV-V-(X)[c] –1,3 EPDM-BV-V-(X)[c] –1,3-PBS	Tabelle 16	400 kPa/72 h	E1	DE
4	Bahnen mit Kaschierung mit oder ohne Selbstklebeschicht EVA-BV-K-(X)[c] –1,2 EVA-BV-K-(X)[c] –1,2-SK FPO-BV-E-GV-K-(X)[c] –1,2 FPO-BV-V-(X)[c]-K-(X)[c] –1,2 PVC-P-BV-K-(X)[c] –1,2 PVC-P-BV-K-(X)[c] –1,2-SK PVC-P-NB-E-GV-K-(X)[c] –1,2 PVC-P-BV-E-GV-K-(X)[c] –1,2 PVC-P-NB-V-(X)[c]-K-(X)[c] –1,2 PVC-P-BV-V-(X)[c]-K-(X)[c] –1,2 TPE-BV-K-(X)[c] –1,2 TPE-BV-K-(X)[c] –1,2-SK ECB-BV-E-GV-K-(X)[c] –2,0 PIB-BV-K-(X)[c] –1,5 EPDM-BV-K-(X)[c] –1,1 EPDM-BV-K-(X)[c] –1,1-SK	Tabelle 17	400 kPa/72 h	E1	DE

[a] Nenndicke e_{ff} ohne Kaschierung und/oder Selbstklebeschicht.

[b] Bestimmung der Wasserdichtheit nach DIN EN 1928, Verfahren B.

[c] Art der Verstärkung nach 5.3.3.3, z. B. PV, GG, PG bzw. Art der Kaschierung nach 5.3.3.4, z. B. PV, PPV, GG.

12

BEISPIELE

DE/E1
EPDM-BV-1,1
Dachbahn zur einlagigen Verlegung, Eigenschaftsklasse E1, aus Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer (EPDM), bitumenverträglich, homogen, Dicke 1,1 mm

DE/E1
PVC-P-NB-E-GV-1,5
Dachbahn zur einlagigen Verlegung, Eigenschaftsklasse E1, aus Polyvinylchlorid weich, nicht bitumenverträglich, mit Einlage aus Glasvlies, Dicke 1,5 mm

DE/E1
EPDM-BV-K-PV-1,1
Dachbahn zur einlagigen Verlegung, Eigenschaftsklasse E1, aus Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer (EPDM), bitumenverträglich, mit Kaschierung aus Polyestervlies, Dicke 1,1 mm

DE/E1
FPO-BV-V-GG-1,5
Dachbahn für einlagige Verlegung, Eigenschaftsklasse E1, aus flexiblen Polyolefinen, bitumenverträglich, mit Verstärkung aus Glasgittergelege/-gewebe, Dicke 1,5 mm

5 Anforderungen

5.1 Bitumen- und Polymerbitumenbahnen für Dachabdichtungen nach DIN EN 13707

5.1.1 Allgemeines

Bitumen- und Polymerbitumenbahnen, die für Dachabdichtungen verwendet werden dürfen, müssen die Anforderungen nach 5.1.2.1 bis 5.1.2.10 an die Stoffe und Eigenschaften erfüllen. Darüber hinaus dürfen keine gefährlichen Substanzen in solchen Mengen freigesetzt werden, dass diese nachteilige Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt haben. Die diesbezüglichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften sind einzuhalten.

Bahnen, die den genannten Stoffen entsprechen, jedoch die Anforderungen an die Eigenschaften nicht erfüllen, dürfen als Zwischenlage oder zusätzliche Lage ohne weitere Nachweise verwendet werden.

Bei geeigneter Oberflächenausrüstung dürfen Bahnen für einlagige Abdichtungen auch als Oberlagen verwendet werden und Bahnen des Anwendungstyps DO und DE dürfen auch als untere Lagen sowie Zwischenlagen verwendet werden. Bahnen des Anwendungstyps DU dürfen auch als Zwischenlage verwendet werden.

5.1.2 Anforderungsprofile

5.1.2.1 Bitumen-Dachdichtungsbahnen und Bitumenschweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage als untere Lage

Bitumen-Dachdichtungsbahnen und Bitumenschweißbahnen nach Tabelle 4, die als untere Lage verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage aus Glasgewebe oder Polyestervlies, die mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen ist.

Bitumen-Dachdichtungsbahnen sind beidseitig gleichmäßig mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend gedrungenem (kugeligem) Korn mit einer Größe bis etwa 1 mm bestreut. Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Menge und Art der Tränk- und Deckmasse müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 4 eingehalten werden.

Bitumenschweißbahnen sind beidseitig talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen. Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Tabelle 4 — Bitumendachdichtungsbahnen und Bitumenschweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage als untere Lage — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.2.2	Dicke[a] (nur Bitumenschweißbahnen)	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4 (G) MDV ≥ 5 (PV)
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928	–	bestanden
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A.
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	k. A.
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 1 000 (G) MDV-Toleranz ≥ 800 (PV)
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz ≥ 2 (G) MDV-Toleranz ≥ 35 (PV)
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[c]	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[d]	DIN EN 13948	–	k. A.
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	k. A.
5.2.16	Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	DIN EN 1108	%	k. A.
5.2.17	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.2.18	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	MLV ≥ +70
5.2.19	Künstliche Alterung DIN EN 1296	DIN EN 1109 oder DIN EN 1110	°C	k. A.

Tabelle 4 *(fortgesetzt)*

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	**Eigenschaft**			
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusions-widerstandszahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.

[a] Dickenangaben: Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[b] Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

[c] Nur bei mechanischer Fixierung.

[d] Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL Verfahren [1] anerkannt.

k. A. keine Anforderung

5.1.2.2 Bitumenschweißbahnen mit Glasvlieseinlage als untere Lage — Eigenschaften und Anforderungen

Bitumenschweißbahnen nach Tabelle 5, die als untere Lage verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage aus Glasvlies, die mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen ist. Das Flächengewicht der Trägereinlage muss sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 5 eingehalten werden.

Bitumenschweißbahnen sind beidseitig talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen. Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Tabelle 5 — Bitumenschweißbahnen mit Glasvlieseinlage als untere Lage — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	**Eigenschaft**			
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.2.2	Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928		bestanden
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A.
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.

Tabelle 5 *(fortgesetzt)*

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	k. A.
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 400 (längs) MDV-Toleranz ≥ 300 (quer)
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV–Toleranz ≥ 2
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[c]	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[d]	DIN EN 13948		k. A.
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	k. A.
5.2.16	Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	DIN EN 1108	%	k. A.
5.2.17	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.2.18	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	MLV ≥ +70
5.2.19.3	Künstliche Alterung	–	–	k. A.
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusionswider-standszahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.

[a] Dickenangaben: Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[b] Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

[c] Nur bei mechanischer Fixierung.

[d] Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

k. A. keine Anforderung

5.1.2.3 Bitumenschweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage als untere Lage

Bitumenschweißbahnen nach Tabelle 6, die als untere Lage verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage aus Kombinationsträger, die mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen ist. Das Flächengewicht der Trägereinlage muss sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 6 eingehalten werden.

Bitumenschweißbahnen sind beidseitig talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen. Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Tabelle 6 — Bitumenschweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage als untere Lage — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert	
Abschnitt	Eigenschaft			KTG	KTP
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel	
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	mm	k. A.	
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	mm	k. A.	
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20	
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.	
5.2.2	Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4	
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928	–	bestanden	
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.	
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN EN 13501-1	
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A.	
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.	
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	k. A.	
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 1 000	MDV-Toleranz ≥ 800
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz ≥ 1,5	MDV-Toleranz ≥ 15
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.	
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.	
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[c]	DIN EN 12310-1	N	k. A.	
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[d]	DIN EN 13948	–	k. A.	
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	k. A.	
5.2.16	Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	DIN EN 1108	%	k. A.	
5.2.17	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0	
5.2.18	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	MLV ≥ +70	
5.2.19.3	Künstliche Alterung	–	–	k. A.	
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.	
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.	

[a] Dickenangaben: Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[b] Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

[c] Nur bei mechanischer Fixierung.

[d] Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

k. A. keine Anforderung

5.1.2.4 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage als Oberlage

Polymerbitumen-Schweißbahnen nach Tabelle 7, die als Oberlage verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage aus Kombinationsträger, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Elastomer- oder Plastomerbitumen versehen ist. Die Deckschichten auf Ober- und Unterseite können aus gleichen oder unterschiedlichen Polymerbitumen bestehen. Das Flächengewicht der Trägereinlage muss sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 7 eingehalten werden. Polymerbitumen-Schweißbahnen sind unterseitig talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Die Oberseite von Polymerbitumenbahnen aus Elastomerbitumen ist mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend schuppenförmigem Korn mit einer Größe von etwa 1 mm bis 4 mm oder Granulat bestreut. Für die Oberseite von Polymerbitumenbahnen aus Plastomerbitumen ist dies nicht notwendig, jedoch zulässig. Nicht bestreute Bahnen sind auf der Oberseite talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Tabelle 7 — Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage als Oberlage — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Mindestanforderung/Grenzwert	
Abschnitt	Eigenschaft			KTG	KTP
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel	
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	mm	k. A.	
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	mm	k. A.	
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20	
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.	
5.2.2	Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	unbestreut MDV ≥ 4 bestreut MDV ≥ 4,2	
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928	–	bestanden	
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.	
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN EN 13501-1	
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A.	
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.	
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	k. A.	
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 1000	MDV-Toleranz ≥ 800
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz ≥ 1,5	MDV-Toleranz ≥ 15
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.	
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.	
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[c]	DIN EN 12310-1	N	k. A.	

Tabelle 7 *(fortgesetzt)*

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Mindestanforderung/Grenzwert	
Abschnitt	Eigenschaft			KTG	KTP
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[d]	DIN EN 13948	–	k. A.	
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	k. A.	
5.2.16	Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	DIN EN 1108	%	k. A.	
5.2.17	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	MLV PYE ≤ -25/PYP ≤ -5[e]	
5.2.18	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	MLV PYE $\geq +100$/PYP $\geq +130$[e]	
5.2.19	Künstliche Alterung	DIN EN 1109 oder DIN EN 1110	°C	k. A.	
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.	
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.	

a Dickenangaben: Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

b Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

c Nur bei mechanischer Fixierung.

d Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung, werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren anerkannt.

e Die Anforderungen für die Ober-und Unterseite.

k. A. keine Anforderung

5.1.2.5 Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen als Oberlage

Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen nach Tabelle 8, die als Oberlage verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage aus Glasgewebe oder Polyestervlies, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Elastomerbitumen versehen ist. Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Menge und Art der Tränk- und Deckmasse müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 8 eingehalten werden.

Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen sind unterseitig gleichmäßig mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend gedrungenem (kugeligem) Korn mit einer Größe bis etwa 1 mm bestreut.

Die Oberseite von Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen ist mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend schuppenförmigem Korn mit einer Größe von etwa 1 mm bis 4 mm oder Granulat bestreut.

DIN SPEC 20000-201:2015-08

Tabelle 8 — Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen als Oberlage — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.2.2	Dicke	DIN EN 1849-1	mm	k. A.
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928	–	bestanden
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E Nach DIN EN 13501-1
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A.
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	k. A.
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 1 000 (G) MDV-Toleranz ≥ 800 (PV)
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz ≥ 2 (G) MDV-Toleranz ≥ 35 (PV)
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[b]	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[c]	DIN EN 13948	–	k. A.
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	k. A
5.2.16	Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	DIN EN 1108	%	k. A.
5.2.17	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ −25
5.2.18	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	MLV ≥ +100
5.2.19	Künstliche Alterung	DIN EN 1109 oder DIN EN 1110	°C	k. A.
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusions-widerstandszahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.

[a] Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

[b] Nur bei mechanischer Fixierung.

[c] Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

k. A. keine Anforderung

5.1.2.6 Polymerbitumen-Schweißbahnen als Oberlage

Polymerbitumen-Schweißbahnen nach Tabelle 9, die als Oberlage verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage aus Polyestervlies oder Glasgewebe, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Polymerbitumen versehen ist.

Polymerbitumen-Schweißbahnen sind unterseitig talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen. Das Flächengewicht der Trägereinlage muss sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 9 eingehalten werden.

Die Oberseite von Polymerbitumen-Schweißbahnen aus Elastomerbitumen ist mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend schuppenförmigem Korn mit einer Größe von etwa 1 mm bis 4 mm oder Granulat bestreut. Für die Oberseite von Polymerbitumen-Schweißbahnen aus Plastomerbitumen ist dies nicht notwendig, jedoch zulässig. Nicht bestreute Bahnen sind auf der Oberseite talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Tabelle 9 — Polymerbitumen-Schweißbahnen als Oberlage — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.2.2	Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	unbestreut MDV ≥ 4 (G) bestreut MDV ≥ 4,2 (G) unbestreut MDV ≥ 5 (PV) bestreut MDV ≥ 5,2 (PV)
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928	–	bestanden
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A.
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	k. A.
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 1 000 (G) MDV-Toleranz ≥ 800 (PV)
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz ≥ 2 (G) MDV-Toleranz ≥ 35 (PV)
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[c]	DIN EN 12310-1	N	k. A.

Tabelle 9 *(fortgesetzt)*

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[d]	DIN EN 13948	–	k. A.
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	k. A.
5.2.16	Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	DIN EN 1108	%	k. A.
5.2.17	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	MLV PYE ≤ −25 /PYP ≤ −15
5.2.18	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	MLV PYE ≥ +100 /PYP ≥ +130
5.2.19	Künstliche Alterung	DIN EN 1109 oder DIN EN 1110	°C	k. A.
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusions-widerstandszahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.

[a] Dickenangaben: Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[b] Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

[c] Nur bei mechanischer Fixierung.

[d] Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

k. A. keine Anforderung

5.1.2.7 Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen als Oberlage bzw. untere Lage

Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen nach Tabelle 10, die als untere Lage oder Oberlage verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage (im Regelfall Kombinationsträger), die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Polymerbitumen versehen ist. Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Menge und Art der Tränk- und Deckmasse müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 10 eingehalten werden.

Die Unterseite der Bahnen ist kaltselbstklebend ausgerüstet und mit einem abziehbaren Trennpapier oder einer abziehbaren Trennfolie versehen.

Die Oberseite von kaltselbstklebenden Polymerbitumenbahnen aus Elastomerbitumen ist mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend schuppenförmigem Korn mit einer Größe von etwa 1 mm bis 4 mm oder Granulat bestreut. Für die Oberseite von kaltselbstklebenden Polymerbitumenbahnen aus Plastomerbitumen ist dies nicht notwendig, jedoch zulässig. Nicht bestreute Bahnen sind auf der Oberseite talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Tabelle 10 — Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen als Oberlage bzw. untere Lage — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.2.2	Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 2,8 (DU) unbestreut MDV ≥ 3,2 (DO) bestreut MDV ≥ 3,5 (DO)
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928	–	bestanden
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A.
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	k. A.
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 1 000 (KTG) MDV-Toleranz ≥ 800 (KTP)
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz ≥ 1,5 (KTG) MDV-Toleranz ≥ 15 (KTP)
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[c]	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[d]	DIN EN 13948	–	k. A.
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	k. A.
5.2.16	Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	DIN EN 1108	%	k. A.
5.2.17	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	MLV PYE ≤ −25/PYP ≤ −15
5.2.18	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	MLV PYE ≥ +100/PYP ≥ +130
5.2.19	Künstliche Alterung (für Oberlagen)	DIN EN 1109 oder DIN EN 1110	°C	k. A.
5.2.19.3	Künstliche Alterung (für Unterlagen)	–		
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusionswiderstands-zahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.

[a] Dickenangaben: Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[b] Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

[c] Nur bei mechanischer Fixierung.

[d] Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

k. A. keine Anforderung

5.1.2.8 Polymerbitumenbahnen für einlagige Verlegung

Polymerbitumenbahnen nach Tabelle 11, die für einlagige Verlegung verwendet werden können, bestehen aus einer oder mehreren Trägereinlagen aus Kombinationsträger, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Polymerbitumen versehen ist. Das Flächengewicht der Trägereinlage muss sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 11 eingehalten werden.

Polymerbitumenbahnen für einlagige Verlegung sind unterseitig talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Die Oberseite von Polymerbitumenbahnen aus Elastomerbitumen ist mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend schuppenförmigem Korn mit einer Größe von etwa 1 mm bis 4 mm oder Granulat bestreut. Für die Oberseite von Polymerbitumenbahnen aus Plastomerbitumen ist dies nicht notwendig jedoch zulässig.

Nicht bestreute Bahnen sind auf der Oberseite talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Tabelle 11 — Polymerbitumenbahnen für einlagige Verlegung — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.2.2	Dicke[a] bestreut unbestreut	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4,5 MDV ≥ 4,0
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928	–	bestanden
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A.
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 800
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 1 000 (KTG) MDV-Toleranz ≥ 800 (KTP)
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz ≥ 1,5 (KTG) MDV-Toleranz ≥ 15 (KTP)
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	MLV ≥ 15
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[c]	DIN EN 12310-1	N	MDV-Toleranz ≥ 200

Tabelle 11 *(fortgesetzt)*

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	**Eigenschaft**			
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[d]	DIN EN 13948	–	k. A.
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	MDV + Toleranz ≤ 0,3
5.2.16	Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	DIN EN 1108	%	k. A.
5.2.17	Kaltbiegeverhalten[e]	DIN EN 1109	°C	MLV PYE ≤ −30/PYP ≤ −20
5.2.18	Wärmestandfestigkeit[e]	DIN EN 1110	°C	MLV PYE ≥ +110/PYP ≥ +130
5.2.19	Künstliche Alterung	DIN EN 1109 oder DIN EN 1110	°C	k. A.
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusions-widerstandszahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.

[a] Dickenangaben: Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[b] Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

[c] Nur bei mechanischer Fixierung.

[d] Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

[e] Plastizitätsspanne nach Alterung (Temperaturbereich zwischen Kaltbiegeverhalten und Wärmestandfestigkeit in K) MLV PYE/PYP ≥ 110.

k. A. keine Anforderung

5.1.2.9 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Kupferverbund- oder Kupferbandeinlage, als Oberlage bei Abdichtungen unter Dachbegrünungen

Polymerbitumen-Schweißbahnen nach Tabelle 12 die als Oberlage unter Dachbegrünungen verwendet werden können, bestehen aus einer Kupferverbund- oder Kupferbandträgereinlage oder aus einer Kombination aus Glasvlies mit Polyester-Kupferfolienverbund, die auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Polymerbitumen versehen ist. Das Flächengewicht bzw. die Art der Trägereinlage muss sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 12 eingehalten werden. Sie sind beidseitig talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

DIN SPEC 20000-201:2015-08

Tabelle 12 — Polymerbitumenschweißbahnen mit Kupferverbund- oder Kupferbandeinlage, als Oberlage bei Abdichtungen unter Dachbegrünungen — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.2.2	Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 5,0
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928	–	bestanden
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN 13501-1
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	k. A.
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 500
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz ≥ 3,0
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[c]	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[d]	DIN EN 13948	–	bestanden
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	k. A.
5.2.16	Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	DIN EN 1108	%	k. A.
5.2.17	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ −20
5.2.18	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	MLV ≥ +80
5.2.19.3	Künstliche Alterung	–	–	k. A.
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusionswiderstands-zahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.

[a] Dickenangaben: Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[b] Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

[c] Nur bei mechanischer Fixierung.

[d] Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

k. A. keine Anforderung

5.1.2.10 Glasvlies-Bitumendachbahn als Zwischenlage

Glasvlies-Bitumendachbahnen nach Tabelle 13, die als Zwischenlage verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage aus Glasvlies, die mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen ist.

Glasvlies-Bitumendachbahnen sind beidseitig gleichmäßig mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend gedrungenem (kugeligem) Korn mit einer Größe bis etwa 1 mm bestreut. Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Menge und Art der Tränk- und Deckmasse müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 13 eingehalten werden.

Tabelle 13 — Glasvlies-Bitumendachbahn als Zwischenlage — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13707:2009-10		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-1	mm	k. A.
5.2.2	Gradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.2.2	Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.2.2	Dicke	DIN EN 1849-1	mm	k. A.
5.2.3	Wasserdichtheit (Verfahren B)	DIN EN 1928	–	bestanden
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN 13501-1
5.2.7	Wasserdichtheit nach Dehnung bei niedriger Temperatur	DIN EN 13897	–	k. A.
5.2.8.1	Schälfestigkeit	DIN EN 12316-1	N/50 mm	k. A.
5.2.8.2	Scherfestigkeit	DIN EN 12317-1	N/50 mm	k. A.
5.2.10	Zugverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz ≥ 400 (längs) MDV-Toleranz ≥ 300 (quer)
5.2.10	Zugverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz ≥ 2
5.2.11	Widerstand gegen stoßartige Belastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.2.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.
5.2.13	Widerstand gegen Weiterreißen[b]	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.2.14	Widerstand gegen Durchwurzelung[c]	DIN EN 13948	–	bestanden
5.2.15	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-1	%	k. A.
5.2.17	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.2.18	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	MLV ≥ +70
5.2.19.3	Künstliche Alterung	–	–	k. A.
5.2.20	Bestreuungshaftung	DIN EN 12039	%	k. A.
5.2.9	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusionswiderstands-zahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.

Tabelle 13 *(fortgesetzt)*

[a] Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau, in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.
[b] Nur bei mechanischer Fixierung.
[c] Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.
k. A. keine Anforderung

5.2 Kaltselbstklebende Bitumen-Dichtungsbahnen mit HDPE-Trägerfolie für Balkone, Loggien, Laubengänge nach DIN EN 13969

Kaltselbstklebende Bitumen-Dichtungsbahnen nach Tabelle 14 bestehen aus einem kunststoffmodifizierten selbstklebenden Bitumen, das einseitig auf einer HDPE-Trägerfolie aufgebracht ist. Die selbstklebende Bitumenseite ist mit einer leicht abziehbaren, silikonisierten Trennfolie oder einem Trennpapier versehen.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Anforderungen an die Dicke der Bahnen gestellt.

Tabelle 14 — Kaltselbstklebende Bitumen-Dichtungsbahnen mit HDPE-Trägerfolie

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	–	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 1,5
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	–	bestanden
5.14	Brandverhalten	EN ISO 11925-2	–	Klasse E
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	–	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz > 200
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz > 150
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	–	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 100
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ -30
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung DIN EN 1296	DIN EN 1928	–	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalien-einwirkung DIN EN 1847	DIN EN 1928	–	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	–	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Toleranz der Dicke beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.3 Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen nach DIN EN 13956

5.3.1 Allgemeines

Kunststoff- und Elastomerbahnen, die für Dachabdichtungen verwendet werden dürfen, müssen die Anforderungen nach 5.2.3.1 bis 5.2.3.5 an die Stoffe und Eigenschaften erfüllen. Darüber hinaus dürfen keine gefährlichen Substanzen in solchen Mengen freigesetzt werden, dass diese nachteilige Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt haben. Die diesbezüglichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften sind einzuhalten.

5.3.2 Werkstoffe

Kunststoff- und Elastomerbahnen können aus nachfolgenden Werkstoffen hergestellt werden:

Bezeichnung nach DIN EN 13956

ECB Ethylencopolymerisat-Bitumen

EVAC Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer/-Copolymer

FPO flexibles Polyolefin (auf Basis PE oder PP)

PIB Polyisobuten (Polyisobutylen)

PVC Polyvinylchlorid

TPE thermoplastische Elastomere, nicht vernetzt oder teilvernetzt

EPDM Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer, vernetzt

5.3.3 Aufbau und Anforderungen bei Kunststoff- und Elastomerbahnen

5.3.3.1 Kunststoff- und Elastomerbahnen homogen, für einlagige Verlegung mit oder ohne Selbstklebeschicht

Homogene Bahnen haben keine Einlage, Verstärkung oder Kaschierung.

Tabelle 15 — Kunststoff- und Elastomerbahnen homogen, für einlagige Verlegung mit oder ohne Selbstklebeschicht — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13956:2013-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert			
Abschnitt	Eigenschaft			EVA	PVC-P BV	TPE	EPDM
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	–	frei von sichtbaren Mängeln			
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.			
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.			
5.2.2	Geradheit	DIN EN 1848-2	mm	≤ 50			
5.2.2	Planlage	DIN EN 1848-2	mm	≤ 10			
5.2.2	Flächengewicht	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.			
5.2.2	Dicke e_{ff}[a]	DIN EN 1849-2	mm	≥ 1,2	≥ 1,2	≥ 1,2	≥ 1,1
5.2.3	Wasserdichtheit	DIN EN 1928 Verfahren B	–	bestanden			

DIN SPEC 20000-201:2015-08

Tabelle 15 *(fortgesetzt)*

DIN EN 13956:2006-02		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert			
Abschnitt	Eigenschaft			EVA	PVC-P BV	TPE	EPDM
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.			
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN EN 13501-1			
5.2.6	Widerstand gegen Hagelschlag[c]	DIN EN 13583	m/s	k. A.			
5.2.7	Schälwiderstand der Fügenaht[d]	DIN EN 12316-2	N/50 mm	k. A.			≥ 50
5.2.7	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht			≥ 175
5.2.8	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	DIN EN 1931	–	k. A.			
5.2.9	Reißfestigkeit	DIN EN 12311-2	N/mm^2	≥ 12	≥ 12	≥ 5	≥ 4
5.2.9	Reißdehnung	DIN EN 12311-2	%	≥ 250	≥ 250	≥ 300	≥ 250
5.2.10	Stoßartige Belastung[c]	DIN EN 12691	mm	≥ 300			k. A.
5.2.1.1	Statische Belastung[e]	DIN EN 12730, Verfahren A, Verfahren B für EPDM	kg	k. A.			
5.2.12	Weiterreißkraft[d]	DIN EN 12310-2	N	k. A.			≥ 25
5.2.13	Widerstand gegen Durchwurzelung[f]	DIN EN 13948	–	k. A.			
5.2.14	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-2 (ΔL, ΔT)	%	≤ 2,0			≤ 1,0
5.2.15	Falzen in der Kälte	DIN EN 495-5	°C	≤ −20			≤ −25
5.2.16	Künstliche Alterung 1 000 h[c]	DIN EN 1297	–	Klasse 1			
5.2.17	Ozonbeständigkeit[g]	DIN EN 1844	–	–			keine Risse
5.2.18	Bitumenverträglichkeit[h]	DIN EN 1548:2007-11, 9.6	–	bestanden			

a Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung. Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

b Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

c Nicht bei Dächern mit Auflast und/oder Begrünung.

d Nur bei mechanisch fixierten Dächern.

e Nur bei Dächern mit Auflast und/oder Begrünung.

f Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

g Nur bei EPDM/IIR.

h Nur für bitumenverträgliche Bahnen; Bahnen mit unterseitigen Kaschierungen gelten nur dann als bitumenverträglich, wenn der Werkstoff der homogenen Bahn die Anforderungen erfüllt.

k. A. keine Anforderung

5.3.3.2 Bahnen mit Einlage

Die Einlage besteht aus einem innen liegenden Glasvlies mit einem Flächengewicht ≤ 80 g/m^2.

Tabelle 16 — Kunststoffbahnen mit Einlage für einlagige Verlegung mit oder ohne Selbstklebeschicht — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13956:2013-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert		
Abschnitt	Eigenschaften			ECB	FPO	PVC
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	–	frei von sichtbaren Mängeln		
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.2.2	Geradheit	DIN EN 1848-2	mm	≤ 50		
5.2.2	Planlage	DIN EN 1848-2	mm	≤ 10		
5.2.2	Flächengewicht	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.		
5.2.2	Dicke e_{ff}[a]	DIN EN 1849-2	mm	≥ 2,0	≥ 1,2	≥ 1,2
5.2.3	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	–	bestanden		
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.		
5.2.5.1	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E		
5.2.6	Widerstand gegen Hagelschlag[c]	DIN EN 13583	m/s	k. A.		
5.2.7	Schälwiderstand der Fügenaht[d]	DIN EN 12316-2	N/50 mm	k. A.		
5.2.7	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-2	–	Abriss außerhalb der Fügenaht		
5.2.8	Wasserdampfdurchlässigkeit: Wasserdampfdiffusions-widerstandszahl μ	DIN EN 1931	–	k. A.		
5.2.9	Reißfestigkeit	DIN EN 12311-2	N/mm^2	≥ 4	≥ 5	≥ 8
5.2.9	Reißdehnung	DIN EN 12311-2	%	≥ 400	≥ 150	≥ 150
5.2.10	Stoßartige Belastung[c]	DIN EN 12691	mm	≥ 300		
5.2.11	Statische Belastung[e]	DIN EN 12730, Verfahren A	kg	k. A.		
5.2.12	Weiterreißkraft[d]	DIN EN 12310-2	N	k. A.		
5.2.13	Widerstand gegen Durchwurzelung[f]	DIN EN 13948	–	k. A.		
5.2.14	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-2 (ΔL, ΔT)	%	≤ 1,0		≤ 0,5
5.2.15	Falzen in der Kälte	DIN EN 495-5	°C	≤ –20		
5.2.16	Künstliche Alterung 1 000 h[c]	DIN EN 1297	–	Klasse 1		
5.2.18	Bitumenverträglichkeit[g]	DIN EN 1548:2007-11, 9.6	–	bestanden		

a Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung. Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

b Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

c Nicht bei Dächern mit Auflast und/oder Begrünung.

d Nur bei mechanisch fixierten Dächern.

e Nur bei Dächern mit Auflast und/oder Begrünung.

f Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

g Nur für bitumenverträgliche Bahnen; Bahnen mit unterseitigen Kaschierungen gelten nur dann als bitumenverträglich, wenn der Werkstoff der homogenen Bahn die Anforderungen erfüllt.

k. A. keine Anforderung

5.3.3.3 Bahnen mit Verstärkung

Die Verstärkung ist innen liegend und wird aus Gewebe, Gelege, Vlies oder einer Kombination daraus hergestellt. Verstärkungen bestehen aus Glas- oder Synthesefasern.

Tabelle 17 — Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Verstärkung für einlagige Verlegung mit oder ohne Selbstklebeschicht oder Polymerbitumenschicht — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13956:2013-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert	
Abschnitt	Eigenschaften			FPO PVC/EVA	EPDM
5.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	–	frei von sichtbaren Mängeln	
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.	
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.	
5.2.2	Geradheit	DIN EN 1848-2	mm	≤ 50	
5.2.2	Planlage	DIN EN 1848-2	mm	≤ 10	
5.2.2	Flächengewicht	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.	
5.2.2	Dicke e_{ff}[a]	DIN EN 1849-2	mm	≥ 1,2	≥ 1,3
5.2.3	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	–	bestanden	
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.	
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E nach DIN EN 13501-1	
5.2.6	Widerstand gegen Hagelschlag[c]	DIN EN 13583	m/s	k. A.	
5.2.7	Schälwiderstand der Fügenaht[d]	DIN EN 12316-2	N/50 mm	k. A.	≥ 50
5.2.7	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht	≥ 175
5.2.8	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	DIN EN 1931	–	k. A.	
5.2.9	Höchstzugkraft	DIN EN 12311-2	N/50 mm	≥ 500	
5.2.9	Höchstzugkraftdehnung	DIN EN 12311-2	%	≥ 2,0	
5.2.10	Stoßartige Belastung[c]	DIN EN 12691	mm	≥ 300	k. A.
5.2.11	Statische Belastung[e] Verfahren A/B (EPDM)	DIN EN 12730	kg	k. A.	
5.2.12	Weiterreißkraft[d]	DIN EN 12310-2	N	≥ 100	≥ 25
5.2.13	Widerstand gegen Durchwurzelung[f]	DIN EN 13948	–	k. A.	
5.2.14	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-2 (ΔL, ΔT)	%	≤ 1,0	
5.2.15	Falzen in der Kälte	DIN EN 495-5	°C	≤ –20	≤ –25
5.2.16	Künstliche Alterung 1 000 h[c]	DIN EN 1297	–	Klasse 1	
5.2.17	Ozonbeständigkeit[g]	DIN EN 1844	–	k. A.	keine Risse
5.2.18	Bitumenverträglichkeit[h]	DIN EN 1548:2007-11, 9.6	–	bestanden	

Tabelle 17 *(fortgesetzt)*

a	Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung. Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.
b	Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.
c	Nicht bei Dächern mit Auflast und/oder Begrünung.
d	Nur bei mechanisch fixierten Dächern.
e	Nur bei Dächern mit Auflast und/oder Begrünung.
f	Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung, werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren anerkannt.
g	Nur bei EPDM/IIR.
h	Nur für bitumenverträgliche Bahnen; Bahnen mit unterseitigen Kaschierungen gelten nur dann als bitumenverträglich, wenn der Werkstoff der homogenen Bahn die Anforderungen erfüllt.
k. A. keine Anforderung	

5.3.3.4 Bahnen mit Kaschierung

Die Kaschierung ist auf der Unterseite aufgebracht und wird aus Gewebe, Gelege, Vlies oder einer Kombination daraus hergestellt. Kaschierungen bestehen aus Glas- oder Synthesefasern.

Vlies-Kaschierungen mit einem Flächengewicht ≤ 80 g/m^2 bleiben unberücksichtigt und werden je nach Aufbau der Bahn den Tabellen 14 bis 16 zugeordnet.

Tabelle 18 — Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Kaschierungen für einlagige Verlegung mit oder ohne Selbstklebeschicht — Eigenschaften und Anforderungen

DIN EN 13956:2013-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert			
Abschnitt	Eigenschaften			EVA, FPO, PVC, TPE	ECB	PIB	EPDM
5.2.1	Bestimmung sichtbarer Fehler	DIN EN 1850-2	–	frei von sichtbaren Mängeln			
5.2.2	Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.			
5.2.2	Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.			
5.2.2	Geradheit	DIN EN 1848-2	mm	≤ 50			
5.2.2	Planlage	DIN EN 1848-2	mm	≤ 10			
5.2.2	Flächengewicht	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.			
5.2.2	Dicke e_{ff}[a]	DIN EN 1849-2	mm	≥ 1,2	≥ 2,0	≥ 1,5	≥ 1,1
5.2.3	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	–	bestanden			
5.2.5.1	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen[b]	DIN CEN/TS 1187 (DIN SPEC 91187)	–	k. A.			
5.2.5.2	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	–	Klasse E			
5.2.6	Widerstand gegen Hagelschlag[c]	DIN EN 13583	m/s	k. A.			
5.2.7	Schälwiderstand[d] der Fügenaht	DIN EN 12316-2	N/50 mm	k. A.			≥ 50

DIN SPEC 20000-201:2015-08

Tabelle 18 *(fortgesetzt)*

DIN EN 13956:2013-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert			
Abschnitt	Eigenschaften			EVA, FPO, PVC, TPE	ECB	PIB	EPDM
5.2.7	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht		≥ 150	≥ 175
5.2.8	Wasserdampfdiffusions-widerstandszahl	DIN EN 1931	–	k. A.			
5.2.9	Höchstzugkraft	DIN EN 12311-2	N/50 mm	≥ 500		≥ 400	≥ 500
5.2.9	Höchstzugkraftdehnung	DIN EN 12311-2	%	≥ 2,0			
5.2.10	Stoßartige Belastung[c]	DIN EN 12691	mm	≥ 300			k. A.
5.2.11	Statische Belastung[e] Verfahren A/B (EPDM)	DIN EN 12730	kg	k. A.			
5.2.12	Weiterreißkraft[d]	DIN EN 12310-2	N	k. A.			≥ 25
5.2.13	Widerstand gegen Durchwurzelung[f]	DIN EN 13948	–	k. A.			
5.2.14	Maßhaltigkeit	DIN EN 1107-2 (ΔL, ΔT)	%	≤ 1,0			
5.2.15	Falzen in der Kälte	DIN EN 495-5	°C	≤ –20			
5.2.16	Künstliche Alterung[c]	DIN EN 1297	–	Klasse 1			
5.2.17	Ozonbeständigkeit[g]	DIN EN 1844	–	–			keine Risse
5.2.18	Bitumenverträglichkeit[h]	DIN EN 1548:2011-07, 9.6	–	Bestanden			

a Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung. Die zulässige Toleranz der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

b Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Dachaufbau in dem dieses Produkt verwendet wird, sind einzuhalten.

c Nicht bei Dächern mit Auflast und/oder Begrünung.

d Nur bei mechanisch fixierten Dächern.

e Nur bei Dächern mit Auflast und/oder Begrünung.

f Bei gegebenenfalls gefordertem Nachweis des Widerstandes gegen Durchwurzelung werden alternativ auch Nachweise nach dem FLL-Verfahren [1] anerkannt.

g Nur bei EPDM/IIR.

h Nur für bitumenverträgliche Bahnen; Bahnen mit unterseitigen Kaschierungen gelten nur dann als bitumenverträglich, wenn der Werkstoff der homogenen Bahn die Anforderungen erfüllt.

k. A. keine Anforderung

5.3.3.5 Bahnen mit Selbstklebeschicht (Tabellen 15 bis 18)

Die Selbstklebeschicht übernimmt die Funktion der Verklebung der Bahnen auf dem Untergrund. Bahnen mit Selbstklebeschicht haben zur flächigen Verklebung werkseitig auf der Unterseite eine Selbstklebeschicht, die mit einer abziehbaren Trennfolie oder Trennpapier versehen ist.

Literaturhinweise

[1] FLL-Verfahren, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., Bonn

März 2016

DIN SPEC 20000-202

ICS 91.100.50

Ersatz für
DIN V 20000-202:2007-12

Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 202: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung als Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken

Application of construction products in structures –
Part 202: Adaption standard for flexible sheets for waterproofing according to European standards for the use as waterproofing of elements in contact with soil, of indoor applications and of tanks and pools

Usages des produits de construction dans les ouvrages de construction –
Partie 202: Norme d'application pour feuilles souples d'étanchéité selon normes européennes de produit utilisées pour l'étanchement des éléments de construction en contact avec le sol, des espaces intérieurs et des réservoirs et bassins

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 42 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)
DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)

Inhalt

Seite

Vorwort ... **3**

1 Anwendungsbereich ... **4**

2 Normative Verweisungen ... **4**

3 Begriffe ... **6**

4 Bezeichnung und Kennzeichnung ... **6**
4.1 Allgemeines ... **6**
4.2 Kurzzeichen für Anwendungstypen ... **6**
4.3 Kurzzeichen für Produktmerkmale ... **7**

5 Anforderungen ... **15**
5.1 Allgemeines ... **15**
5.2 Bitumen- und Polymerbitumenbahnen nach DIN EN 13969 und DIN EN 14967 ... **15**
5.3 Kunststoff- und Elastomerbahnen nach DIN EN 13967 und DIN EN 14909 ... **33**

Vorwort

Diese DIN SPEC wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-02-13 AA „Abdichtungen für erdberührte Bauteile (SpA zu CEN/TC 314)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) als Anwendungsnorm für die Verwendung von werksmäßig hergestellten Abdichtungsbahnen nach harmonisierten Europäischen Produktnormen für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken in Deutschland erarbeitet.

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden DIN SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser DIN SPEC sind erbeten

— vorzugsweise als Datei per E-Mail an 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 DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die in Übereinstimmung mit den harmonisierten Teilen von DIN EN 13969, DIN EN 13967, DIN EN 14967 und DIN EN 14909 hergestellten Produkte erhalten eine CE-Kennzeichnung und dürfen somit im Geltungsbereich der EU-Bauproduktenverordnung frei gehandelt werden.

Die Regelung zur Verwendung der Produkte bleibt jedoch in der Zuständigkeit der Mitgliedstaaten.

In der Bundesrepublik Deutschland darf die Verwendung der CE-gekennzeichneten Produkte entsprechend Beschluss des NABau-Beirats und in Abstimmung mit der Bauministerkonferenz der Länder (ARGEBAU) durch Anwendungsnormen geregelt werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN V 20000-202:2007-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Die Normen der Reihe DIN 18195 inklusive Beiblatt wurden vollständig überarbeitet und die Regelungen dieser in DIN 18195 (Terminologie) sowie in die Normenreihen DIN 18531 bis DIN 18535 übernommen und aktualisiert. Dabei wurden auch neue Stoffe für die Abdichtung in die bauteilbezogenen Normenreihen aufgenommen. Auf dieser Grundlage wurde die vorliegende Anwendungsnorm aktualisiert, neue Stoffe aufgenommen und das Dokument redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN V 20000-202: 2007-12

DIN SPEC 20000-202:2016-03

1 Anwendungsbereich

Diese DIN SPEC legt für die in DIN EN 13969, DIN EN 13967, DIN EN 14967 und DIN EN 14909 angegebenen Eigenschaften anwendungsbezogene Anforderungen für die Verwendung von Abdichtungsbahnen in der Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken nach DIN 18533, DIN 18534 und DIN 18535 fest und ordnet den Produkten Bezeichnungen und Kurzzeichen zu. Sie gilt zusammen mit DIN EN 13969 und DIN EN 13967 für die Abdichtung gegen Bodenfeuchte, nichtdrückendes und drückendes Wasser, und mit DIN EN 14967 und DIN EN 14909 für die Abdichtung in oder unter Wänden (Mauersperrbahnen).

In Abschnitt 5 werden anwendungsbezogene Anforderungen an die Produkte gestellt, die bauaufsichtlich in Bezug genommen werden. In Abschnitt 4, Tabellen 1 bis 3, werden darüber hinaus neben der Bezeichnung weitere Anforderungen für Bahnen gestellt, die nach DIN 18533, DIN 18534 und DIN 18535 verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 18191, *Textilglasgewebe als Einlage für bituminöse Bahnen*

DIN 18192, *Verfestigtes Polyestervlies als Einlage für Bitumen- und Polymerbitumenbahne — Begriff, Bezeichnung, Anforderungen, Prüfung*

DIN 18195, *Abdichtung von Bauwerken — Begriffe*

DIN 18533 (alle Teile), *Abdichtung von erdberührten Bauteilen*

DIN 18534 (alle Teile), *Abdichtung von Innenräumen*

DIN 18535 (alle Teile), *Abdichtung von Behältern und Becken*

DIN 52123, *Prüfung von Bitumen- und Polymerbitumenbahnen*

DIN EN 495-5, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung des Verhaltens beim Falzen bei tiefen Temperaturen — Teil 5: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1109, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Kaltbiegeverhaltens*

DIN EN 1296, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Verfahren zur künstlichen Alterung bei Dauerbeanspruchung durch erhöhte Temperatur*

DIN EN 1548, *Abdichtungsbahnen — Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Verhalten nach Lagerung auf Bitumen*

DIN EN 1652, *Kupfer- und Kupferlegierungen — Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden zur allgemeinen Verwendung*

DIN EN 1847, *Abdichtungsbahnen — Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Einwirkung von Flüssigchemikalien einschließlich Wasser*

DIN EN 1848-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Länge, Breite und Geradheit — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1848-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Länge, Breite, Geradheit und Planlage — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1849-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Dicke und flächenbezogenen Masse — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1849-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Dicke und der flächenbezogenen Masse — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1850-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung sichtbarer Mängel — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1850-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung sichtbarer Mängel — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1928, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Wasserdichtheit*

DIN EN 1931, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit*

DIN EN 12310-1, *Abdichtungsbahnen — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Weiterreißwiderstandes (Nagelschaft)*

DIN EN 12311-1, *Abdichtungsbahnen — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens*

DIN EN 12311-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 12317-1, *Abdichtungsbahnen — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Scherwiderstandes der Fügenähte*

DIN EN 12317-2, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung des Scherwiderstandes der Fügennähte — Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 12691, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Widerstandes gegen stoßartige Belastung*

DIN EN 12730, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Widerstandes gegen statische Belastung*

DIN EN 13501-1, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

DIN EN 13859-1, *Abdichtungsbahnen — Definitionen und Eigenschaften von Unterdeck- und Unterspannbahnen — Teil 1: Unterdeck- und Unterspannbahnen für Dachdeckungen*

DIN EN 13967:2012-07, *Abdichtungsbahnen — Kunststoff- und Elastomerbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser — Definitionen und Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 13967:2012*

DIN EN 13969:2007-03, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser — Definitionen und Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 13969:2004 + A1:2006*

DIN EN 14909:2012-07, *Abdichtungsbahnen — Kunststoff- und Elastomer-Mauersperrbahnen — Definitionen und Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 14909:2012*

DIN EN 14967:2006-08, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-Mauersperrbahnen — Definitionen und Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 14967:2006*

DIN EN ISO 11925-2, *Prüfungen zum Brandverhalten — Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung — Teil 2: Einzelflammentest*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 13969, DIN EN 13967, DIN EN 14967, DIN EN 14909 und DIN 18195 und die folgenden Begriffe.

3.1
Hersteller-Grenzwert
MLV
(en: manufacturer's limiting value)
ein vom Hersteller angegebener Wert, der bei der Prüfung eingehalten werden muss

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller-Grenzwert kann sowohl ein Mindestwert als auch ein Höchstwert sein, je nachdem, was in der jeweiligen Produkteigenschaft in dieser DIN SPEC angegeben ist.

3.2
Hersteller-Nennwert
MDV
(en: manufacturer's declared value)
vom Hersteller angegebener Wert mit einer angegebenen Toleranz

3.3
Grenzwert
Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der vom Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

4 Bezeichnung und Kennzeichnung

4.1 Allgemeines

Die Bezeichnung der Bahnen besteht aus Kurzzeichen für Anwendungstypen und Produktmerkmale.

Die Kennzeichnung der Produkte mit den Kurzzeichen setzt voraus, dass die Anforderungen dieser Norm erfüllt sind. Das Kurzzeichen nach dieser Norm darf nur außerhalb der CE-Kennzeichnung angebracht werden. Die Nachweise sowie die Kennzeichnung erfolgen in Verantwortlichkeit des Herstellers.

4.2 Kurzzeichen für Anwendungstypen

MSB-Q Bahnen für die Abdichtung in oder unter Wänden (Mauersperrbahnen) mit Querkraftübertragung in der Abdichtungsebene

MSB-nQ Bahnen für die Abdichtung in oder unter Wänden (Mauersperrbahnen) ohne Querkraftübertragung in der Abdichtungsebene

BA Bahnen für die Abdichtung gegen Bodenfeuchte, nicht drückendes und drückendes Wasser

EB Bahnen für die Abdichtung auf Bodenplatten gegen Bodenfeuchte (Estrichbahnen)

4.3 Kurzzeichen für Produktmerkmale

4.3.1 Kurzzeichen für Bitumen- und Polymerbitumenbahnen

Zur Stoffbezeichnung von Bitumen- und Polymerbitumenbahnen werden Kurzzeichen verwendet, die in Tabelle 1 den jeweiligen Werkstoffen zugeordnet werden.

PYE Elastomerbitumen (Bitumen modifiziert mit thermoplastischen Elastomeren)

PYP Plastomerbitumen (Bitumen modifiziert mit thermoplastischen Kunststoffen)

PYE/PYP Kombination Elastomerbitumen und Plastomerbitumen

KSP Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahn mit Trägereinlage

KSK Kaltselbstklebende Bitumen-Dichtungsbahn mit HDPE-Trägerfolie

V (Zahl) Glasvlies (Zahl bei V60 = Flächengewicht in g/m^2; bei V13 = Gehalt an Löslichem in 1/100 des Gehaltes in g/m^2)

PV (Zahl) Polyestervlies (Flächengewicht in g/m^2)

G (Zahl) Glasgewebe (Flächengewicht in g/m^2)

R (Zahl) Rohfilz (Flächengewicht in g/m^2)

KTP Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil

KTG Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Glasanteil

ALV Aluminiumverbundträgereinlage

Cu 01 Kupferbandträgereinlage aus Kupferband 0,1 mm nach DIN EN 1652

S (Zahl) Schweißbahn (Dicke der unbestreuten Bahn in mm)

DD Dachdichtungsbahn

D Dichtungsbahn

(Zahl) Dicke der Bahn in mm

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Tabelle 1 — Übersicht der Bitumen- und Polymerbitumenbahnen

Nr	1	2	3	4	5	6
	Bahnen	**nach**	**Mindestgewicht/ -dicke der Trägereinlage/ -folie**[a]	**Mindest-gehalt an Löslichem**[b]	**Wasser-dichtheit**[c]	**Anwen-dungs-typ**
1	Bitumenbahnen mit Rohfilzeinlage R 500	Tabelle 4	500 g/m²	1 250 g/m²	60 kPa/24 h	BA
2	Bitumenbahnen mit Rohfilzeinlage R 500	Tabelle 5	500 g/m²	1 250 g/m²	60 kPa/24 h	MSB-Q
3	Bitumenbahnen mit Rohfilzeinlage R 500	Tabelle 5	500 g/m²	1 250 g/m²	60 kPa/24 h	MSB-nQ
4	Glasvlies-Bitumendachbahnen V 13	Tabelle 6	60 g/m²	1 300 g/m²	60 kPa/24 h	BA
5	Bitumen-Schweißbahnen mit Glasvlieseinlage V 60 S4	Tabelle 7	60 g/m²	—	100 kPa/24 h	BA
6	Bitumendichtungsbahn mit Kupferbandeinlage Cu 01 D	Tabelle 8	Cu 0,1 mm	—	100 kPa/24 h	BA
7	Bitumenschweißbahn mit Kupferbandeinlage Cu 01 S4	Tabelle 9	Cu 0,1 mm	—	100 kPa/24 h	BA
8	Bitumen-Dachdichtungsbahnen und Bitumenschweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage G 200 DD PV 200 DD G 200 S4, PV 200 S5	Tabelle 10	200 g/m²	 1 600 g/m² 2 100 g/m² —	100 kPa/24 h	BA
9	Bitumen-Dachdichtungsbahnen mit Glasgewebe- oder Polyester-vlieseinlage G 200 DD PV 200 DD	Tabelle 11	200 g/m²	1 600 g/m² 2 100 g/m²	100 kPa/24 h	MSB-Q
10	Bitumen-Dachdichtungsbahnen mit Glasgewebe- oder Polyester-vlieseinlage G 200 DD PV 200 DD	Tabelle 11	200 g/m²	1 600 g/m² 2 100 g/m²	100 kPa/24 h	MSB-nQ
11	Bitumenschweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage KTG S4 KTP S4	Tabelle 12	120 g/m²	—	100 kPa/24 h	BA
12	Polymerbitumen-Dachdichtungs-bahnen und Polymerbitumen-schweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage PYE - G 200 DD PYE - PV 200 DD PYE - G 200 S4 PYE - PV 200 S5	Tabelle 13	200 g/m²	 2 100 g/m² 2 100 g/m² — —	200 kPa/24 h	BA

Nr	1	2	3	4	5	6
	Bahnen	**nach**	**Mindestgewicht/ -dicke der Trägereinlage/ -folie**[a]	**Mindest-gehalt an Löslichem**[b]	**Wasser-dichtheit**[c]	**Anwen-dungs-typ**
13	Polymerbitumen-Dachdichtungs-bahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage PYE - G 200 DD PYE - PV 200 DD	Tabelle 14	200 g/m^2	 2 100 g/m^2 2 100 g/m^2	200 kPa/24 h	MSB-Q
14	Polymerbitumen-Dachdichtungs-bahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage PYE - G 200 DD PYE - PV 200 DD	Tabelle 14	200 g/m^2	 2 100 g/m^2 2 100 g/m^2	200 kPa/24 h	MSB-nQ
15	Polymerbitumenschweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage PYE-KTG S4 PYP-KTG S4 PYE/PYP-KTG S4 PYE-KTP S4 PYP-KTP S4 PYE/PYP-KTP S4	Tabelle 15	120 g/m^2	—	200 kPa/24 h	BA
16	Kaltselbstklebende Polymer-bitumenbahnen mit Trägereinlage PYE-KTG KSP-2,8 PYE-KTP KSP-2,8	Tabelle 16	120 g/m^2	—	200 kPa/24 h	BA
17	Kaltselbstklebende Polymer-bitumenbahnen mit Trägereinlage PYE-KTG KSP-2,8 PYE-KTP KSP-2,8	Tabelle 17	120 g/m^2	—	200 kPa/24 h	MSB-nQ
18	Kaltselbstklebende Bitumen-dichtungsbahnen mit HDPE-Trägerfolie KSK	Tabelle 18	HDPE 0,07 mm	—	400 kPa/24 h	BA
19	Kaltselbstklebende Bitumen-dichtungsbahnen mit HDPE-Trägerfolie KSK	Tabelle 19	HDPE 0,07 mm	—	400 kPa/24 h	MSB-nQ
20	Polymerbitumenbahnen mit Aluminiumverbundträgereinlage PYE-ALV 0,9	Tabelle 20	60 g/m^2	—	60 kPa/24	EB
21	Polymerbitumenbahnen mit Aluminiumverbundträgereinlage PYE-ALV 0,9	Tabelle 21	60 g/m^2	—	60 kPa/24	MSB-nQ

[a] Bestimmung nach DIN 52123, DIN 18191 bzw. DIN 18192.

[b] Bestimmung nach DIN 52123.

[c] Bestimmung der Wasserdichtheit nach DIN EN 1928, Verfahren B.

BEISPIELE

BA PYE — PV 200 S5
Bitumenbahn aus Polymerbitumen (PYE) mit Polyestervlieseinlage 200 g/m^2, Schweißbahn 5 mm dick, als Lage einer Abdichtung (BA)

MSB-Q G 200 DD
Bitumenbahn mit Glasgewebeeinlage 200 g/m^2, als Mauersperrbahn mit Querkraftübertragung in der Abdichtungsebene

EB PYE-ALV 0,9
Polymerbitumenbahn mit Aluminiumverbundträgereinlage, als Estrichbahn für die Abdichtung auf Bodenplatten gegen Bodenfeuchte

4.3.2 Kurzzeichen für Kunststoff- und Elastomerbahnen

Zur Stoffbezeichnung von Kunststoff- und Elastomerbahnen werden Kurzzeichen verwendet, die in Tabelle 2 den jeweiligen Werkstoffen zugeordnet werden.

Tabelle 2 — Werkstoffbezeichnung und Zusammensetzung der Kunststoffe und Elastomere

Nr	1	2	3	4		
	Bezeichnung nach DIN EN 13967 und DIN EN 14909		**Eingeführte deutsche Bezeichnung**	**Zusammensetzung**		
1	ECB	Ethylencopolymerisat-Bitumen	ECB	Butylacrylat-Copolymer Bitumen Sonstige[a]	min. min. max.	25 % 25 % 50 %
2	EVAC	Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer/-Copolymer	EVA	Ethylen-Vinylacetat Polyvinylchlorid Sonstige[a]	min. max. max.	25 % 50 % 30 %
3	FPO/ TPO	Flexibles Polyolefin (auf Basis PE oder PP)	FPO	Flexibles Polyolefin Sonstige[a]	min. max.	30 % 70 %
4	PIB	Polyisobuten (Polyisobutylen)	PIB	Hochmolekulares Polyisobutylen Sonstige[a]	min. max.	20 % 80 %
5	PVC	Polyvinylchlorid	PVC-P	Polyvinylchlorid Weichmacher Sonstige[a]	min. max. max.	40 % 40 % 20 %
6	EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer	EPDM	EPDM-Elastomer Sonstige[a]	min. max.	25 % 75 %
7	TPE	Thermoplatische Elastomere, nicht vernetzt oder teilvernetzt	TPE	Thermoplastische Elastomere (TPE) Sonstige[a]	min. max.	50% 50 %
8	PE	Polyethylen	PE	Polyethylen Sonstige[a]	min. max.	20 % 80 %

[a] z. B. andere Polymere, Flammschutzmittel, Stabilisatoren, Füllstoffe, Verarbeitungshilfsmittel, Pigmente

Zur weiteren Stoffbeschreibung werden neben der Werkstoffbezeichnung folgende Kurzzeichen verwendet:

K	kaschiert	Zahl	Dicke in mm
V	verstärkt	GV	Glasvlies
E	Einlage	PV	Polyestervlies
BV	bitumenverträglich	PPV	Polypropylenvlies
NB	nicht bitumenverträglich	GG	Glasgittergelege/-gewebe
SK	Selbstklebeschicht	PG	Polyestergewebe/-gelege
PBS	Polymerbitumenschicht	PE-SC	Polyethylen-Schaum

Tabelle 3 — Übersicht der Kunststoff- und Elastomerbahnen

Nr	1	2	3	4
	Bahnen[a]	**nach**	**Wasserdichtheit mindestens**[c]	**Anwendungstyp**
1	Homogene Bahnen EVA-BV-1,2 PVC-P-NB-1,2 PVC-P-BV-1,2 PIB-BV-1,5 FPO-BV-1,2 EPDM-BV-1,1 TPE-BV-1,2	Tabelle 22	400 kPa/72 h	BA
	Homogene Bahnen EVA-BV-1,2 PVC-P-NB-1,2 PVC-P-BV-1,2 PIB-BV-1,5 FPO-BV-1,2 EPDM-BV-1,1	Tabelle 23		MSB-Q[d]
	Homogene Bahnen EVA-BV-1,2 PVC-P-NB-1,2 PVC-P-BV-1,2 PIB-BV-1,5 FPO-BV-1,2 EPDM-BV-1,1 TPE-BV-1,2	Tabelle 23		MSB-nQ
2	Homogene Bahnen mit Selbstklebeschicht PVC-P-BV-1,5-SK EPDM-BV-1,1-SK	Tabelle 22	400 kPa/72 h	BA
	PVC-P-BV-1,5-SK EPDM-BV-1,1-SK	Tabelle 23		MSB-nQ

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Nr	1	2	3	4
	Bahnen[a]	**nach**	**Wasserdichtheit mindestens**[c]	**Anwendungstyp**
3	Bahnen mit Einlagen ECB-BV-E-GV-1,5 FPO-BV-E-GV-1,2 PVC-P-NB-E-GV-1,2 PVC-P-BV-E-GV-1,2	Tabelle 24	400 kPa/72 h	BA
	Bahnen mit Einlagen ECB-BV-E-GV-1,5 FPO-BV-E-GV-1,2 PVC-P-NB-E-GV-1,2 PVC-P-BV-E-GV-1,2	Tabelle 25		MSB-Q[d]
	Bahnen mit Einlagen ECB-BV-E-GV-1,5 FPO-BV-E-GV-1,2 PVC-P-NB-E-GV-1,2 PVC-P-BV-E-GV-1,2	Tabelle 25		MSB-nQ
4	Bahnen mit Einlage und Selbstklebeschicht oder Polymerbitumenschicht ECB-BV-E-GV-1,5-SK[e] PVC-P-BV-E-GV-1,2-SK[e] FPO-BV-E-GV-1,2-SK	Tabelle 24	400 kPa/72 h	BA
	Bahnen mit Einlage und Selbstklebeschicht oder Polymerbitumenschicht ECB-BV-E-GV-1,5-SK[e] PVC-P-BV-E-GV-1,2-SK[e] FPO-BV-E-GV-1,2-SK	Tabelle 25		MSB-nQ
5	Bahnen mit Verstärkung FPO-BV-V-(X)[b] -1,2 ECB-BV-V-(X)[b]-1,5 EVA-BV-V-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-V-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-V-(X)[b]-1,2 EPDM-BV-V-(X)[b]-1,3	Tabelle 26	400 kPa/72 h	BA
	Bahnen mit Verstärkung FPO-BV-V-(X)[b]-1,2 ECB-BV-V-(X)[b]-1,5 EVA-BV-V-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-V-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-V-(X)[b]-1,2 EPDM-BV-V-(X)[b]-1,3	Tabelle 27		MSB-Q[d]
	Bahnen mit Verstärkung FPO-BV-V-(X)[b]-1,2 ECB-BV-V-(X)[b]-1,5 EVA-BV-V-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-V-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-V-(X)[b]-1,2 EPDM-BV-V-(X)[b]-1,3	Tabelle 27		MSB-nQ

Nr	1	2	3	4
	Bahnen[a]	**nach**	**Wasserdichtheit mindestens**[c]	**Anwendungstyp**
6	Bahnen mit Verstärkung mit Selbstklebeschicht oder Polymerbitumenschicht PVC-P-BV-V-(X)[b]-1,2-SK EPDM-BV- V-(X)[b]-1,3-SK EPDM-BV-V-(X)[b]-1,3-PBS FPO-BV-V-(X)-1,2-SK	Tabelle 26	400 kPa/72 h	BA
	Bahnen mit Verstärkung mit Polymerbitumenschicht EPDM-BV-V-(X)[b]-1,3-PBS	Tabelle 27		MSB-Q[d]
	Bahnen mit Verstärkung mit Selbstklebeschicht oder Polymerbitumenschicht PVC-P-BV-V-(X)[b]-1,2-SK EPDM-BV- V-(X)[b]-1,3-SK EPDM-BV-V-(X)[b]-1,3-PBS FPO-BV-V-(X)-1,2-SK	Tabelle 27		MSB-nQ
7	Bahnen mit Kaschierung EVA-BV-K-(X)[b]-1,2 FPO-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2 FPO-BV-V-(X)[b]-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-E-GV-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-V-(X)[b]-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-V-(X)[b]-K-(X)[b]-1,2 ECB-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,5 PIB-BV-K-(X)[b]-1,5 EPDM-BV-K-(X)[b]-1,1 TPE-BV-K-(X)[b]-1,2	Tabelle 28	400 kPa/72 h	BA
	Bahnen mit Kaschierung EVA-BV-K-(X)[b]-1,2 FPO-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2 FPO-BV-V-(X)[b]-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-E-GV-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-V-(X)[b]-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-V-(X)[b]-K-(X)[b]-1,2 ECB-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,5 PIB-BV-K-(X)[b]-1,5 EPDM-BV-K-(X)[b]-1,1	Tabelle 29		MSB-Q[d]

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Nr	1	2	3	4
	Bahnen[a]	**nach**	**Wasserdichtheit mindestens**[c]	**Anwendungstyp**
	Bahnen mit Kaschierung EVA-BV-K-(X)[b]-1,2 FPO-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2 FPO-BV-V-(X)[b]-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-E-GV-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-NB-V-(X)[b]-K-(X)[b]-1,2 PVC-P-BV-V-(X)[b]-K-(X)[b]-1,2 ECB-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,5 PIB-BV-K-(X)[b]-1,5 EPDM-BV-K-(X)[b]-1,1	Tabelle 29	400 kPa/72 h	MSB-nQ
8	Bahnen mit Kaschierung mit Selbstklebeschicht EVA-BV-K-(X)[b]-1,2-SK FPO-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2-SK FPO-BV-V K-(X)[b]-1,2-SK PVC-P-BV-K-(X)[b]-1,2-SK PVC-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2-SK PVC-BV-V K-(X)[b]-1,2-SK EPDM-BV-K-(X)[b]-1,1-SK TPE-BV-K-(X)[b]-1,2-SK	Tabelle 28	400 kPa/72 h	BA
	Bahnen mit Kaschierung mit Selbstklebeschicht EVA-BV-K-(X)[b]-1,2-SK FPO-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2-SK FPO-BV-V K-(X)[b]-1,2-SK PVC-P-BV-K-(X)[b]-1,2-SK PVC-BV-E-GV-K-(X)[b]-1,2-SK PVC-BV-V K-(X)[b]-1,2-SK EPDM-BV-K-(X)[b]-1,1-SK TPE-BV-K-(X)[b]-1,2-SK	Tabelle 29		MSB-nQ
9	Bahnen mit Kaschierung PE-BV-K-(PE-SC) -0,3	Tabelle 30	60 kPa/24 h	EB

a Mindestdicke d_{eff} ohne Kaschierung und/oder Selbstklebeschicht.

b Art der Verstärkung nach 5.3.5, 5.3.6, z. B. PV, GG, PG, bzw. Art der Kaschierung nach 5.3.7, 5.3.8 z. B. PV, PPV, GG.

c Bestimmung nach DIN EN 1928, Verfahren B.

d Bestimmung der Bitumenverträglichkeit nach DIN EN 13967:2012-07, 5.9.

e alternativ werkseitige Polymerbitumenschicht.

BEISPIELE

BA EPDM-BV-1,1
Bahn zur einlagigen Verlegung, aus Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer (EPDM), bitumenverträglich, homogen, Dicke 1,1 mm, als Lage einer Abdichtung (BA)

BA PVC-P-NB-E-GV-1,5
Bahn aus Polyvinylchlorid weich, nicht bitumenverträglich, mit Einlage aus Glasvlies, Dicke 1,5 mm, als Lage einer Abdichtung (BA)

BA EVA-BV-K-PV-1,2
Bahn aus Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer (EVA), bitumenverträglich, mit Kaschierung aus Polyestervlies, Dicke 1,2 mm, als Lage einer Abdichtung (BA)

BA FPO-BV-V-GG-1,5
Bahn aus flexiblen Polyolefinen, bitumenverträglich, mit Verstärkung aus Glasgittergelege/-gewebe, Dicke 1,5 mm, als Lage einer Abdichtung (BA)

MSB-Q PVC-P-NB-1,2
Bahn aus Polyvinylchlorid weich, nicht bitumenverträglich, homogen, Dicke 1,2 mm, als Mauersperrbahn mit Querkraftübertragung in der Abdichtungsebene

EB PE-BV-K-PE-SC-0,3
Bahn aus Polyethylen mit Schaumkaschierung aus Polyethylen, Dicke 0,3 mm als Estrichbahn für die Abdichtung auf Bodenplatten gegen Bodenfeuchte

5 Anforderungen

5.1 Allgemeines

Für die Anwendung als Abdichtungsbahn für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken nach DIN 18533, DIN 18534 und DIN 18535 müssen Bahnen nach DIN EN 13969 und DIN EN 13967 dem Produkttyp T entsprechen.

Für die Anwendung als waagerechte Abdichtung in oder unter Wänden nach DIN 18533 müssen Bahnen nach DIN EN 14909 dem Produkttyp A entsprechen.

5.2 Bitumen- und Polymerbitumenbahnen nach DIN EN 13969 und DIN EN 14967

5.2.1 Allgemeines

Bitumen- und Polymerbitumenbahnen, die für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken oder als Mauersperrbahn verwendet werden, müssen die Anforderungen an die Stoffe und Eigenschaften nach 5.2.2 bis 5.2.13 erfüllen. Darüber hinaus dürfen keine gefährlichen Substanzen in solchen Mengen freigesetzt werden, dass diese nachteilige Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt haben.

5.2.2 Bitumenbahnen mit Rohfilzeinlage für die Abdichtung (BA) oder als Mauersperrbahn

Diese Bitumenbahnen bestehen aus einer Trägereinlage aus Rohfilz, die mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen sind. Sie sind beidseitig gleichmäßig mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend gedrungenem (kugeligem) Korn mit einer Größe bis etwa 1 mm bestreut.

Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Menge und Art der Tränk- und Deckmasse müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach den Tabellen 4 oder 5 eingehalten werden.

Tabelle 4 — Bitumenbahnen mit Rohfilzeinlage für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	k. A
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1		k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 300 (längs) MDV – Toleranz > 200 (quer)
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 1,5
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

Tabelle 5 — Bitumenbahnen mit Rohfilzeinlage als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14967:2006-08		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	**Eigenschaft**			
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	k. A
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.13	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.11	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.9	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.3 Glasvlies-Bitumendachbahnen für die Abdichtung (BA)

Glasvlies-Bitumendachbahnen bestehen aus einer Trägereinlage aus Glasvlies, die mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen sowie gleichmäßig mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend gedrungenem (kugeligem) Korn mit einer Größe bis etwa 1 mm bestreut ist.

Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Menge und Art der Tränk- und Deckmasse müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 6 eingehalten werden.

Tabelle 6 — Glasvlies-Bitumendachbahnen für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	k. A
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 400 (längs) MDV – Toleranz > 300 (quer)
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 2
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.4 Bitumenschweißbahnen mit Glasvlieseinlage für die Abdichtung (BA)

Diese Bitumenschweißbahnen bestehen aus einer Trägereinlage aus Glasvlies, das mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen, gleichmäßig talkumiert bzw. feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen ist.

Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Dicke der Schweißbahn müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 7 eingehalten werden.

Tabelle 7 — Bitumenschweißbahnen mit Glasvlieseinlage für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 400 (längs) MDV – Toleranz > 300 (quer)
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 2
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.5 Bitumendichtungsbahnen mit Kupferbandeinlage für die Abdichtung (BA)

Diese Bitumendichtungsbahnen bestehen aus einer Trägereinlage aus Kupferband, die auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen sowie gleichmäßig mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend gedrungenem (kugeligem) Korn mit einer Größe bis etwa 1 mm bestreut ist.

Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Menge und Art der Deckmasse müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 8 eingehalten werden.

Tabelle 8 — Bitumendichtungsbahnen mit Kupferbandeinlage für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 3
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 500
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 3
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.6 Bitumenschweißbahnen mit Kupferbandeinlage für die Abdichtung (BA)

Diese Bitumenschweißbahnen bestehen aus einer Trägereinlage aus Kupferband, das auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen, sowie gleichmäßig mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend gedrungenem (kugeligem) Korn mit einer Größe bis etwa 1 mm bestreut ist.

Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Dicke der Schweißbahn müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 9 eingehalten werden.

Tabelle 9 — Bitumenschweißbahnen mit Kupferbandeinlage für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 500
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 3
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.7 Bitumen-Dachdichtungsbahnen und Bitumenschweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage für die Abdichtung (BA) oder als Mauersperrbahn (MSB)

Diese Bitumen-Dachdichtungsbahnen und Bitumenschweißbahnen bestehen aus einer Trägereinlage aus Polyestervlies oder Glasgewebe, die mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen ist.

Diese Bitumen-Dachdichtungsbahnen sind beidseitig gleichmäßig mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend gedrungenem (kugeligem) Korn mit einer Größe bis etwa 1 mm bestreut.

Bitumenschweißbahnen sind talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Das Flächengewicht der Trägereinlage, die Menge und Art der Deckmasse und die Dicke der Schweißbahn müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 10 oder Tabelle 11 eingehalten werden.

Tabelle 10 — Bitumen-Dachdichtungsbahnen und Bitumenschweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a] (nur Schweißbahnen)	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4 (G) MDV ≥ 5 (PV)
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1		k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 1000 (G) MDV – Toleranz > 800 (PV)
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 2 (G) MDV – Toleranz > 35 (PV)
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

Tabelle 11 — Bitumen-Dachdichtungsbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14967:2006-08		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	k. A
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.13	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.11	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.9	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.8 Bitumenschweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage für die Abdichtung (BA)

Diese Bitumenschweißbahnen bestehen aus einer Kombinationsträgereinlage, die mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Bitumen versehen ist.

Diese Bitumenschweißbahnen sind talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Dicke der Schweißbahn müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 12 eingehalten werden.

Tabelle 12 — Bitumenschweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert	
Abschnitt	Eigenschaft			KTG	KTP
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel	
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.	
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.	
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20	
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.	
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4 (KTG) MDV ≥ 4 (KTP)	
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden bei 100 kPa/24 h	
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1	
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.	
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz ≥ 1 000	MDV – Toleranz ≥ 800
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz ≥ 1,5	MDV – Toleranz ≥ 15
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.	
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.	
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.	
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ 0	
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.	
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.	
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.	

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.9 Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen und Polymerbitumenschweißbahnen mit Glasgewebe und Polyestervlieseinlage für die Abdichtung (BA) oder als Mauersperrbahn (MSB)

Diese Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen und Polymerbitumenschweißbahnen, Bahnentyp PYE, bestehen aus einer Trägereinlage aus Polyestervlies oder Glasgewebe, die mit Bitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Polymerbitumen, Typ PYE, versehen ist.

Diese Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen sind beidseitig gleichmäßig mit mineralischen Stoffen aus vorwiegend gedrungenem (kugeligem) Korn mit einer Größe bis etwa 1 mm bestreut.

Diese Polymerbitumenschweißbahnen sind talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Das Flächengewicht der Trägereinlage, die Menge und Art der Deckmasse und die Dicke der Schweißbahn müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 13 oder Tabelle 14 eingehalten werden.

Tabelle 13 — Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen und Polymerbitumenschweißbahnen mit Glasgewebe und Polyestervlieseinlage für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	**Eigenschaft**			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a] (nur Schweißbahnen)	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4 (G) MDV ≥ 5 (PV)
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 1 000 (G) MDV – Toleranz > 800 (PV)
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 2 (G) MDV – Toleranz > 35 (PV)
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ −25
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

Tabelle 14 — Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen mit Glasgewebe und Polyestervlieseinlage als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14967:2006-08		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	k. A
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.13	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.11	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.9	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ −25
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung;DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.10 Polymerbitumenschweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage für die Abdichtung (BA)

Diese Polymerbitumenschweißbahnen bestehen aus einer Kombinationsträgereinlage, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Elastomer- (PYE) oder Plastomerbitumen (PYP) versehen ist. Die Deckschichten auf Ober- und Unterseite können aus gleichen oder unterschiedlichen Polymerbitumen bestehen.

Diese Polymerbitumenschweißbahnen sind talkumiert bzw. gleichmäßig feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. – vlies versehen.

Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Dicke der Schweißbahn müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 15 eingehalten werden.

Tabelle 15 — Polymerbitumenschweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	**Eigenschaft**			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke [a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 4
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 1 000 (KTG) MDV – Toleranz > 800 (KTP)
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 2 (KTG) MDV – Toleranz > 15 (KTP)
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV PYE ≤ −25/ PYP ≤ −15
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.11 Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen mit Trägereinlage für die Abdichtung (BA) oder als Mauersperrbahn (MSB)

Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen mit Trägereinlage bestehen aus einer Trägereinlage (im Regelfall Kombinationsträger), die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Polymerbitumen versehen ist. Die Unterseite der Bahn ist kaltselbstklebend ausgerüstet und mit einem abziehbaren Trennpapier oder einer abziehbaren Trennfolie versehen.

Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen mit Trägereinlage sind oberseitig talkumiert bzw. gleichmäßig feinstbestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Dicke der Kaltselbstklebebahn müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 16 oder 17 eingehalten werden.

Tabelle 16 — Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen mit Trägereinlage für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke [a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 2,8
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	Bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 1 000 (KTG) MDV – Toleranz > 800 (KTP)
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 1,5 (KTG) MDV – Toleranz > 15 (KTP)
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k.A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ −25
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

Tabelle 17 — Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen mit Trägereinlage als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14967:2006-08		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke [a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV > 2,8
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.13	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.11	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.9	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ −25
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.12 Kaltselbstklebende Bitumendichtungsbahnen mit HDPE-Trägerfolie für die Abdichtung (BA) oder als Mauersperrbahn (MSB)

Diese kaltselbstklebenden Bitumen-Dichtungsbahnen bestehen aus einem kunststoffmodifizierten selbstklebenden Bitumen, das einseitig auf einer HDPE-Trägerfolie aufgebracht ist. Die selbstklebende Bitumenseite ist mit einer leicht abziehbaren, silikonisierten Trennfolie oder einem Trennpapier versehen.

Die Dicke der Kaltselbstklebebahn muss sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 18 oder Tabelle 19 eingehalten werden.

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Tabelle 18 — Kaltselbstklebende Bitumendichtungsbahnen mit HDPE-Trägerfolie für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke [a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV $\geq 1{,}5$
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 200
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 150
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	—	k. A.
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	MDV – Toleranz längs/quer > 100
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ -30
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

Tabelle 19 — Kaltselbstklebende Bitumendichtungsbahnen mit HDPE-Trägerfolie als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14967:2006-08		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke [a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV > 1,5
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.13	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.11	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.9	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ −25
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.2.13 Polymerbitumenbahnen mit Aluminiumverbundträgereinlage für die Abdichtung von Bodenplatten gegen Bodenfeuchte (EB) oder als Mauersperrbahn (MSB)

Diese Polymerbitumenbahnen bestehen aus einer Aluminiumverbundträgereinlage auf Basis von Polyester-/Glasvlies, -gelegen oder –geweben, die ein- oder beidseitig mit Deckschichten aus Polymerbitumen versehen sind. Sie können mit oder ohne Kaltselbstklebeeigenschaften ausgerüstet sein. Die Deckschichten können ober- und/oder unterseitig gleichmäßig feinst bestreut oder mit leicht ablösbarer Trennfolie oder Trennvlies ausgerüstet sein.

Das Flächengewicht der Trägereinlage und die Dicke der Kaltselbstklebebahn müssen sicherstellen, dass die Anforderungen nach Tabelle 20 oder Tabelle 21 eingehalten werden.

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Tabelle 20 — Polymerbitumenbahnen mit Aluminiumverbundträgereinlage für die Abdichtung von Bodenplatten gegen Bodenfeuchte (EB)

DIN EN 13969:2007-03		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.2	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.3	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.3	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.4	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke [a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV ≥ 0,9
5.5	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.14	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.10	Scherfestigkeit der Fügenähte	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: maximale Zugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV – Toleranz > 400 (längs) MDV – Toleranz > 280 (quer)
5.13	Zug-Dehnungsverhalten: Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV – Toleranz > 2
5.6	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.12	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730, Verfahren B	kg	5
5.9	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.8	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ −20
5.7.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.7.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	bestanden[b]
5.11	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[b] nur bei einseitigen Deckschichten.

k. A. keine Anforderung

Tabelle 21 — Polymerbitumenbahnen mit Aluminiumverbundträgereinlage als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14967:2006-08		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/ Grenzwert
Abschnitt	Eigenschaft			
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	keine sichtbaren Mängel
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-1	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	k. A.
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[a]	DIN EN 1849-1	mm	MDV > 0,9
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.13	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1
5.11	Scherwiderstand der Fügenaht	DIN EN 12317-1	—	k. A.
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691	mm	k. A.
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.
5.9	Kaltbiegeverhalten (Biegsamkeit)	DIN EN 1109	°C	MLV ≤ −20
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	—	k. A.
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	—	k. A.
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.

[a] Dickenangabe: Die zulässige Abweichung der Dicken beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.3 Kunststoff- und Elastomerbahnen nach DIN EN 13967 und DIN EN 14909

5.3.1 Allgemeines

Kunststoff- und Elastomerbahnen, die für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken oder als Mauersperrbahn verwendet werden, müssen die Anforderungen an die Stoffe und Eigenschaften nach 5.3.3 bis 5.3.8 erfüllen.

Darüber hinaus dürfen keine gefährlichen Substanzen in solchen Mengen freigesetzt werden, dass diese nachteilige Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt haben.

5.3.2 Werkstoffe

Kunststoff- und Elastomerbahnen sind aus den Werkstoffen nach Tabelle 2, Spalten 1 und 2 herzustellen.

5.3.3 Kunststoff- und Elastomerbahnen, homogen, mit oder ohne Selbstklebeschicht, für die Abdichtung (BA) oder als Mauersperrbahn (MSB)

Homogene Bahnen haben keine Einlage, Verstärkung oder Kaschierung; sie können mit oder ohne Selbstklebeschicht ausgerüstet sein. Es gelten die Anforderungen nach Tabelle 22 oder Tabelle 23.

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Tabelle 22 — Kunststoff- und Elastomerbahnen, homogen, mit oder ohne Selbstklebeschicht für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13967:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]					
Abschnitt	Eigenschaften			EVA	PVC	FPO	TPE	PIB	EPDM
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	keine sichtbaren Mängel					
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.					
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.					
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden					
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 1,2				MDV ≥ 1,5	MDV ≥ 1,1
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Masse	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.					
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden					
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691, Verfahren A, Verfahren B für EPDM	mm	MLV ≥ 300					k. A.
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung ; DIN EN 1296	DIN EN 1928	kPa	k. A.					
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	kPa	k. A.					
5.9	Verträglichkeit mit Bitumen[c]	DIN EN 1548 und DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden					
5.10	Weiterreißwiderstand	DIN EN 12310-1	N	k. A.					MLV ≥ 25
5.11	Scherwiderstand der Fügenähte	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht					MLV ≥ 175
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.					
5.13	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.					
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißfestigkeit	DIN EN12311-2	N/mm^2	MLV ≥ 12				MLV ≥ 7	MLV ≥ 4
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißdehnung	DIN EN12311-2	%	MLV ≥ 250					
5.15	Widerstand gegen Verformung unter Last	DIN EN 13967: 2012-07, Anhang B	—	k. A.					
5.16	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1					

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

[b] Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung. Die zulässige Dickenabweichung beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[c] nur für bitumenverträgliche Bahnen.

k. A. keine Anforderung.

Tabelle 23 — Kunststoff- und Elastomerbahnen, homogen, mit oder ohne Selbstklebeschicht als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14909:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]			
Abschnitt	Eigenschaften			EVA	PVC	FPO	EPDM
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	keine sichtbaren Mängel			
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.			
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.			
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden			
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke [b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 1,2		MDV ≥ 1,5	MDV ≥ 1,1
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Masse	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.			
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden			
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691, Verfahren A, Verfahren B für EPDM	mm	MLV ≥ 300			k. A.
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	kPa	k. A.			
5.8.2	Dauerhaftigkeit gegen Alkali; DIN EN 1847	DIN EN 1928	kPa	k. A.			
5.9	Widerstand gegen Falzen bei tiefen Temperaturen	DIN EN 495-5	°C	MLV ≤ −20			
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 12310-1	N	k. A.			MLV ≥ 25
5.11	Scherwiderstand der Fügenähte	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht			MLV ≥ 175
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.			
5.13	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.			
5.14	Widerstand gegen Verformung unter Last für Typ V	DIN EN 14909:2012-07, Anhang B	—	k. A.			
5.15	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1			

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

[b] Dickenangaben ohne Kaschierung. Die zulässige Dickenabweichungz beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung.

5.3.4 Kunststoffbahnen mit Einlage, mit oder ohne Selbstklebeschicht, für die Abdichtung (BA) oder als Mauersperrbahn (MSB)

Bei Kunststoffbahnen mit Einlage besteht die Einlage aus einem innenliegenden Glasvlies mit einem Flächengewicht $\leq 80\ g/m^2$; sie können mit oder ohne Selbstklebeschicht ausgerüstet sein. Es gelten die Anforderungen nach Tabelle 24 oder Tabelle 25.

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Tabelle 24 — Kunststoffbahnen mit Einlage, mit oder ohne Selbstklebeschicht, für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13967:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]			
Abschnitt	Eigenschaften			ECB		PVC	FPO
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	keine sichtbaren Mängel			
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.			
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.			
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden			
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 1,5		MDV ≥ 1,2	
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Masse	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.			
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928	—	bestanden			
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691 Verfahren A	mm	MLV ≥ 300			
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	kPa	k. A.			
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	kPa	k. A.			
5.9	Verträglichkeit mit Bitumen[c]	DIN EN 1548 und DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden			
5.10	Weiterreißwiderstand	DIN EN 13859-1 DIN EN 12310-1	N	k. A.			
5.11	Scherwiderstand der Fügenähte	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht			
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.			
5.13	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.			
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißfestigkeit	DIN EN 13859-1 DIN EN 12311-2, Verfahren B	N/mm^2	MLV ≥ 4		MLV ≥ 8	MLV ≥ 5
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißdehnung	DIN EN 13859-1 DIN EN 12311-2, Verfahren B	%	MLV ≥ 400		MLV ≥ 150	
5.15	Widerstand gegen Verformung unter Last	DIN EN 13967: 2012-07, Anhang B	—	k. A.			
5.16	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1			

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

[b] Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung. Die zulässige Dickenabweichung beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[c] nur für bitumenverträgliche Bahnen.

k. A. keine Anforderung.

Tabelle 25 — Kunststoffbahnen mit Einlage, mit oder ohne Selbstklebeschicht, als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14909:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]		
Abschnitt	Eigenschaften			ECB	PVC	FPO
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	keine sichtbaren Mängel		
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden		
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 1,5	MDV ≥ 1,2	
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Masse	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.		
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928	—	bestanden		
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691, Verfahren A	mm	MLV ≥ 300		
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	kPa	k. A.		
5.8.2	Dauerhaftigkeit gegenüber Alkali; DIN EN 1847	DIN EN 1928	kPa	k. A.		
5.9	Widerstand gegen Falzen bei tiefen Temperaturen	DIN EN 495-5	°C	MLV ≤ −20		
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 13859-1 DIN EN 12310-1	N	k. A.		
5.11	Scherwiderstand der Fügenähte	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht		
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.		
5.13	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.		
5.14	Widerstand gegen Verformung unter Last für Typ V	DIN EN 13967: 2012-07, Anhang B	—	k. A.		
5.15	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1		

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

[b] Dickenangaben ohne Kaschierung. Die zulässige Dickenabweichung beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung.

DIN SPEC 20000-202:2016-03

5.3.5 Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Verstärkung, mit oder ohne Selbstklebeschicht oder Polymerbitumenschicht, für die Abdichtung (BA) und als Mauersperrbahn (MSB)

Bei Kunststoff- und Elastomerbahnen mit innenliegender Verstärkung besteht diese aus Glas- und/oder Synthesefasern in Form von Gewebe, Gelege, Vlies oder einer Kombination daraus. Es gelten die Anforderungen nach Tabellen 26 oder Tabelle 27.

Tabelle 26 — Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Verstärkung, mit oder ohne Selbstklebeschicht oder Polymerbitumenschicht, für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13967:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]		
Abschnitt	Eigenschaften			PVC, EVA, FPO	ECB	EPDM
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	keine sichtbaren Mängel		
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden		
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 1,2	MDV ≥ 1,5	MDV ≥ 1,3
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Masse	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.		
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928	—	bestanden		
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691, Verfahren A, Verfahren B für EPDM	mm	MLV ≥ 300		k. A.
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	kPa	k. A.		
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	kPa	k. A.		
5.9	Verträglichkeit mit Bitumen[c]	DIN EN 1548 und DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden		
5.10	Weiterreißwiderstand	DIN EN 13859-1 DIN EN 12310-1	N	k. A.		MLV ≥ 25
5.11	Scherwiderstand der Fügenähte	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht		MLV ≥ 175
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.		
5.13	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.		
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißfestigkeit	DIN EN 13859-1 DIN EN 12311-2	N/50 mm	MLV ≥ 500		
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißdehnung	DIN EN 13859-1 DIN EN 12311-2	%	MLV ≥ 2		
5.15	Widerstand gegen Verformung unter Last	DIN EN 13967: 2012-07, Anhang B	—	k. A.		
5.16	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1		

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

[b] Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung, Die zulässige Dickenabweichung beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[c] nur für bitumenverträgliche Bahnen.

k. A. keine Anforderung

Tabelle 27 — Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Verstärkung, mit oder ohne Selbstklebeschicht oder Polymerbitumenschicht, als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14909:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]		
Abschnitt	Eigenschaften			PVC	FPO	EPDM
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	Keine sichtbaren Mängel		
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden		
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 1,2		MDV ≥ 1,3
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Masse	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k.A.		
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928	—	bestanden		
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691, Verfahren A, Verfahren B — EPDM	mm	MLV ≥ 300		k. A.
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	kPa	k. A.		
5.8.2	Dauerhaftigkeit gegen Alkali; DIN EN 1847	DIN EN 1928	kPa	k. A.		
5.9	Widerstand gegen Falzen bei tiefen Temperaturen	DIN EN 495-5	°C	MLV ≤ −20		
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 13859-1 DIN EN 12310-1	N	k. A.	k. A.	MLV ≥ 25
5.11	Scherwiderstand der Fügenähte	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht		MLV ≥ 175
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.		
5.13	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.		
5.14	Widerstand gegen Verformung unter Last für Typ V	DIN EN 13967: 2012-07, Anhang B	—	k. A.		
5.15	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1		

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

[b] Dickenangaben ohne Kaschierung. Die zulässige Dickenabweichung beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung

5.3.6 Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Kaschierung, mit oder ohne Selbstklebeschicht, für die Abdichtung (BA) oder als Mauersperrbahn (MSB)

Bei Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Kaschierung ist die Kaschierung auf der Unterseite aufgebracht und besteht aus Gewebe, Gelege, Vlies oder einer Kombination daraus. Die Kaschierung besteht aus Glas- oder Synthesefasern. Es gelten die Anforderungen nach Tabelle 28 oder Tabelle 29.

Eine Vlies-Kaschierung mit einem Flächengewicht $\leq 80\ g/m^2$ bleibt unberücksichtigt und wird je nach Aufbau der Bahn den Tabellen 22 bis 27 zugeordnet.

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Tabelle 28 — Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Kaschierung, mit oder ohne Selbstklebeschicht, für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13967:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]		
Abschnitt	Eigenschaften			EVA, FPO, PVC	ECB, PIB	EPDM
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	keine sichtbaren Mängel		
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden		
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 1,2	MDV ≥ 1,5	MDV ≥ 1,1
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Masse	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.		
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928	—	bestanden		
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691, Verfahren A, Verfahren B für EPDM	mm	MLV ≥ 300		k. A.
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	kPa	k. A.		
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalien-einwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	kPa	k. A.		
5.9	Verträglichkeit mit Bitumen[c]	DIN EN 1548 und DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden		
5.10	Weiterreißwiderstand	DIN EN 13859-1	N	k. A.		
5.11	Scherwiderstand der Fügenähte	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht		
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.		
5.13	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.		
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißfestigkeit	DIN EN 13859-1 DIN EN 12311-2	N/50mm	MLV ≥ 500	MLV ≥ 400	MLV ≥ 500
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißdehnung	DIN EN 13859-1 DIN EN 12311-2	%	MLV ≥ 2		
5.15	Widerstand gegen Verformung unter Last	DIN EN 13967: 2012-07, Anhang B	—	k. A.		
5.16	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1		

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

[b] Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung. Die zulässige Dickenabweichung beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[c] nur für bitumenverträgliche Bahnen.

k. A. keine Anforderung

Tabelle 29 — Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Kaschierung, mit oder ohne Selbstklebeschicht als Mauersperrbahn (MSB)

DIN EN 14909:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]		
Abschnitt	Eigenschaften			EVA, FPO, PVC, TPE	ECB, PIB	EPDM
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	keine sichtbaren Mängel		
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.		
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden		
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 1,2	MDV ≥ 1,5	MDV ≥ 1,1
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Masse	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.		
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928	—	bestanden		
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691, Verfahren A, Verfahren B für EPDM	mm	MLV ≥ 300		k. A.
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	kPa	k. A.		
5.9	Widerstand gegen Falzen bei tiefen Temperaturen	DIN EN 495-5	°C	MLV ≤ −20		
5.10	Weiterreißwiderstand (Nagelschaft)	DIN EN 13859-1	N	k. A.		
5.11	Scherwiderstand der Fügenähte	DIN EN 12317-2	N/50 mm	Abriss außerhalb der Fügenaht		
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.		
5.13	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	k. A.		
5.14	Widerstand gegen Verformung unter Last für Typ V	DIN EN 13967: 2012-07, Anhang B	—	k. A.		
5.15	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1		

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

[b] Dickenangaben ohne Kaschierung. Die zulässige Dickenabweichung beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

k. A. keine Anforderung.

5.3.7 PE-Kunststoffbahnen mit Schaumkaschierung als Abdichtung auf Bodenplatten gegen Bodenfeuchte (EB)

Bei diesen PE-Kunststoffbahnen besteht die Dichtungsschicht aus einer PE-Schicht mit einer Dicke ≥ 0,3 mm. Auf der Unterseite ist eine Schaumkaschierung auf PE-Basis mit einer Dicke von 2 mm bis 8 mm aufgebracht. Es gelten die Anforderungen nach Tabelle 30.

DIN SPEC 20000-202:2016-03

Tabelle 30 — PE-Kunststoffbahnen mit Schaumkaschierung als Abdichtung auf Bodenplatten gegen Bodenfeuchte (EB)

DIN EN 13967:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]
Abschnitt	Eigenschaften			
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	keine sichtbaren Mängel
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 0,3
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Masse	DIN EN 1849-2	kg/m^2	k. A.
5.6	Wasserdichtheit	DIN EN 1928	—	bestanden
5.7	Widerstand gegen Stoßbelastung	DIN EN 12691 Verfahren A	mm	MLV ≥ 100
5.8.1	Wasserdichtheit nach künstlicher Alterung; DIN EN 1296	DIN EN 1928	kPa	k. A.
5.8.2	Wasserdichtheit nach Chemikalieneinwirkung; DIN EN 1847	DIN EN 1928	kPa	bestanden
5.9	Verträglichkeit mit Bitumen[c]	DIN EN 1548 und DIN EN 1928, Verfahren B	—	bestanden
5.10	Weiterreißwiderstand	DIN EN 13859-1 DIN EN 12310-1	N	MLV ≥ 50
5.11	Scherwiderstand der Fügenähte	DIN EN 12317-2	N/50 mm	k. A.
5.12	Wasserdampfdurchlässigkeit	DIN EN 1931	—	k. A.
5.13	Widerstand gegen statische Belastung	DIN EN 12730	kg	MLV ≥ 15
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißfestigkeit	DIN EN 12311-2, Verfahren A	N/50 mm	MLV ≥ 80
5.14	Zug-Dehnungsverhaltung: Reißdehnung	DIN EN 12311-2, Verfahren A	%	MLV ≥ 30
5.15	Widerstand gegen Verformung unter Last	DIN EN 13967: 2012-07, Anhang B	—	k. A.
5.16	Brandverhalten	DIN EN ISO 11925-2	—	Klasse E nach DIN EN 13501-1

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

[b] Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung, Die zulässige Dickenabweichung beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[c] nur für bitumenverträgliche Bahnen.

k. A. keine Anforderung

5.3.8 Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Selbstklebeschicht nach den Tabellen 22 bis 29

Die Selbstklebeschicht übernimmt die Funktion der Verklebung der Bahn auf dem Untergrund. Eine Bahn mit Selbstklebeschicht hat zur flächigen Verklebung werkseitig auf der Unterseite eine Selbstklebeschicht, die mit einer abziehbaren Trennfolie oder Trennpapier versehen ist.

Mai 2010

DIN V 20000-203

DIN

ICS 91.100.50

Vornorm

Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 203: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach europäischen Produktnormen zur Verwendung für Abdichtungen von Betonbrücken und anderen Verkehrsbauwerken aus Beton

Use of building products in construction works – Part 203: Adaption standard for flexible sheets for waterproofing complying with European product standards for use as waterproofing sheets for concrete bridges and other concrete structures trafficable by vehicles

Usages des produits de construction dans les ouvrages de construction – Partie 203: Norme d'adaptation pour feuilles souples d'étanchéité selon les normes européennes pour l'étanchéité pour les ponts en béton et autres ouvrages en béton circulables par les véhicules

Gesamtumfang 18 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort ... **3**

1 Anwendungsbereich ... **4**

2 Normative Verweisungen ... **4**

3 Begriffe ... **5**

4 Bezeichnung und Kennzeichnung ... **5**
4.1 Kurzzeichen für Anwendungstypen ... **5**
4.2 Kurzzeichen für Polymerbitumen-Schweißbahnen ... **6**

5 Anforderungen ... **8**
5.1 Allgemeines ... **8**
5.2 Anforderungsprofile — Polymerbitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Trägereinlage nach DIN EN 14695 für eine einlagige Abdichtung in Verbindung mit Gussasphalt ... **8**
5.2.1 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Polyestervlieseinlage für eine einlagige Abdichtung in Verbindung mit Gussasphalt ... **8**
5.2.2 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Kombinationsträgereinlage für eine einlagige Abdichtung — in Verbindung mit Gussasphalt ... **10**
5.3 Anforderungsprofile — Polymerbitumen-Schweißbahnen nach DIN EN 14695 für eine zweilagige Abdichtung in Verbindung mit Walzasphalt ... **11**
5.3.1 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebeeinlage als untere Lage für eine zweilagige Abdichtung ... **11**
5.3.2 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage als Oberlage für eine zweilagige Abdichtung ... **13**
5.3.3 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil als Oberlage für eine zweilagige Abdichtung ... **15**

Anhang A (normativ) **Bestimmung der Dicke der Klebeschichten** ... **18**

— Vornorm —

Vorwort

Diese Vornorm wurde vom NA 005 02-96 AA „Abdichtungssysteme auf Beton für Brücken und andere Verkehrsflächen“ als Anwendungsnorm für die Verwendung von werksmäßig hergestellten Abdichtungsbahnen nach der harmonisierten europäischen Produktnorm DIN EN 14695 in Deutschland erarbeitet.

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 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, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die in Übereinstimmung mit den harmonisierten Teilen von DIN EN 14695 hergestellten Produkte erhalten eine CE-Kennzeichnung und dürfen somit im Geltungsbereich der Bauproduktenrichtlinie frei gehandelt werden.

Die Regelung zur Verwendung der Produkte bleibt jedoch in der Zuständigkeit der Mitgliedstaaten.

In der Bundesrepublik Deutschland darf die Verwendung der CE-gekennzeichneten Produkte gemäß Beschluss des NABau-Beirats und in Abstimmung mit der Bauministerkonferenz der Länder (ARGEBAU) durch Anwendungsnormen geregelt werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Vornorm legt für die in DIN EN 14695 angegebenen Eigenschaften anwendungsbezogene Anforderungen für die Verwendung von Abdichtungsbahnen auf Betonbrücken und anderen Verkehrsbauwerken aus Beton fest und ordnet den Produkten Bezeichnungen zu. Diese Verkehrsbauwerke können frei bewittert oder überdacht (z. B. Tiefgaragen, Parkdecks) sein.

Im Abschnitt 5 werden anwendungsbezogene Anforderungen an die Produkte gestellt, die auch bauaufsichtlich relevant sind. Im Abschnitt 4 werden darüber hinaus weitere Anforderungen für Abdichtungsbahnen gestellt.

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 18191, *Textilglasgewebe als Einlage für bituminöse Bahnen*

DIN 18192, *Verfestigtes Polyestervlies als Einlage für Bitumen- und Polymerbitumenbahnen — Begriff, Bezeichnung, Anforderungen, Prüfung*

DIN 52123, *Prüfung von Bitumen- und Polymerbitumenbahnen*

DIN 52141, *Glasvlies als Einlage für Dach- und Dichtungsbahnen — Begriff, Bezeichnung, Anforderungen*

DIN 52142, *Glasvlies als Einlage für Dach- und Dichtungsbahnen — Prüfung*

DIN EN 1107-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Maßhaltigkeit — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1109, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Kaltbiegeverhaltens*

DIN EN 1110, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Wärmestandfestigkeit*

DIN EN 1848-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Länge, Breite und Geradheit — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1849-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung der Dicke und flächenbezogenen Masse — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1850-1, *Abdichtungsbahnen — Bestimmung sichtbarer Mängel — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen*

DIN EN 1928, *Abdichtungsbahnen — Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Wasserdichtheit*

DIN EN 12039, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung der Bestreuungshaftung*

DIN EN 12311-1, *Abdichtungsbahnen — Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen — Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens*

DIN EN 13596, *Abdichtungsbahnen — Abdichtungssysteme auf Beton für Brücken und andere Verkehrsflächen — Bestimmung der Abreißfestigkeit*

DIN EN 13632, *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel — Visualisierung der Polymerverteilung in polymermodifiziertem Bitumen*

DIN EN 13653, *Abdichtungsbahnen — Abdichtungssysteme auf Beton für Brücken und andere Verkehrsflächen — Bestimmung der Schubfestigkeit*

DIN EN 14223, *Abdichtungsbahnen — Abdichtungen für Betonbrücken und andere Verkehrsflächen auf Beton — Bestimmung der Wasserabsorption*

DIN EN 14224, *Abdichtungsbahnen — Abdichtungen für Betonbrücken und andere Verkehrsflächen auf Beton — Bestimmung der Fähigkeit zur Rissüberbrückung*

DIN EN 14691, *Abdichtungsbahnen — Abdichtungen für Betonbrücken und andere Verkehrsflächen auf Beton — Bestimmung der Verträglichkeit nach Wärmelagerung*

DIN EN 14692, *Abdichtungsbahnen — Abdichtungen für Betonbrücken und andere Verkehrsflächen auf Beton — Bestimmung des Widerstandes gegenüber Verdichtung der Schutzschicht*

DIN EN 14693, *Abdichtungsbahnen — Abdichtungen für Betonbrücken und andere Verkehrsflächen auf Beton — Bestimmung des Verhaltens von Bitumenbahnen bei Anwendung von Gussasphalt*

DIN EN 14694, *Abdichtungsbahnen — Abdichtungen für Betonbrücken und andere Verkehrsflächen auf Beton — Bestimmung des Widerstandes gegenüber dynamischem Wasserdruck nach Schadenvorbeanspruchung*

DIN EN 14695, *Abdichtungsbahnen — Bitumenbahnen mit Trägereinlage für Abdichtungen von Betonbrücken und andere Verkehrsflächen aus Beton — Definitionen und Eigenschaften*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 14695 und der folgende Begriff.

3.1
Grenzwert
Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der vom Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV

4 Bezeichnung und Kennzeichnung

Die Bezeichnung der Bahnen besteht aus Kurzzeichen für Anwendungstyp und Produktmerkmale sowie dem Bezug auf diese Norm.

Die Kennzeichnung der Produkte mit den Kurzzeichen setzt voraus, dass die Anforderungen dieser Norm erfüllt sind. Die Kurzzeichen nach dieser Norm dürfen nur außerhalb der CE-Kennzeichnung angebracht werden. Die Nachweise sowie die Kennzeichnung erfolgen in Verantwortlichkeit des Herstellers.

Die Kennzeichnung nach dieser Norm ist so anzubringen, dass sie sich deutlich von der CE-Kennzeichnung nach DIN EN 14695 unterscheidet.

4.1 Kurzzeichen für Anwendungstypen

BE Bahnen für einlagige Abdichtung (in Verbindung mit Gussasphalt)

BO Bahnen für die Oberlage einer zweilagigen Abdichtung (in Verbindung mit Walzasphalt)

BU Bahnen für die untere Lage einer zweilagigen Abdichtung (in Verbindung mit Walzasphalt)

4.2 Kurzzeichen für Polymerbitumen-Schweißbahnen

Zur Stoffkennzeichnung werden Kurzzeichen verwendet, die in Tabelle 1 den jeweiligen Werkstoffen zugeordnet werden:

PYE Elastomerbitumen (Bitumen modifiziert mit thermoplastischen Elastomeren),

PYP Plastomerbitumen (Bitumen modifiziert mit thermoplastischen Kunststoffen),

PV (Zahl) Polyestervlies (Mindestflächengewicht in g/m^2),

G (Zahl) Glasgewebe (Mindestflächengewicht in g/m^2),

KTP (Zahl) Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil, (Mindestflächengewicht in g/m^2),

S (Zahl) Schweißbahn (Mindestdicke der unbestreuten Bahn in mm),

HL hochliegende Trägereinlage.

BEISPIELE

BE – PYE – PV 175 HL S4,5 DIN V 20000-203

Bahn zur einlagigen Verlegung aus Elastomerbitumen (PYE) mit hochliegender Polyestervlieseinlage, mindestens 175 g/m^2 und Dicke der Schweißbahn mindestens 4,5 mm, die die Anforderungen der DIN V 20000-203 erfüllt

BO – PYE – PV 175 S3,5 DIN V 20000-203

Bahn als Oberlage einer zweilagigen Abdichtung aus Elastomerbitumen (PYE) mit Polyestervlieseinlage, mindestens 175 g/m^2 und Dicke der Schweißbahn mindestens 3,5 mm, die die Anforderungen der DIN V 20000-203 erfüllt

BU – PYP – G 120 S3,8 DIN V 20000-203

Bahn als untere Lage einer zweilagigen Abdichtung aus Plastomerbitumen (PYP) mit Glasgewebeeinlage, mindestens 120 g/m^2 und Dicke der Schweißbahn mindestens 3,8 mm, die die Anforderungen der DIN V 20000-203 erfüllt

Tabelle 1 — Übersicht der Abdichtungsbahnen

Nr	1	2	3	4	5	6
1	**Bahn**	**Nach Tabelle**	**Dicke der Deckmasseschichten Dicke der Deck(d_o)- und Klebeschicht(d_u)**[a] mm	**Mindestgewicht der Trägereinlage**[b] g/m²	**Maximaler Aschegehalt der Klebemasse** Massenanteile[c] in %	**Verteilung der Polymere in der Klebemasse**[d]
2	Polymerbitumen-Schweißbahn mit hochliegender Polyestervlieseinlage BE – PYE - PV 175 HL S4,5 BE – PYP - PV 175 HL S4,5	2	d_o: ≤ 0,5 d_u: ≥ 3,0	PV: 175	40	P
3	Polymerbitumen-Schweißbahn mit hochliegender Kombinationsträgereinlage BE – PYE - KTP 175 HL S4,5 BE – PYP - KTP 175 HL S4,5	3	d_o: ≤ 0,5 d_u: ≥ 3,0	KTP: 175[e]	40	P
4	Polymerbitumen-Schweißbahn mit Glasgewebeeinlage BU – PYE - G 120 S3,8	4	d_u: ≥ 1,8	G: 120	40	P
5	Polymerbitumen-Schweißbahn mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage BO – PYP - G 120 S3,5 BO – PYP - PV 175 S3,5 BO – PYE - G 120 S3,5 BO – PYE - PV 175 S3,5	5	d_o: ≤ 1,5 ≥ 0,3 d_u: ≥ 1,8	G: 120 PV: 175	40	P
6	Polymerbitumen-Schweißbahn mit Kombinationsträgereinlage BO – PYE - KTP 175 S3,5 BO – PYP - KTP 175 S3,5	6	d_o: ≤ 1,5 ≥ 0,3 d_u: ≥ 1,8	KTP: 175[e]	40	P

[a] Bestimmung nach Anhang A

[b] Bestimmung nach DIN 52123, DIN 52141, DIN 52142, DIN 18191 bzw. DIN 18192

[c] Bestimmung nach DIN 52123

[d] Bestimmung nach DIN EN 13632:2004-03, Tabelle A.1

[e] Aus Vliesen (Glasvlies und/oder Polyestervlies) und Gelegen oder Geweben aus Kunststoff- und/oder Glasfäden, der Anteil an Kunststoffvlies und -fäden beträgt mehr als 50 % des Gewichts der Einlage

5 Anforderungen

5.1 Allgemeines

Polymerbitumen-Schweißbahnen, die für Abdichtungen verwendet werden, müssen die Anforderungen nach 5.2 und 5.3 an die Stoffe und Eigenschaften erfüllen.

Darüber hinaus dürfen keine gefährlichen Substanzen in solchen Mengen freigesetzt werden, dass diese nachteilige Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt haben. Die diesbezüglichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften sind einzuhalten.

5.2 Anforderungsprofile — Polymerbitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Trägereinlage nach DIN EN 14695 für eine einlagige Abdichtung in Verbindung mit Gussasphalt

5.2.1 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Polyestervlieseinlage für eine einlagige Abdichtung in Verbindung mit Gussasphalt

Polymerbitumen-Schweißbahnen nach Tabelle 2, die als einlagige Abdichtung in Verbindung mit Gussasphalt verwendet werden können, bestehen aus einer hochliegenden Trägereinlage aus Polyestervlies, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und mit einer Deck- und Klebeschicht aus Polymerbitumen versehen ist. Polymerbitumen-Schweißbahnen sind unterseitig mineralisch feinst bestreut oder mit einer leicht abschmelzbaren Trennfolie/-vlies versehen. Die Oberseite der Polymerbitumen-Schweißbahnen ist mit mineralischen Stoffen mit einer Korngröße bis 1 mm bestreut. Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Tabelle 2 — Polymerbitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Polyestervlieseinlage für eine einlagige Abdichtung in Verbindung mit Gussasphalt — Eigenschaften und Anforderungen

Eigenschaft nach DIN EN 14695		Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	Keine
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Länge	DIN EN 1848-1	m	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Breite	DIN EN 1848-1	cm	≥ 98
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Dicke	DIN EN 1849-1	mm	MDV-Toleranz ≥ 4,5; ≤ 5,5
4.2.3	Ausgangsgehalt der Bestreuung	DIN EN 12039, Anhang B	g/m^2	Keine Anforderung

Tabelle 2 *(fortgesetzt)*

Eigenschaft nach DIN EN 14695	Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.2.4 Zug-Dehnungs-Verhalten Höchstzugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 550
4.2.4 Zug-Dehnungs-Verhalten Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 30
4.2.5 Wasseraufnahme	DIN EN 14223	Massenanteile in %	≤ 1,5
4.2.6 Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	≤ −10
4.2.7 Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	PYE ≥ 110, PYP ≥ 150
4.2.8 Maßhaltigkeit bei erhöhten Temperaturen	DIN EN 1107-1	%	Keine Anforderung
4.2.9 Thermisches Alterungsverhalten	DIN EN 1296, DIN EN 1109, DIN EN 1110	°C	Keine Anforderung
4.3.2 Abreißfestigkeit	DIN EN 13596 – Prüfkörper Typ 1 und Typ 3 – Prüfkörper Typ 2	N/mm^2	 bei 8 °C: ≥ 0,7; bei 23 °C: ≥ 0,4 Keine Anforderung
4.3.3 Schubfestigkeit	DIN EN 13653 – Prüfkörper Typ 3	N/mm^2	 bei 23 °C: ≥ 0,15
4.3.4 Rissüberbrückungsfähigkeit	DIN EN 14224 – Prüfkörper Typ 3 bei −20 °C	°C	 bestanden
4.3.5 Verträglichkeit durch Hitzealterung	DIN EN 14694 – Prüfkörper Typ 3	 %	 ≥ 70
4.3.6 Widerstand gegen Verdichtung der Asphaltschicht	DIN EN 14692	—	Keine Anforderung
4.3.7 Verhalten von Bitumenbahnen beim Verlegen von Gussasphalt	DIN EN 14693, 4.5.1 – Prüfkörper Typ 3 DIN EN 14693, 4.5.2 DIN EN 14693, 4.5.3	 % % mm	 0 Keine Anforderung Keine Anforderung
4.3.8 Wasserdichtheit ohne Vorschädigung	DIN EN 14694	—	bestanden

5.2.2 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Kombinationsträgereinlage für eine einlagige Abdichtung — in Verbindung mit Gussasphalt

Polymerbitumen-Schweißbahnen nach Tabelle 3, die als einlagige Abdichtung in Verbindung mit Gussasphalt verwendet werden können, bestehen aus einer hochliegenden Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und mit einer Deck- und Klebeschicht aus Polymerbitumen versehen ist.

Polymerbitumen-Schweißbahnen sind unterseitig gleichmäßig mineralisch feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Die Oberseite der Polymerbitumen-Schweißbahnen ist mit mineralischen Stoffen mit einer Korngröße bis 1 mm bestreut.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Tabelle 3 — Polymerbitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Kombinationsträgereinlage für eine einlagige Abdichtung — in Verbindung mit Gussasphalt — Eigenschaften und Anforderungen

Eigenschaft nach DIN EN 14695		Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	Keine
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Länge	DIN EN 1848-1	m	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Breite	DIN EN 1848-1	cm	≥ 98
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Dicke	DIN EN 1849-1	mm	MDV-Toleranz ≥ 4,5; ≤ 5,5
4.2.3	Ausgangsgehalt der Bestreuung	DIN EN 12039, Anhang B	g/m^2	Keine Anforderung
4.2.4	Zug-Dehnungs-Verhalten Höchstzugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 550
4.2.4	Zug-Dehnungs-Verhalten Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 15
4.2.5	Wasseraufnahme	DIN EN 14223	Massenanteile in %	≤ 1,5
4.2.6	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	≤ −10
4.2.7	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	PYE ≥ 110, PYP ≥ 150

Tabelle 3 *(fortgesetzt)*

Eigenschaft nach DIN EN 14695		Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.2.8	Maßhaltigkeit bei erhöhten Temperaturen	DIN EN 1107-1	%	Keine Anforderung
4.2.9	Künstliche Alterung	DIN EN 1296, DIN EN 1109, DIN EN 1110	°C	Keine Anforderung
4.3.2	Abreißfestigkeit	DIN EN 13596 – Prüfkörper Typ 1 und Typ 3 – Prüfkörper Typ 2	N/mm^2	 bei 8 °C: ≥ 0,7; bei 23 °C: ≥ 0,4 Keine Anforderung
4.3.3	Schubfestigkeit	DIN EN 13653 – Prüfkörper Typ 3	N/mm^2	 bei 23 °C: ≥ 0,15
4.3.4	Rissüberbrückungsfähigkeit	DIN EN 14224 – Prüfkörper Typ 3	°C	 bei –20 °C: bestanden
4.3.5	Verträglichkeit durch Hitzealterung	DIN EN 14691 – Prüfkörper Typ 3	%	 ≥ 70
4.3.6	Widerstand gegen Verdichtung der Asphaltschicht	DIN EN 14692	—	Keine Anforderung
4.3.7	Verhalten von Bitumenbahnen beim Verlegen von Gussasphalt	DIN EN 14693, 4.5.1 – Prüfkörper Typ 3 DIN EN 14693, 4.5.2 DIN EN 14693, 4.5.3	 % % mm	 0 Keine Anforderung Keine Anforderung
4.3.8	Wasserdichtheit ohne Vorschädigung	DIN EN 14694	—	bestanden

5.3 Anforderungsprofile — Polymerbitumen-Schweißbahnen nach DIN EN 14695 für eine zweilagige Abdichtung in Verbindung mit Walzasphalt

5.3.1 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebeeinlage als untere Lage für eine zweilagige Abdichtung

Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebeeinlage nach Tabelle 4, die als untere Lage einer zweilagigen Abdichtung verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und mit einer Deck- und Klebeschicht aus Elastomerbitumen versehen ist.

Die Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebeeinlage sind unterseitig gleichmäßig mineralisch feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Die Oberseite der Bahnen ist mit mineralischen Stoffen mit einer Korngröße bis 1 mm bestreut.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Diese Bahnen werden in Kombination mit den Oberlagen nach 5.3.2 und 5.3.3 zum Einsatz gebracht.

Tabelle 4 — Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebeeinlage als untere Lage für eine zweilagige Abdichtung — Eigenschaften und Anforderungen

Eigenschaft nach DIN EN 14695		Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	Keine
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Länge	DIN EN 1848-1	m	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Breite	DIN EN 1848-1	cm	≥ 98
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Dicke	DIN EN 1849-1	mm	MDV-Toleranz ≥ 3,8; ≤ 5,0
4.2.3	Ausgangsgehalt der Bestreuung	DIN EN 12039, Anhang B	g/m^2	Keine Anforderung
4.2.4	Zug-Dehnungs-Verhalten Höchstzugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 600
4.2.4	Zug-Dehnungs-Verhalten Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 2
4.2.5	Wasseraufnahme	DIN EN 14223	Massenanteile in %	≤ 1,5
4.2.6	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	°C	≤ 0
4.2.7	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	PYE ≥ 100
4.2.8	Maßhaltigkeit bei erhöhten Temperaturen	DIN EN 1107-1	%	Keine Anforderung
4.2.9	Künstliche Alterung	DIN EN 1296, DIN EN 1109, DIN EN 1110	°C	Keine Anforderung
4.3.2	Abreißfestigkeit	DIN EN 13596 – Prüfkörper Typ 1 und Typ 3 – Prüfkörper Typ 2	N/mm^2	bei 8 °C: ≥ 0,7; bei 23 °C: ≥ 0,4 Keine Anforderung

Tabelle 4 *(fortgesetzt)*

Eigenschaft nach DIN EN 14695	Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.3.3 Schubfestigkeit	DIN EN 13653 – Prüfkörper Typ 3	N/mm^2	bei 23 °C: ≥ 0,15
4.3.4 Rissüberbrückungsfähigkeit	DIN EN 14224 – Prüfkörper Typ 3	°C	bei −20 °C: bestanden
4.3.5 Verträglichkeit durch Hitzealterung	DIN EN 14691 – Prüfkörper Typ 3	%	≥ 70
4.3.6 Widerstand gegen Verdichtung der Asphaltschicht	DIN EN 14692	—	Keine Anforderung
4.3.7 Verhalten von Bitumenbahnen beim Verlegen von Gussasphalt	DIN EN 14693	—	Keine Anforderung
4.3.8 Wasserdichtheit ohne Vorschädigung	DIN EN 14694	—	bestanden

5.3.2 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage als Oberlage für eine zweilagige Abdichtung

Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage nach Tabelle 5, die als Oberlage einer zweilagigen Abdichtung verwendet werden können, bestehen aus einer Trägereinlage aus Glasgewebe- oder Polyestervlies, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Elastomer- oder Plastomerbitumen versehen ist.

Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage sind unterseitig gleichmäßig mineralisch feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Die Oberseite der Bahnen ist mit mineralischen Stoffen mit einer Korngröße bis 1 mm bestreut.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Diese Bahnen werden in Kombination mit einer unteren Lage nach 5.3.1 zum Einsatz gebracht.

Tabelle 5 — Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage als Oberlage für eine zweilagige Abdichtung — Eigenschaften und Anforderungen

Eigenschaft nach DIN EN 14695		Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	Keine
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Länge	DIN EN 1848-1	m	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Breite	DIN EN 1848-1	cm	≥ 98
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Dicke	DIN EN 1849-1	mm	MDV-Toleranz ≥ 3,5; ≤ 4,5
4.2.3	Ausgangsgehalt der Bestreuung	DIN EN 12039, Anhang B	g/m^2	Keine Anforderung
4.2.4	Zug-Dehnungs-Verhalten Höchstzugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 550
4.2.4	Zug-Dehnungs-Verhalten Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz längs/quer Glasgewebe ≥ 2 Polyestervlies ≥ 30
4.2.5	Wasseraufnahme	DIN EN 14223	Massenanteile in %	≤ 1,5
4.2.6	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	—	≤ 0 °C
4.2.7	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	PYE ≥ 100, PYP ≥ 130
4.2.8	Maßhaltigkeit bei erhöhten Temperaturen	DIN EN 1107-1 und DIN EN 14695, Anhang B	%	Keine Anforderung
4.2.9	Künstliche Alterung	DIN EN 1296, DIN EN 1109, DIN EN 1110	°C	Keine Anforderung
4.3.2	Abreißfestigkeit	DIN EN 13596	N/mm^2	
		– Prüfkörper Typ 1 und Typ 3		bei 8 °C: ≥ 0,7; bei 23 °C: ≥ 0,4
		– Prüfkörper Typ 2		Keine Anforderung

Tabelle 5 *(fortgesetzt)*

Eigenschaft nach DIN EN 14695	Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.3.3 Schubfestigkeit	DIN EN 13653 – Prüfkörper Typ 3	N/mm^2	bei 23 °C: ≥ 0,15
4.3.4 Rissüberbrückungsfähigkeit	DIN EN 14224 – Prüfkörper Typ 3	°C	bei −20 °C: bestanden
4.3.5 Verträglichkeit durch Wärmelagerung	DIN EN 14691 – Prüfkörper Typ 3	%	≥ 70
4.3.6 Widerstand gegen Verdichtung der Asphaltschicht	DIN EN 14692	—	Keine Anforderung
4.3.7 Verhalten von Bitumenbahnen beim Verlegen von Gussasphalt	DIN EN 14693	—	Keine Anforderung
4.3.8 Wasserdichtheit ohne Vorschädigung	DIN EN 14694	—	bestanden

5.3.3 Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil als Oberlage für eine zweilagige Abdichtung

Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil nach Tabelle 6, die als Oberlage einer zweilagigen Abdichtung verwendet werden können, bestehen aus einer Kombinationsträgereinlage, die mit Bitumen oder Polymerbitumen getränkt und auf beiden Seiten mit einer Deckschicht aus Elastomer- oder Plastomerbitumen versehen ist.

Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil sind unterseitig gleichmäßig mineralisch feinst bestreut oder mit einer leicht ablösbaren oder abschmelzbaren Trennfolie bzw. -vlies versehen.

Die Oberseite der Bahnen ist mit mineralischen Stoffen mit einer Korngröße bis 1 mm bestreut.

Zur Sicherstellung der Verarbeitung werden Mindestanforderungen an die Dicke der Bahn gestellt.

Diese Bahnen werden in Kombination mit einer unteren Lage nach 5.3.1 zum Einsatz gebracht.

Tabelle 6 — Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil als Oberlage für eine zweilagige Abdichtung — Eigenschaften und Anforderungen

Eigenschaft nach DIN EN 14695		Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.2.1	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-1	—	Keine
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Länge	DIN EN 1848-1	m	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Breite	DIN EN 1848-1	cm	≥ 98
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Geradheit	DIN EN 1848-1	mm/10 m	≤ 20
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Flächenbezogene Masse	DIN EN 1849-1	kg/m^2	Keine Anforderung
4.2.2	Maße, Abweichungen und Flächengewicht Dicke	DIN EN 1849-1	mm	MDV-Toleranz ≥ 3,5; ≤ 4,5
4.2.3	Ausgangsgehalt der Bestreuung	DIN EN 12039, Anhang B	g/m^2	Keine Anforderung
4.2.4	Zug-Dehnungs-Verhalten Höchstzugkraft	DIN EN 12311-1	N/50 mm	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 550
4.2.4	Zug-Dehnungs-Verhalten Dehnung	DIN EN 12311-1	%	MDV-Toleranz längs/quer ≥ 15
4.2.5	Wasseraufnahme	DIN EN 14223	%	≤ 1,5
4.2.6	Kaltbiegeverhalten	DIN EN 1109	—	≤ 0 °C
4.2.7	Wärmestandfestigkeit	DIN EN 1110	°C	PYE ≥ 100, PYP ≥ 130
4.2.	Maßhaltigkeit bei erhöhten Temperaturen	DIN EN 1107-1 und DIN EN 14695, Anhang B	%	Keine Anforderung
4.2.9	Künstliche Alterung	DIN EN 1296, DIN EN 1109, DIN EN 1110	°C	Keine Anforderung
4.3.2	Abreißfestigkeit	DIN EN 13596 – Prüfkörper Typ 1 und Typ 3 – Prüfkörper Typ 2	N/mm^2	bei 8 °C: ≥ 0,7 bei 23 °C: ≥ 0,4 Keine Anforderung

Tabelle 6 *(fortgesetzt)*

Eigenschaft nach DIN EN 14695	Prüfverfahren	Einheit	Anforderung/Grenzwert
4.3.3 Schubfestigkeit	DIN EN 13653 – Prüfkörper Typ 3	N/mm^2	bei 23 °C: ≥ 0,15
4.3.4 Rissüberbrückungsfähigkeit	DIN EN 14221 – Prüfkörper Typ 3	°C	bei −20 °C: bestanden
4.3.5 Verträglichkeit durch Hitzealterung	DIN EN 14694 – Prüfkörper Typ 3	%	≥ 70
4.3.6 Widerstand gegen Verdichtung der Asphaltschicht	DIN EN 14692	—	Keine Anforderung
4.3.7 Verhalten von Bitumenbahnen beim Verlegen von Gussasphalt	DIN EN 14693	—	Keine Anforderung
4.3.8 Wasserdichtheit ohne Vorschädigung	DIN EN 14694	—	bestanden

Anhang A
(normativ)

Bestimmung der Dicke der Klebeschichten

Unter den Klebeschichten der Bahn werden die Schichten oberhalb und unterhalb der Trägereinlage verstanden. Zunächst wird in der Nähe einer Schnittkante an 10 Stellen in gleichen Abständen über die Breite der Bahn die Dicke der Bahn auf 0,1 mm genau gemessen. Der Kleberand ist auszunehmen. Anschließend wird an den Messstellen mit einem heißen Spachtel die Klebemasse unterhalb der Trägereinlage bis auf die Einlage abgeschoben und die verbleibende Dicke an denselben Stellen erneut gemessen. Die Differenz aus beiden Messungen ergibt die Dicke der Klebeschicht unterhalb der Trägereinlage. Alternativ kann die Dicke der Klebeschichten auch mikroskopisch bestimmt werden. Angegeben werden der Mittelwert $\bar{x}$ und der kleinste Einzelwert min x_i auf 0,1 mm genau in mm.

In der gleichen Weise wird die Dicke der Klebeschicht oberhalb der Trägereinlage bestimmt.

VORWORT ZUR 3. AUFLAGE

Im Verlauf der Jahre 2006 und 2007 wurden die Lehmbau Regeln neuen Erkenntnissen und Erfordernissen angepasst. Das Procedere der Konsensfindung entsprach dabei weitgehend der oben beschriebenen Vorgehensweise für die erste Auflage. Die Überarbeitung wurde vom Dachverband Lehm e.V. durchgeführt und durch die Bundesstiftung Umwelt gefördert.

Wie zuvor wird der Stand der Technik zu Herstellung und Anwendung von Lehmbaustoffen beschrieben, die nicht durch zusätzliche Bindemittel stabilisiert sind. Zu stabilisierten Lehmbaustoffen liegen in Deutschland kaum Anwendungsbeispiele und Erfahrungen vor, eine Regelung erscheint demnach nicht notwendig. In anderen Ländern sind derartige Baustoffe jedoch Stand der Technik und Gegenstand von Bauregeln.

Anstrichstoffe (Lehmfarben, Lehmstreichputze) sind aufgrund des gering erscheinenden Regelungsbedarfs ebenfalls nicht behandelt.

Modalverben sind der Auffassung des VDI (Verein Deutscher Ingenieure) entsprechend in folgendem Sinne verwendet:

– Müssen: Eine Muss-Bestimmung ist grundsätzlich zwingend.
– Sollen: Bei einer Soll-Bestimmung hat der Anwender zwei Möglichkeiten, er erfüllt die Bedingung oder er begründet, warum in diesem speziellen Fall auf die Einhaltung verzichtet werden kann.
– Können: Es ist dem Anwender freigestellt, ob er die Bedingung einhält oder nicht.

September 2008 Dachverband Lehm e.V.

VORWORT ZUR 2. AUFLAGE

Die Lehmbau Regeln des Dachverband Lehm haben seit ihrem Erscheinen eine große Resonanz erfahren.
Sie wurden 1998 in die Musterliste der Technischen Baubestimmungen des Instituts für Bautechnik Berlin aufgenommen und damit zur bauaufsichtlichen Einführung in den Bundesländern empfohlen. Elf deutsche Bundesländer sind seither dieser Empfehlung gefolgt. In den übrigen Ländern gilt Lehmbau als „nicht geregelte Bauart“, für die im Einzelfall eine Zustimmung eingeholt werden muss, unter Verweis auf die Musterliste und die Einführung in anderen Bundesländern. Die früheren DIN-Normen Lehmbau sind mit Erscheinen der Lehmbau Regeln nicht mehr maßgeblich. Die Anwendung der Lehmbau Regeln ist bisher auf ein- bis zweigeschossige Einfamilienhäuser mit bis zu zwei Wohnungen beschränkt, für weitergehende Anwendungen bleibt es bei den bauordnungsrechtlich geforderten Verwendbarkeitsnachweisen. Bei Nachweisen des Brand-, Schall- und Wärmeschutzes sind die entsprechenden Normen in jeweils gültiger Fassung zu beachten. Für den Wärmeschutz sind inzwischen die Wärmeleitzahlen von Lehmbaustoffen in DIN 4108-4 den Lehmbau Regeln entsprechend aktualisiert worden.
Die vorliegende zweite Auflage wurde, von wenigen untergeordneten Korrekturen abgesehen, unverändert übernommen.

April 2002 Dachverband Lehm e.V.

VORWORT

Das Bauen mit Lehm hat in Europa und in Deutschland eine lange Tradition. Im Fachwerkbau, aber auch massiv tragend früher einer der Hauptbaustoffe, ist Lehm durch moderne Industriebaustoffe verdrängt worden. Zuletzt in den Nachkriegszeiten dieses Jahrhunderts wurde im Lehmbau eine Möglichkeit gesehen, dem Mangel an gebrannten, tragfähigen Baustoffen insbesondere im ländlichen Bereich zu begegnen.

Seit Beginn der achtziger Jahre wird Lehm in Deutschland erneut als Baustoff angewandt. Ein neues Interesse ist entstanden und Möglichkeiten neuer Anwendungen und Produkte werden gesucht. Lehmbaustoffe gelten als ökologisch hochwertig. Der Rohstoff kann regional naturverträglich gewonnen werden, die Veredelung zum Baustoff ist energetisch unaufwendig. Bei sachgemäßem Ausbau können Lehmbaustoffe wiederverwendet werden, ihre Entsorgung ist unproblematisch. Richtig eingesetzt gelten Lehmbaustoffe als für die menschliche Gesundheit gesichert unbedenklich und lange erprobt. Im Lehmbau lassen sich große Anteile von Eigenleistung integrieren. Zu den Eigenschaften der Lehmbaustoffe gehören aber auch ihre Wasserempfindlichkeit und, gemessen am Umfeld vergleichbarer Bauprodukte, ihre geringere Festigkeit. Für eine große Anzahl von Bauaufgaben reichen jedoch die Eigenschaften der Lehmbaustoffe völlig aus, sie sind mit geringem energetischen Aufwand für ihren Einsatz ausreichend optimiert. Mit einfachen konstruktiven Maßnahmen lassen sich auch tragende Bauteile aus Lehmbaustoffen erstellen.

Die zusammenfassende Aufstellung von Regeln und die umfassende Dokumentation der bekannten Techniken wurde erstmalig in der „Lehmbauordnung“ von 1944 unternommen. Diese Verordnung über Lehmbauten wurde 1951 als DIN 18951 bauaufsichtlich eingeführt. Bis 1956 wurden weitere Vornormen und Normentwürfe erstellt, die jedoch nicht eingeführt wurden. 1971 wurden alle Normen als veraltet zurückgezogen. Dennoch galten sie nach einer Stellungnahme des Hessischen Innenministers von 1982, sowie jüngerer Erlasse der Landesminister mit ähnlichem Inhalt, bis heute für die Genehmigung von Lehmbauten – mangels Nachfolgeregelungen – bauaufsichtlich als „Stand der Technik“, so dass die Brauchbarkeit der in den alten Normen behandelten Lehmbauweisen im Einzelfall nicht nachgewiesen werden musste.
Den vielfältigen, z. T. neuen Anwendungen von Lehmbaustoffen, sowie der Vielzahl neuer Lehmbauprodukte können diese alten Normen jedoch nur ungenügend entsprechen. Sie regelten vor allem den tragenden Lehmbau, dagegen werden heute Lehmbaustoffe vor allem nichttragend angewendet. Darüber hinaus waren die verschiedenen Normausgaben nicht mehr aufeinander abgestimmt worden und müssen heute in großen Teilen als veraltet erscheinen, bleiben aber wegen des festgehaltenen Wissens nach wie vor sehr wertvoll.

Die Erarbeitung eines neuen Regelwerkes setzte sich der gemeinnützige „Dachverband Lehm“, der sich 1992 aus Fachleuten, Architekten, Unternehmern, Handwerksfirmen, Vertretern von Institutionen gegründet hatte, als vordringliche Aufgabe. Die alten Normen sollten dabei, soweit brauchbar, eingearbeitet werden, historische Erfahrung mit den durch die Baupraxis der letzten Jahre neu gewonnenen Erkenntnissen zusammengeführt werden. Gefördert

durch die Bundesstiftung Umwelt, wurde ein erster Entwurf im Laufe des Jahres 1997 durch eine Projektgruppe innerhalb des Dachverbands erarbeitet, auf mehreren Fachgesprächen mit geladenen Teilnehmern abgestimmt und auf der LEHM 97 in Viersen öffentlich vorgestellt. Die Ergebnisse der Diskussion und weitere schriftliche Kommentare und Anregungen wurden eingearbeitet. So dokumentieren die vorliegenden „Lehmbau Regeln“ nicht nur den Stand der Technik, sondern sind unter Fachleuten des Lehmbaus erarbeiteter Konsens. Damit dienen sie nicht nur dem Verbraucherschutz und helfen, Misserfolge und Fehlschläge zu vermeiden. Ziel des Projektes war es auch und vor allem, eine neue, zeitgemäße bauaufsichtliche Regelung zu ermöglichen.

Aufgenommen sind alle Lehmbaustoffe und -bauteile, die zur Zeit als regelungsbedürftig erachtet wurden, dagegen nicht z. Zt. untergeordnete Anwendungen wie z. B. Lehmschindeln, bei denen auf die Fachliteratur oder die alten Normen verwiesen werden muss.

Wir danken folgenden Personen für ihre Mitarbeit:

Fach- und Diskussionsbeiträge (Redaktionsbeirat)

Eckhard Beuchel, Lehmbau Beuchel, Crimmitschau
Jörg Depta, LehmBauWerk GbR, Berlin
Manfred Drach, Ingenieurbüro Drach, Berlin
Gerhard Forg, Maxit Deutschland GmbH, Breisach
Irmela Fromme, BAUFACHFRAU Berlin e.V.
Philipp Liebig, Ziegelwerk Grün, Reinheim
Heiner Lippe, Architekt, Hannover
Veit Mach, Architekturbüro MACH 2, Reichshof-Denklingen
Roland Meingast, Natur & Lehmbaustoffe GmbH, Tattendorf (Österreich)
Jörg Meyer, conluto – Bauen mit Lehm, Blomberg-Großenmarpe
Prof. Dr.-Ing. Gernot Minke, Forschungslabor für Experimentelles Bauen an der Universität Kassel
Richard Rath, Dipl.-Ingenieur, Berlin
Georgios Schade, Lehmbautechnik Georgios Schade, Seelze/Letter
Thilo Schneider, LehmBaustoffe Thilo Schneider, Kleinfahner
Hannah Schreckenbach, Architektin, Magdeburg
Roderich Seefried, Firma LebensRaum, Wald-Rothenlachen

INHALTSVERZEICHNIS

1 ALLGEMEINES ... 1

1.1 Anwendungsbereich ... 1
1.2 Begriff ... 1
1.3 Allgemeine Anforderungen ... 1
1.3.1 Bauplanung ... 1
1.3.2 Bauleitung ... 1
1.3.3 Hersteller ... 2

2 BAULEHM ... 3

2.1 Begriffe ... 3
2.2 Lehmarten und Lehmlagerstätten ... 3
2.3 Gewinnung von Baulehm ... 4
2.3.1 Grubenlehm ... 4
2.3.2 Trockenlehm und Tonmehl ... 5
2.3.3 Recyclinglehm ... 5
2.4 Prüfung von Baulehm ... 5
2.4.1 Allgemeines ... 5
2.4.2 Anforderungen ... 6
2.4.3 Einfache Versuche ... 6
2.4.4 Laborprüfungen ... 9
Probenahme
Bestimmung der Bindekraft (Bindekraftprüfung)
Bestimmung der Plastizität
Bestimmung des Mineralgerüstes (Korngrößen-verteilung nach DIN 18123)
Anlage 1: Bindekraftprüfung, Versuchsdurchführung

3 LEHMBAUSTOFFE 17

3.1 Allgemeines 17
3.1.1 Begriffe 17
3.1.2 Kennzeichnung von Lehmbaustoffen (Deklaration) 17
3.1.3 Zusammensetzung und Aufbereitung von Lehmbaustoffen 18
3.1.4 Baustoffbezeichnungen 19
3.1.5 Kurzbezeichnungen 19
3.1.6 Verwendung von Lehmbaustoffen 20
3.1.7 Wiederverwendung, Wiederverwertung und Entsorgung von Lehmbaustoffen 20

3.2 Stampflehm (STL) 21
3.2.1 Begriff 21
3.2.2 Verwendung 21
3.2.3 Zusammensetzung 21
Baulehm
Zuschlagstoffe
3.2.4 Aufbereitung 22
3.2.5 Prüfung 23
Rohdichte
Druckfestigkeit
Schwindmaß
3.2.6 Kennzeichnung 24

3.3 Wellerlehm (WL) 24
3.3.1 Begriff 24
3.3.2 Verwendung 24
3.3.3 Zusammensetzung 25
Baulehm
Zuschlagstoffe
3.3.4 Aufbereitung 25
3.3.5 Prüfung 25
Rohdichte
Druckfestigkeit
3.3.6 Kennzeichnung 26

3.4 Faserlehm, Strohlehm (FL, SL) 26
3.4.1 Begriff 26
3.4.2 Verwendung 27

3.4.3 Zusammensetzung 27
Baulehm
Zuschlagstoffe
3.4.4 Aufbereitung 28
3.4.5 Prüfung 28
Rohdichte
Schwindung, Eignung
3.4.6 Kennzeichnung 29
3.5 Leichtlehm (LL) 29
3.5.1 Begriff 29
3.5.2 Verwendung 29
3.5.3 Zusammensetzung 30
Baulehm
Leichtzuschläge
Mischungsverhältnisse
3.5.4 Aufbereitung 31
3.5.5 Prüfung 32
Rohdichte
Konsistenz der Schlämme
Festigkeit
3.5.6 Kennzeichnung 33
3.6 Lehmschüttungen (LT) 33
3.6.1 Begriff 33
3.6.2 Verwendung 33
3.6.3 Zusammensetzung 34
3.6.4 Aufbereitung 34
3.6.5 Prüfung 34
Rohdichte
3.6.6 Kennzeichnung 34
3.7 Lehmsteine (LS) 35
3.7.1 Begriff 35
3.7.2 Verwendung 35
3.7.3 Zusammensetzung und Herstellung 37
3.7.4 Eignung 37
3.7.5 Prüfung 38
Format
Rohdichte
Druckfestigkeit
3.7.6 Kennzeichnung 39

3.8 Lehmplatten (LP) ... 40
3.8.1 Begriff ... 40
3.8.2 Verwendung ... 40
3.8.3 Zusammensetzung und Herstellung ... 40
3.8.4 Prüfung ... 41
Rohdichte
3.8.5 Kennzeichnung ... 41
3.9 Lehmmörtel (LM) ... 41
3.9.1 Begriff ... 41
3.9.2 Verwendung ... 42
3.9.3 Zusammensetzung ... 42
3.9.4 Aufbereitung ... 43
Allgemeines
Baustellenmörtel
Werkmäßig hergestellte Mörtel
Werkmörtel
Wiederverwendeter Mörtel
3.9.5 Anforderungen ... 44
3.9.6 Prüfung ... 45
Probenahme
Rohdichte (Festmörtel)
Druckfestigkeit
Schwindmaß
Schwindung (Baustellenprobe)
3.9.7 Kennzeichnung ... 46

4. LEHMBAUTEILE ... 47

4.1 Tragende Wände ... 47
4.1.1 Allgemeines ... 47
Begriff
Bauleitung, besondere Anforderungen
Bauzeit
Wetterschutz bei der Bauausführung
4.1.2 Konstruktion ... 48
Feuchteschutz
Anforderungen
Aussteifung
Verankerung der Wände
Auflager und Öffnungen

4.1.3 Ausführung von Lehmsteinwänden 53
Baustoff
Verarbeitung
4.1.4 Ausführung von Stampflehmwänden 54
Baustoff
Verarbeitung
Trocknung
Maßnahmen zur Putzhaftung
4.1.5 Ausführung von Wellerwände 54
Baustoff
Verarbeitung
Trocknung
4.1.6 Reparatur von tragenden Lehmwänden 55
4.2 Gewölbe 56
Begriff
Baustoffe
Planung und Bauleitung
Bauzeit
Wetterschutz während der Bauausführung
Standsicherheitsnachweis
Konstruktion
Feuchteschutz
Ausführung
4.3 Nichttragende Wände und Ausfachungen 57
4.3.1 Ausfachung von Fachwerkwänden 58
Begriff
Baustoffe
Bauzeit
Wetterschutz bei der Bauausführung
Trocknung
Geflecht mit Bewurf
Stakung mit Bewurf
Wickelstaken (auch Weller)
Leichtlehm
Mauerwerksausfachung
4.3.2 Nichttragende Stampflehmwände 61
Konstruktion
4.3.3 Nichttragendes Mauerwerk 61
Baustoffe
Konstruktion
Ausführung
4.3.4 Leichtlehmwände im feuchten Einbau 62
Begriff

Baustoff
Bauzeit
Konstruktion
Ausführung
Trocknung
Befestigungen
Prüfung
4.3.5 Wände aus Lehmplatten 65
Begriff
Konstruktion
Ausführung
4.3.6 Gestapelte Lehmwände 66
Begriff
Baustoffe
Ausführung
Bekleidungen
4.3.7 Gespritzte Wände 67
Begriff
Baustoffe
Konstruktion
Ausführung
Trocknung
Weiterbehandlung
Prüfung
4.3.8 Angemörtelte Dämmplatten 69
Begriff
Baustoffe
Konstruktion
Ausführung
Weiterbehandlung
4.4 Balkendecken 70
Begriff
4.4.1 Stakendecken 70
Begriff
Baustoffe
Konstruktion
Ausführung
Trocknung
4.4.2 Einschubdecken 72
Begriff
Baustoffe
Konstruktion
Ausführung
Trocknung

4.4.3 Deckenauflagen 74
Begriff
Baustoffe
Konstruktion
4.4.4 Decken mit Lehmplatten 74
Begriff
Baustoffe
Konstruktion
Ausführung
Weiterbehandlung
4.4.5 Ausfachungen von Dachschrägen 75
4.5 Putz 75
4.5.1 Allgemeines 75
Anwendungsbereich
Begriffe
Hinweise für die Planung
Anforderungen
Ausführung
4.5.2 Lehmputz 78
Eignung
Anforderungen
Putzmörtel
Putzsysteme
Auftrag und Oberflächenbehandlung
Trocknung
Weiterbehandlung
Reparatur und Renovierung
4.5.3 Andere Putze auf Lehmuntergründen 83
Putzmörtel
Putzsysteme
Ausführung
4.5.4 Besonderheiten bei Außenputz von Sichtfachwerk 85
Beanspruchung
Putzsysteme für Gefachputz
4.6 Stampflehmfußböden 87
4.7 Bekleidung im Trockenbau 88
Begriff
Baustoff
Konstruktion
4.8 Sonstige Bauteile 89

4.8.1 Kellermauerwerk und Sockel 89
Begriff
Ausschluss

5 BAUSTOFF- UND BAUTEILWERTE 91

5.1 Rohdichte 91
5.2 Festigkeit 91
5.2.1 Druckfestigkeit 91
5.3 Wärme 92
5.3.1 Wärmedämmung 92
5.3.2 Wärmespeicherung 93
5.4 Feuchte 94
5.4.1 Wasser- und Feuchteempfindlichkeit 94
5.4.2 Dampfdiffusion 95
5.4.3 Feuchteleitfähigkeit 95
5.4.4 Praktischer Feuchtegehalt 95
5.4.5 Sorption 96
5.4.6 Trocknung 96
5.5 Brandverhalten 97
5.5.1 Brandverhalten von Lehmbaustoffen 97
5.5.2 Brandverhalten von Lehmbauteilen 98
5.6 Schallschutz 99
5.6.1 Luftschalldämmung von Wänden 100
5.6.2 Schallschutz von Holzbalkendecken 100
5.7 Winddichtigkeit 100
5.8 Beständigkeit 100

6 VERTRAGSBEDINGUNGEN FÜR LEHMBAU-LEISTUNGEN 103

7 NORMEN 105

7.1 Zitierte Normen 105
7.2 Frühere Lehmbaunormen 107

8 SACHWORTVERZEICHNIS 109

PROJEKTBETEILIGTE 119

1 ALLGEMEINES

1.1 Anwendungsbereich

Diese Regeln gelten für vorgefertigte oder örtlich hergestellte Lehmbaustoffe, deren alleiniges Bindemittel Lehm ist. Stabilisierte Lehmbaustoffe, deren Wasserlöslichkeit oder Festigkeit durch andere Bindemittel oder Zugaben chemisch wirksamer Stoffe verändert werden, sind nicht Gegenstand dieser Regeln.

1.2 Begriff

Lehmbau ist das Bauen mit Lehmbaustoffen in tragender und nicht tragender Anwendung.

1.3 Allgemeine Anforderungen

1.3.1 Bauplanung

Bei Lehmbauten und Lehmbauteilen müssen Witterungsschutz und konstruktiver Feuchteschutz dauerhaft gewährleistet sein. Trockenmöglichkeit und Trocknungszeit feucht oder nass eingebauter Lehmbaustoffe müssen berücksichtigt werden.

1.3.2 Bauausführung

Die Baustoffaufbereitung und die Bauausführung muss, besonders bei Eigenleistung, von einer im Lehmbau erfah-

renen Fachkraft angeleitet werden. Als solche ist eine Person anzusehen, die sich die theoretischen Kenntnisse des Lehmbaues angeeignet und bei der praktischen Ausführung von Lehmbauten so viel Erfahrungen gesammelt hat, dass sie die technischen und handwerklichen Regeln des Lehmbaues beherrscht. An die Ausführung von tragenden Wänden und Gewölben werden besondere Anforderungen nach 4.1.1 gestellt.

Während der Bauzeit müssen Lehmbauteile vor der Witterung geschützt werden.

Nass eingebaute Lehmbaustoffe müssen möglichst rasch trocknen können.

1.3.3 Hersteller

Lehmbaustoffe können am Ort erstellt oder von Herstellern vorgefertigt werden. Eine Herstellung in Eigenleistung bedarf in der Regel der Anleitung.

2 BAULEHM

2.1 Begriffe

Lehm ist ein Verwitterungsprodukt von Urgestein, das am Ort ansteht oder durch natürliche Prozesse verfrachtet wurde. Lehmvorkommen können regional und örtlich sehr verschiedenartig sein. Lehm ist bautechnisch gesehen ein natürliches Gemisch aus bindekräftigen Tonmineralen und schluffigen, sandigen bis steinigen Bestandteilen, die das **Mineralgerüst** bilden.

Baulehm ist zur Herstellung von Lehmbaustoffen geeigneter Lehm.

Die **Bindekraft** eines Baulehms ist von Art und Anteil der Tonminerale abhängig. Nach ihrer Bindekraft werden Baulehme z. B. als „mager“ oder „fett“ bezeichnet, ab einer bestimmten Bindekraft als „Ton“.

Die **Plastizität** (Formbarkeit) eines Baulehms ist ebenfalls von Art und Anteil der Tonminerale abhängig.

2.2 Lehmarten und Lehmlagerstätten

Berg- oder Gehängelehm lagert auf den Gesteinen, aus denen er durch Verwitterung entstanden ist, oder an den Hängen darunter. Das Mineralgerüst besteht vorwiegend aus kantigen Gesteinstrümmern verschiedener Körnung.

Geschiebelehm ist ein durch Gletscher verlagerter Lehm. Das Mineralgerüst besteht aus rundlichen Körnungen.

Mergel ist ein kalkhaltiger Geschiebelehm.

Schwemmlehm ist durch Wasserläufe aus den früheren Lagerstätten abgeschlämmt und im ruhigen Wasser wieder abgesetzt worden. Schwemmlehm ist gelegentlich mit schwachen Linsen aus Sand, Kies oder Geröll durchsetzt. Humusbeimengungen sind möglich.

Lößlehm ist aus Löß durch Auswaschung des Kalkgehalts entstanden. Der Löß ist ein windverfrachteter kalk- und tonhaltiger Feinsand. Lößlehm hat ein sehr feinkörniges Mineralgerüst und oft einen geringen Tongehalt.

2.3 Gewinnung von Baulehm

Baulehm muss frei von Verunreinigungen und schädlichen Fremdstoffen sein.

Baulehm soll regengeschützt gelagert werden.

2.3.1 Grubenlehm

Grubenlehm ist erdfeucht dem gewachsenen Boden entnommener Lehm. Er muss in ausreichender Tiefe, frei von Wurzeln und jederlei Humusanteilen gewonnen werden.

Für die maschinelle Aufbereitung soll Baulehm frei von Bauschutt und sonstigen Verunreinigungen sein.

Für die manuelle Aufbereitung soll Grubenlehm möglichst krümelig geschürft werden. Er kann zur weiteren Erleichterung vorbereitend ausgewittert, eingesumpft oder getrocknet werden.

2.3.2 Trockenlehm und Tonmehl

Trockenlehm ist getrockneter, ggf. gemahlener Grubenlehm.

Tonmehl ist getrockneter, gemahlener Ton. Tonmehl kann auch zur Erhöhung der Bindekraft von mageren Baulehmen verwendet werden.

2.3.3 Recyclinglehm

Recyclinglehm ist aus Abbruchbauteilen wiederverwendeter, trocken zerkleinerter Lehmbaustoff.

Salzbelasteter, mit Sporen des Hausschwamms befallener oder vererdeter Lehm darf nicht wiederverwendet werden. Es ist sicherzustellen, dass der Lehm bei Ausbau und Lagerung nicht verunreinigt wird.

2.4 Prüfung von Baulehm

2.4.1 Allgemeines

Ziel der Prüfung von Baulehm ist das Erkennen und Benennen der wesentlichen bautechnischen Eigenschaften, um seine Eignung für die Herstellung von Lehmbaustoffen beurteilen zu können. Die Eigenschaften von (aufbereiteten) Lehmbaustoffen sind aus den Eigenschaften des Baulehms jedoch nicht unmittelbar abzuleiten und nicht Gegenstand von Baulehmprüfungen.

Die wesentlichen zu untersuchenden Eigenschaften von Baulehm sind:

– Bindekraft, Plastizität
– Mineralgerüst, Korngrößenverteilung
– Sonstige Bestandteile (Verunreinigungen, Humus)

2.4.2 Anforderungen

Prüfungen sind durchzuführen für Baulehm, mit dem Lehmbaustoffe hergestellt werden sollen.

Baulehm, der zur Herstellung von Lehmbaustoffen im Werk verwendet werden soll, ist vom Hersteller auf seine Eignung zu prüfen (**Eingangsprüfung**). Die Ergebnisse der Lehmprüfung sind zu dokumentieren, die jeweiligen Prüfverfahren nach 2.4.3 und 2.4.4 sind anzugeben. Probenahme und gewählte Prüfintervalle müssen geeignet sein, mögliche Unterschiede ähnlicher Lieferungen, aber auch innerhalb einer Lieferung zu erfassen.

Baulehm, der zur Herstellung von Lehmbaustoffen auf die Baustelle geliefert wird, ist vom Verarbeiter verantwortlich auf seine Eignung zu prüfen. Sinngemäß kann wie vor verfahren werden.

Baulehm, der als Produkt geliefert wird, kann mit einer Dokumentation der Prüfungsergebnisse gekennzeichnet sein.

2.4.3 Einfache Versuche

Einfache Versuche dienen einer orientierenden Einschätzung der Lehmeigenschaften. Die Durchführung erfordert Erfahrung. Die Versuchsergebnisse sind durch Wiederholungen abzusichern. Bestehen Zweifel über die Eignung des Lehms, sind Laborprüfungen nach 2.4.4 durchzuführen.

Grubenlehmproben sind ausreichend tief humusfrei zu entnehmen und zu kennzeichnen. Für Versuche mit erdfeuchten Proben soll der Lehm so trocken sein, dass er sich gerade noch zu einer Kugel ballen lässt.

Kugelformprobe: Zur Einschätzung der Bindekraft wird der erdfeuchte Lehm mit den Händen zu mehreren Kugeln von etwa 5 cm Durchmesser geformt. Fetter Lehm klebt beim Formen an den Händen, zu magerer Lehm lässt sich nicht formen oder fällt nach dem Trocknen leicht auseinander.

Kugelfallprobe: Erdfeucht geformte Kugeln lässt man in getrocknetem Zustand aus 80 cm Höhe auf eine feste Unterlage fallen. Eine Kugel aus fettem Lehm zerspringt nicht, aus magerem in wenige Teile, aus sehr magerem Lehm in viele Teile, die an der Aufschlagstelle sandig zerkrümeln.

Schneideversuch (s. DIN 4022-1): Schneidet man mit dem Messer eine erdfeuchte Probe durch, so weist eine glänzende Schnittfläche auf fetten Lehm oder Ton hin, eine stumpfe auf Schluff mit geringer Bindekraft.

Trockenfestigkeitsversuch (s. DIN 4022-1): Der Widerstand beim Zerbröckeln und Pulverisieren der getrockneten Probe gibt Aufschluss über Art und Menge des Feinkornanteils. Baulehm zerfällt erst nach erheblichem Fingerdruck in einzelne Bruchstücke, eine Probe aus fettem Lehm kann durch Fingerdruck nicht zerstört werden.

Reibeversuch (s. DIN 4022-1): Toniger Lehm fühlt sich seifig an und bleibt an den Fingern kleben. Er lässt sich

auch im trockenen Zustand nicht ohne Abwaschen entfernen.

Bestimmung des Mineralgerüstes: Nach der Hauptmasse des Sandes unterscheidet man die Baulehme in:

– grobsandig (über 0,2 mm bis 2,0 mm),
– feinsandig (0,2 mm bis eben noch fühlbar) und
– schluffig (nicht mehr fühlbar)

0,2 mm entsprechen etwa der Größe von Grieskorn. Gemischtkörnige Lehme werden in der Reihenfolge der Anteile benannt. Beispiel: schluffiger bis feinsandiger Lehm.

Der Lehm kann in erdfeuchtem Zustand im Handteller nach Augenschein beurteilt werden, besser aber verflüssigter Lehm in der Porzellanschale. Zur genauen Benennung sind Laborprüfungen nach 2.4.4 durchzuführen.

Riechversuch (s. DIN 4022-1): Geruch der feuchten Probe nach Humus gibt einen Hinweis auf organische Bestandteile. Durch Erhitzen der feuchten Probe kann dies besonders kenntlich gemacht werden. Ein solcher Lehm ist als Baulehm unbrauchbar.

Bestimmung der Farbe: Die Farbe des Lehmes weist auf seine chemische Zusammensetzung hin. Es wird die Farbe des erdfeuchten Lehms bezeichnet. Lehmfarben reichen von grau, gelbbraun, lehmbraun, rotbraun bis rot. Dunkle Färbung kann auf Humusanteile hindeuten, ansonsten ist die Lehmfarbe für die Verwendbarkeit ohne Bedeutung.

Bestimmung des Kalkgehalts (s. DIN 4022-1): Auftropfen von verdünnter Salzsäure (Wasser zu Salzsäure 3:1) auf die Probe ergibt kein, schwaches oder starkes, andau-

erndes Aufbrausen. Ein natürlicher Kalkgehalt setzt die Bindekraft des Baulehms herab. Dies wird durch die Bindekraftprüfung nach 2.4.4 erfasst.

2.4.4 Laborprüfungen

Als **Prüfverfahren** stehen lehmbautechnische Versuche zur Verfügung. Geotechnische Versuche können den Untersuchungszwecken des Lehmbaus angepasst und meist vereinfacht angewandt werden. Beziehungen zwischen der geotechnischen und der lehmbautechnischen Einordnung bestehen, die Benennungen der Baulehme und Bodenarten sind zur Zeit aber noch nicht aufeinander abgestimmt.

Laborprüfungen sind erforderlich, wenn keine eindeutige Beurteilung aufgrund einfacher Versuche möglich ist oder die Erfahrung dazu fehlt.

Probenahme

In den Lagerstätten ist der Lehm in seiner Zusammensetzung oft unterschiedlich. Es müssen deshalb so viele Proben entnommen werden, wie zur Gesamtbeurteilung des Bereiches der Lagerstätte erforderlich ist, aus der Baulehm gewonnen werden soll.

Die Proben sind nach dem Ort der Entnahme zu kennzeichnen. Mehrere Proben von je 2 Liter der gleichen Lagerstätte sind zu nummerieren und ihr Abstand von der ersten Probe der Richtung und der Tiefenlage nach zu bezeichnen. Es dürfen keine Proben in weniger als 50 cm Tiefe entnommen werden. Proben müssen frei von organischen Stoffen sein.

Bestimmung der Bindekraft (Bindekraftprüfung)

Die Bindekraftprüfung nach DIN V 18952 Bl.2 liefert unmittelbare Ergebnisse über die lehmbautechnische Eignung des Baulehms für die verschiedenen Verwendungszwecke. Die magernde Wirkung evtl. Kalkgehaltes wird miterfasst.

Kurzbeschreibung: Der Widerstand, den plastische Lehme beim Zerreißversuch leisten, heißt Bindekraft. Zur Feststellung der Bindekraft wird der Lehm sorgfältig aufbereitet und auf definierte Versuchskonsistenz gebracht. Daraus wird ein Probekörper geformt, der im Prüfgerät zerrissen wird. Die Bindekraft wird in g/cm² oder N/mm² angegeben.

Lehme mit einer Bindekraft unter 50 g/cm² sind mit der Bindekraftprüfung nicht genauer zu unterscheiden. Im Allgemeinen sind sie nicht als Baulehme zu verwenden. Ihre mögliche Eignung für bestimmte Verwendungszwecke ist auf andere geeignete Weise zu prüfen.

Genaue Versuchsdurchführung s. Anlage 1 am Ende dieses Kapitels.

T 2-1
Einteilung der Baulehme nach der Bindekraft

Bezeichnung	**Bindekraft (g/cm²)**
sehr mager	50–80
mager	> 80–110
fast fett	> 110–200
fett	> 200–280
sehr fett	> 280–360
Ton	>360

Anmerkung: 100g/cm² = 1,0 N/cm²

Bestimmung der Plastizität

Die im Erd- und Grundbau eingeführten Normen DIN 4022, DIN 18122, DIN 18196 können zur Untersuchung und Benennung von Baulehm angewendet werden.

Die plastischen Eigenschaften von Böden werden nach dem Wassergehalt an der **Fließgrenze** w_L unterschieden:

– leicht plastisch < 35 %
– mittel plastisch 35–50 %
– ausgeprägt plastisch > 50 %

Die **Plastizitätszahl** als Differenz des Wassergehaltes bei Fließgrenze w_L und Ausrollgrenze w_P lässt eine Unterscheidung nach ihrem bodenphysikalischen Verhalten in Ton und Schluff zu:

Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$

– Ton: $I_P \geq 7$ %
und
$I_P \geq 0{,}73\ (w_L - 20)$ %
– Schluff: $I_P < 4$ %
und
$I_P < 0{,}73\ (w_L - 20)$ %

Die Plastizität steht mit der Bindekraft in Beziehung.

Bestimmung des Mineralgerüstes (Korngrößenverteilung nach DIN 18123)

Das Mineralgerüst von Baulehmen kann genauer nach DIN 18123 (Baugrund, Bestimmung der Korngrößenvertei-

lung) durch **Siebung nach nassem Abtrennen der Feinteile** ermittelt und in einer Körnungslinie dargestellt werden. Für Lehmbauzwecke genügt im Allgemeinen eine Siebabstufung von:

0,06 – 0,25 – 1,0 – 2,0 mm

Baulehm wird nach der Masse der vorherrschenden Korngrößen benannt, in der Reihenfolge ihrer Anteile:

– Kiesig > 2mm
– Grobsandig 0,2 bis 2 mm [1)]
– Feinsandig 0,06 bis 0,2 mm
– Schluffig < 0,06 mm

[1)] Anmerkung: Mittelsand 0,2–0,6 mm und Grobsand 0,6–2,0 mm nach DIN 4022-1 werden lehmbautechnisch ausreichend zu „Grobsand“ zusammengefasst.

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung durch **Sedimentation** nach DIN 18123 lässt Unterscheidungen der Masseanteile von Ton und Schluff im Feinkornbereich < 0,06 mm zu, eignet sich jedoch nicht zur Beurteilung des plastischen Verhaltens bzw. der Bindekraft.

Anlage 1 zu Kapitel 2 Baulehm

Bindekraftprüfung, Versuchsdurchführung

Aufbereiten der Lehmprobe

Für jede Prüfung werden etwa 3/4 l möglichst trockener, höchstens erdfeuchter Lehm benötigt. Alle Körnungen des Mineralgerüstes über 2 mm Größe sind aus der Probe

durch Auslesen oder Aussieben des getrockneten und zermahlenen Lehmes zu entfernen. Der Lehm wird auf einer Metallplatte in fast erdfeuchtem Zustand mit einem Hammer von 2,5 cm x 2,5 cm Kopffläche Schlag bei Schlag unter geringer Wasserzugabe flachgeschlagen, bis ein zusammenhängender Fladen entstanden ist. Der Fladen wird mit einem Messer von der Platte abgehoben und in Streifen zerschnitten. Die Streifen sind hochkantig nebeneinanderzustellen und zu hämmern. Der Vorgang wird sooft wiederholt, bis an der Unterseite des Fladens kein ungleichmäßiges Gefüge mehr zu erkennen ist. War der Lehm beim Beginn der Aufbereitung zu trocken, muss er nach dem Durchhämmern unter einem feuchten Tuch 6 Stunden, fetter Lehm 12 Stunden ruhen. Beim Ruhen verteilt sich die Feuchtigkeit gleichmäßig in der ganzen Masse.

Herstellen der Versuchskonsistenz

200 g des aufbereiteten Lehmes werden durch mehrmaliges Aufschlagen auf die Platte verdichtet. Unmittelbar anschließend wird daraus eine Kugel von Hand geformt. Langandauerndes Formen entzieht dem Lehm an der Kugeloberfläche Wasser, so dass er nicht mehr durchgehend die gleiche Konsistenz hat. Die Kugel lässt man auf eine glatte, unelastische Platte fallen. Die Fallhöhe beträgt von Mitte Kugel 2 m. Der Lehm hat die Versuchskonsistenz, wenn die Abplattung im Durchmesser 50 mm groß ist. Ist die Abplattung nicht kreisrund, darf der Unterschied zwischen dem größten und dem kleinsten Durchmesser höchstens 2 mm betragen.

Anfertigen des Probekörpers

In einer Form für den Probekörper nach Bild 1 b wird mit einem Stampfer nach Bild 2 Lehm mit Versuchskonsistenz in 3 Lagen von Hand eingestampft, bis eine weitere Verdichtung nicht mehr möglich ist. Der Probekörper wird mit einem Messer mit gerader Schneide beiderseitig glattgezogen. Die Form löst sich vom Probekörper, wenn man sie aus 10 cm Höhe auf eine harte Unterlage fallen lässt. Es sind mindestens 3 Probekörper anzufertigen.

Zerreißversuch

Der Prüfkörper wird sofort nach der Anfertigung in die Prüfvorrichtung nach Bild 3 eingespannt und die Belastung durch trockenen Sand von 1 mm Korngröße aus dem Behälter nach Bild 4 herbeigeführt (oder anderem geeigneten Prüfgerät), bis der Körper zerrissen ist. Die Lastzunahme soll gleichmäßig sein und höchstens 750 g in der Minute betragen.

Die Bindekraft eines Baulehmes ist der Mittelwert aus drei Zerreißversuchen, die nur 10 % voneinander abweichen dürfen. Sie wird ausgedrückt in g/cm^2 oder N/mm^2. Der Rechnungsquerschnitt der Probekörper beträgt 5 cm^2. Das Gewicht der unteren Prüfkörperhälfte bleibt unberücksichtigt.

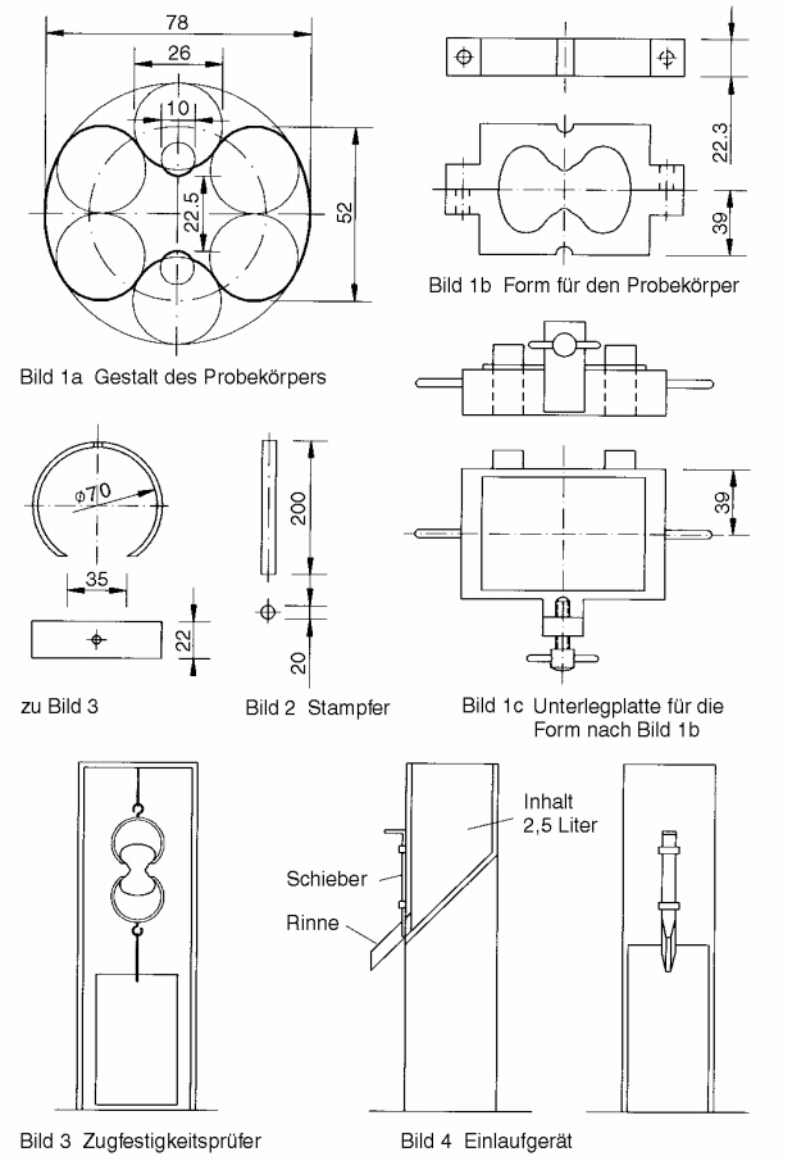


Bild 2-1 Prüfgerät für Bindekraftprüfung (nach DIN V 18952 Bl.2)

– Leerseite –

3 LEHMBAUSTOFFE

3.1 Allgemeines

3.1.1 Begriffe

Lehmbaustoffe sind ungeformte oder geformte Baustoffe aus ungebranntem Lehm mit oder ohne Zuschlägen. **Zuschlagstoffe** können zugesetzt werden, um die Schwindung und Rissbildung sowie die Wasserempfindlichkeit zu verringern, die Zug-, Druck- und Abriebfestigkeit oder Wärmedämmung zu erhöhen oder die Verarbeitbarkeit zu erleichtern. Zuschlagstoffe können organisch (pflanzlich) oder mineralisch sein.

Lehmbaustoff im Sinne dieser Regeln ist ausschließlich lehmgebunden. Er erhält seine Festigkeit nur durch Trocknung und wird bei Wassereinwirkung jederzeit wieder weich und formbar.

Die Volumenverringerung beim Austrocknen wird als **Schwinden** bezeichnet. Das **Schwindmaß** gibt die lineare Verkürzung eines Lehmprismas nach dem Austrocknen an.

3.1.2 Kennzeichnung von Lehmbaustoffen (Deklaration)

Im Werk hergestellte Lehmbaustoffe sind zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung soll alle jeweils für den Baustoff geforderten Kennwerte enthalten sowie eine vollständige Angabe der bei der Herstellung verwendeten Stoffe.

Die Kennzeichnung soll sich gut lesbar auf der Verpackung befinden oder auf einem der Lieferung beigegebenen Blatt.

3.1.3 Zusammensetzung und Aufbereitung von Lehmbaustoffen

Lehmbaustoffe werden aus Baulehm und ggf. Zuschlagstoffen hergestellt. Die Aufbereitung umfasst den Mischvorgang mit oder ohne Wasserzugabe sowie alle weiteren zur Herstellung zunächst ungeformter Lehmbaustoffe notwendigen Arbeiten.

Ziel der Aufbereitung ist die Herstellung einer verarbeitungsfähigen, homogenen Masse aus den Ausgangsstoffen sowie die Aufschließung und gleichmäßige Verteilung der bindekräftigen Tonminerale.

Bei der Aufbereitung muss die Verunreinigung durch jederlei Humus sicher verhindert werden.

Ausgangsstoffe, Mischungsverhältnisse und -verfahren sind so zu wählen, dass die Anforderungen, die an die verschiedenen Baustoffe gestellt werden, bestmöglich erfüllt werden. Hinweise im Kapitel 3 zur Eignung von Baulehm und zu Mischungsverhältnissen dienen dabei als Erfahrungswerte lediglich der groben Annäherung. Für die Beurteilung der fertigen Baustoffe sind deren Eigenschaften maßgebend.

3.1.4 Baustoffbezeichnungen

Lehmbaustoffe werden nach Dichte, Zuschlag, Verarbeitung oder Verwendungszweck bezeichnet. In dieser Regelung werden folgende Lehmbaustoffe behandelt:

- Stampflehm (3.2)
- Wellerlehm (3.3)
- Faserlehm, Strohlehm (3.4)
- Leichtlehm (3.5)
- Lehmschüttungen (3.6)
- Lehmsteine (3.7)
- Lehmplatten (3.8)
- Lehmmörtel (3.9)

3.1.5 Kurzbezeichnungen

Lehmbaustoffe haben folgende Kurzbezeichnungen:

Stampflehm	STL
Wellerlehm	WL
Faserlehm, Strohlehm	FL, SL
Leichtlehm	LL
– Holzleichtlehm	HLL
– Strohleichtlehm	SLL
– Faserleichtlehm	FLL
– Mineralischer Leichtlehm	MLL
Lehmschüttung	LT
Lehmsteine	LS
Lehmplatten	LP
Lehmmörtel	LM
– Lehm-Mauermörtel	LMM
– Lehm-Putzmörtel	LPM
– Lehm-Spritzmörtel	LSM

3.1.6 Verwendung von Lehmbaustoffen

Lehmbaustoffe unterscheiden sich u.a. nach dem Grad ihrer Vorfertigung, ihrer statischen Funktion, dem Ort der Aufbereitung oder der Einbaufeuchte.

Ungeformte Baustoffe sind z. B. Lehmmörtel oder Leichtlehmaufbereitungen, geformte sind z. B. Lehmsteine und Lehmplatten.

Lastabtragende Lehmbaustoffe sind bei ausreichender Druckfestigkeit z. B. Lehmsteine oder Stampflehm. Nur ausfachend, d. h. ohne lastabtragende Funktion einsetzbare Baustoffe sind z. B. Strohlehm oder Leichtlehm.

Feucht eingebaute Baustoffe werden am Ort zum Bauteil geformt oder aufgetragen. Im trockenen Einbau werden trockene Steine mit Mörtel vermauert. Im Trockenbau werden Platten trocken versetzt.

3.1.7 Wiederverwendung, Wiederverwertung und Entsorgung von Lehmbaustoffen

Bei sachgemäßem Ausbau können Lehmbaustoffe wiederverwendet werden. Eine Wiederverwertung ist durch mechanische Zerkleinerung und erneute Aufbereitung mit Wasser möglich. Auf eine eventuelle Belastung durch bauschädliche Salze ist zu achten. Lehmbaustoffe können umweltverträglich deponiert werden.

3.2 Stampflehm (STL)

3.2.1 Begriff

Stampflehm ist erdfeucht aufbereiteter Lehmbaustoff. Der trockene verdichtete Baustoff hat eine Rohdichte von 1700 bis 2400 kg/m^3. Mit Leichtzuschlägen sind geringere Dichten möglich.

3.2.2 Verwendung

Für Stampflehmwände wird der Baustoff in Arbeitsschalung verdichtet, für die Herstellung von Lehmsteinen in Formen gepresst oder auch manuell gestampft, für Stampflehmfußböden flächig verdichtet.

3.2.3 Zusammensetzung

Baulehm

Zur Herstellung von Stampflehm können magere bis fette Baulehme verwendet werden. Die Bindekraft kann durch Tonmehlzugabe erhöht werden. Sehr fette Baulehme und Tone lassen sich nur schwer zu homogenen Stampflehmmischungen verarbeiten.

Besonders geeignet ist von Natur aus gemischtkörniger bis steiniger Lehm (z. B. Berg- oder Gehängelehm).

Zuschlagstoffe

Eine Aufbereitung mit Zuschlägen ist notwendig, wenn der Baulehm ein zu hohes Schwindmaß hat und deshalb nicht unmittelbar als Baustoff verwendet werden kann oder um die Druck- und ggf. Wetterfestigkeit zu erhöhen. Minerali-

sche Zuschläge sind Grobsand, Kies oder Splitt. Gebrochene Körnungen sind besonders geeignet. Auf eine weitgestufte Kornverteilung ist zu achten. Organische Zuschläge sind z. B. Stroh bis zu ca.10 cm Länge oder Feinfasern (Flachs, Hanf). Mischungen untereinander sind möglich.

Bei mageren Lehmen rechnet man mit Volumenverhältnissen von Baulehm zu Zuschlag von 1:1 bis 1:2, bei fetten Lehmen bis zu 1:2,5. Werden Fasern zugemischt, richtet sich deren Menge nach der Bindekraft des Baulehms und der Art der Fasern. Erfahrungsgemäß beträgt die Faserzugabe bis zu 10 kg pro m³ Baulehm.

3.2.4 Aufbereitung

Die Aufbereitung geschieht von Hand oder mit geeigneter Mischtechnik. Sie ist abgeschlossen, wenn der Baustoff homogen gemischt und gleichmäßig feucht ist. Der gebrauchsfertige Stampflehm hat erdfeuchte Konsistenz. Er muss sich gut verdichten lassen, ohne unter dem Stampfer zu sehr auszuweichen. Die geeignete Verarbeitungskonsistenz ist vor und während des Einbaus vom Ausführenden zu prüfen und zu überwachen.

Zur Reduzierung von Schwindrissen soll das Schwindmaß des verdichteten Baustoffs nach 3.2.5 nicht mehr als 2 %, bei Sichtbauteilen nicht mehr als ca. 0,5 % betragen.

3.2.5 Prüfung

Rohdichte

Probewürfel einer Kantenlänge von 20 cm sind in gleicher Verdichtung wie auf der Baustelle herzustellen. Aus mindestens drei Prüfungen ist der gerundete Mittelwert maßgebend, Einzelwerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert abweichen.

Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit wird an mindestens drei Probewürfeln ermittelt. Der kleinste Einzelwert ist maßgebend. Die Probewürfel sind mit einer Kantenlänge von 20 cm in gleicher Verdichtung wie auf der Baustelle herzustellen. Eine Beschleunigung der Trocknung ist unzulässig. Geprüft wird nach Erreichen der Ausgleichsfeuchte unter normalen Innenraumbedingungen, i. d. R. nach 6 Wochen. Vor Baubeginn ist die erste Charge zu prüfen, danach Baustellenmischungen ca. alle 10 m³ und Werksmischungen ca. alle 50 m³ Baustoff.

Schwindmaß

Das Schwindmaß wird an einem Probekörper von 600 mm Länge, 100 mm Breite und ca. 50 mm Höhe gemessen, auf dem zwei Messmarken von 500 mm Abstand eingeritzt sind. Zur Herstellung des Probekörpers hinderliche Steine werden ausgelesen. Der Probekörper ist nach dem Ausschalen auf einer Folie zu lagern und natürlich zu trocknen. Gemessen wird das Endschwindmaß. Vor Baubeginn ist die erste Charge zu prüfen, danach Baustellenmischungen ca. alle 10 m³ und Werksmischungen ca. alle 50 m³ Baustoff.

3.2.6 Kennzeichnung

Als **Baustoffbezeichnung** ist „Stampflehm“ anzugeben, alternativ die Kurzbezeichnung „STL“.

Die **Rohdichte** des trockenen Baustoffes ist in kg/m³ gerundet auf 100 kg/m³ anzugeben. Zulässig sind Abweichungen von ± 10 %.

Die **Druckfestigkeit** ist in N/mm² abgerundet auf eine Kommastelle anzugeben. Der angegebene Wert darf nicht unterschritten werden. Ausschließlich nichttragend verwendbarer Stampflehm ist alternativ mit einem entsprechenden Hinweis zu kennzeichnen.

Das **Schwindmaß** ist in % aufgerundet auf eine Kommastelle anzugeben. Der angegebene Wert darf nicht überschritten werden.

3.3 Wellerlehm (WL)

3.3.1 Begriff

Wellerlehm ist ein weich aufbereitetes Gemisch aus Stroh und Lehm. Der trockene Baustoff hat eine Rohdichte von 1400 bis 1700 kg/m³.

3.3.2 Verwendung

Mit Wellerlehm werden historische Wellerwände repariert und tragende oder nichttragende Wände neu erstellt.

3.3.3 Zusammensetzung

Baulehm

Für Wellerlehm können alle Baulehme verwendet werden. Nur sehr fetter Lehm oder Ton ist ungeeignet, ebenso steiniger Lehm.

Zuschlagstoffe

Als Zuschlagstoff wird Stroh von 30 bis 40 cm Länge verwendet. Zu hoher Anteil von kurzem Stroh ist zu vermeiden. Bei magerem Lehm rechnet man mit ca. 20 kg Stroh je m^3 loser Lehmmasse, bei fettem Lehm bis zu 25 kg.

3.3.4 Aufbereitung

Lehm und Stroh werden abwechselnd aufgesetzt, mit Wasser übergossen und durchgearbeitet. Die Aufbereitung ist abgeschlossen, wenn der Baulehm gleichmäßig mit dem Zuschlagstoff vermischt ist. Vor dem Einbau soll der frisch aufbereitete Baustoff ruhen (mauken).

3.3.5 Prüfung

Rohdichte

Die Rohdichte wird an Probewürfeln von 20 cm Kantenlänge ermittelt, die wie auf der Baustelle herzustellen sind. Aus mindestens drei Prüfungen ist der gerundete Mittelwert maßgebend. Einzelwerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert abweichen.

Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit wird an mindestens drei Probewürfeln ermittelt. Der kleinste Einzelwert ist maßgebend. Die Probewürfel sind mit einer Kantenlänge von 20 cm ähnlich wie auf der Baustelle herzustellen und zu verdichten. Eine Beschleunigung der Trocknung ist unzulässig. Geprüft wird nach Erreichen der Ausgleichsfeuchte unter normalen Innenraumbedingungen. Vor Baubeginn ist die erste Charge zu prüfen, danach Baustellenmischungen ca. alle 10 m³ und Werksmischungen ca. alle 50 m³ Baustoff.

3.3.6 Kennzeichnung

Als **Baustoffbezeichnung** ist „Wellerlehm“ anzugeben, alternativ die Kurzbezeichnung „WL“.

Die **Rohdichte** des trockenen Baustoffes ist in kg/m³ gerundet auf 100 kg/m³ anzugeben. Zulässig sind Abweichungen von ± 10 %.

Die **Druckfestigkeit** ist in N/mm² abgerundet auf eine Kommastelle anzugeben. Der angegebene Wert darf nicht unterschritten werden. Ausschließlich nichttragend verwendbarer Wellerlehm ist alternativ mit einem entsprechenden Hinweis zu kennzeichnen.

3.4 Faserlehm, Strohlehm (FL, SL)

3.4.1 Begriff

Faserlehm ist allgemein ein weich bis breiig aufbereitetes Gemisch aus pflanzlichen Fasern mit Lehm.

Wird Faserlehm mit Stroh aufbereitet, wird der Baustoff als **Strohlehm** bezeichnet. Der trockene Baustoff hat eine Rohdichte von 1200 bis 1700 kg/m³.

3.4.2 Verwendung

Strohlehm (Faserlehm) wird als Ausfachungsbaustoff für Fachwerkwände, Balkendecken oder auch für putzähnliche Aufträge verwendet. In Formen gepresst, können Lehmsteine oder Lehmplatten hergestellt werden.

3.4.3 Zusammensetzung

Baulehm

Als Baulehm kann ein nach Bindekraft als sehr mager bis mager klassifizierter Lehm verwendet werden.

Wenn Faserlehm mit der Hand verarbeitet wird, empfiehlt sich zur Schonung der Hände die Verwendung eines sandfreien, schluffigen Baulehms.

Zuschlagstoffe

Geeignet sind weiche Stroharten wie Roggen, Hafer, Gerste und Grobheu oder andere pflanzliche Fasern, in Längen, die sich für die jeweilige Anwendung eignen. Stroh z. B. wird in Längen von 5 bis 25 cm verarbeitet. Faserlehm kann auch zusätzlich mit Sand gemagert werden. Die Zuschlagdichte (Masseanteil des Zuschlags/m³ Bauteil) soll für eine geringe Schwindung und zur Gerüstbildung möglichst hoch sein. Sie beträgt z. B. bei Stroh ca. 40-60 kg/m³. Bei feineren oder kürzeren Fasern ergeben sich höhere Anteile.

3.4.4 Aufbereitung

Der Baulehm wird in weicher bis breiiger Konsistenz aufbereitet und mit dem Stroh bzw. den Fasern vermischt.

Geeignete Mischungsverhältnisse werden abhängig von den verwendeten Ausgangsstoffen und dem Verwendungszweck durch Versuche ermittelt. Die Aufbereitung ist abgeschlossen, wenn der Baulehm gleichmäßig mit dem Zuschlagstoff vermischt ist. Die Fasern müssen an jeder Stelle mit Lehm umhüllt sein.

Strohlehm (Faserlehm) aus alten Gefachen wird bei Wiederaufbereitung ggf. zusätzlich mit Sand oder Fasern abgemagert. Fasern dienen zusätzlich der Armierung.

3.4.5 Prüfung

Rohdichte

Probewürfel einer Kantenlänge von 20 cm sind wie auf der Baustelle herzustellen. Aus mindestens drei Prüfungen ist der gerundete Mittelwert maßgebend. Einzelwerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert abweichen.

Schwindung, Eignung

Die Eignung des Baustoffes kann an einer Bauteilprobe beurteilt werden. Mit ausreichend Stroh aufbereiteter Strohlehm weist nahezu keine Schwindung oder Rissbildung auf. Rissfreiheit muss aber nicht in jedem Fall erforderlich sein.

3.4.6 Kennzeichnung

Als **Baustoffbezeichnung** ist „Strohlehm“ oder „Faserlehm“ anzugeben, alternativ die Kurzbezeichnung „FL“ bzw. „SL“.

Die **Rohdichte** des trockenen Baustoffes ist in kg/m³ gerundet auf 100 kg/m³ anzugeben. Zulässig sind Abweichungen von ± 10 %.

3.5 Leichtlehm (LL)

3.5.1 Begriff

Leichtlehm ist Lehmbaustoff einer Rohdichte von 300 bis 1200 kg/m³. Der Lehm wird flüssig bis breiig aufbereitet und mit organischen oder mineralischen Leichtzuschlägen vermischt.

Nach der Rohdichte werden leichte (300 bis 800 kg/m³) und schwere Mischungen (900 bis 1200 kg/m³) unterschieden.

Leichtlehm kann zusätzlich nach dem verwendeten Leichtzuschlag bezeichnet werden, z. B.

Strohleichtlehm (SLL),
Faserleichtlehm (FLL),
Holzleichtlehm (HLL),
Mineralischer Leichtlehm (MLL).

3.5.2 Verwendung

Leichtlehm wird für Außen- und Innenwände, Vorsatzschalen oder Deckenausfachungen verwendet.

Der Baustoff wird feucht in Schalungen zum Bauteil verdichtet, oder zu Steinen, großformatigen Elementen oder Platten geformt.

Leichtlehm wird raumabschließend verwendet und darf außer dem Eigengewicht keine Lasten abtragen.

3.5.3 Zusammensetzung

Baulehm

Für leichte Mischungen soll als Baulehm ein nach Bindekraft mindestens als fast fett klassifizierter Lehm verwendet werden. Auch sehr fetter Lehm oder aufschlämmbarer Ton oder Tonmehl ist verwendbar. Magerer bis sehr magerer Lehm soll nur für schwere Mischungen verwendet werden.

Es empfiehlt sich die Verwendung eines Baulehms mit schluffigem Mineralgerüst.

Der Baulehm muss frei von Humus oder anderen organischen Verunreinigungen sein.

Leichtzuschläge

Organische Zuschlagstoffe sind alle Arten von Stroh, Holzhackschnitzel und alle anderen ausreichend gegen Einbaufeuchte beständigen pflanzlichen Faserstoffe. Faserige Zuschläge sollen nicht länger sein als die kürzeste Abmessung des zu fertigenden Baustoffes oder Bauteils.

Mineralische Zuschläge sind alle porigen natürlichen oder künstlichen Gesteine wie Bims, Blähton, Perlite, Blähschiefer, Blähglas usw.

Mischungen der Zuschlagstoffe untereinander sind zulässig.

Mischungsverhältnisse

Geeignete Mischungsverhältnisse werden abhängig von den verwendeten Ausgangsstoffen durch Versuche ermittelt. Die Zuschlagdichte (Masseanteil des Zuschlags/m^3 Bauteil) soll zur Gerüstbildung möglichst hoch sein, weitgehend unabhängig davon, ob leichte oder schwere Mischungen beabsichtigt sind. Entscheidend für die erzielte Rohdichte ist der Masseanteil des Lehms, der die Hohlräume zwischen den Zuschlägen mehr oder weniger ausfüllt. Die Zuschlagdichten von Ballenstroh liegen z. B. bei ca. 60–90 kg/m^3, von Holzhackschnitzeln bei ca. 300 kg/m^3, von mineralischen Leichtzuschlägen bei ca. 300–600 kg/m^3.

3.5.4 Aufbereitung

Der Baulehm oder Ton wird mit Wasser aufgeschlämmt und in flüssiger bis breiiger Konsistenz mit den Leichtzuschlägen gemischt. Die Schlämme wird manuell oder in geeigneten Rührwerken oder Mischern aufbereitet.

Fetter Lehm kann flüssig, magerer soll in breiiger Konsistenz aufbereitet werden.

Die Zuschläge werden mit Schlämme übergossen, darin getaucht oder maschinell gemischt. Vor dem Einbau soll der frisch aufbereitete Baustoff ruhen (mauken).

Leichte Mischungen haben ein offenes Gefüge, bei dem die Leichtzuschläge nur vom Lehm gebunden sind.

Schwere Mischungen haben dagegen ein geschlossenes Gefüge.

Zusammensetzung und Aufbereitung sind so zu wählen, dass im aufbereiteten Baustoff, aber auch im geformten Bauteil vor allem organische Zuschläge gleichmäßig mit Lehm umhüllt sind. Der geformte trockene Baustoff soll eine dem Verwendungszweck entsprechende ausreichende Festigkeit aufweisen.

Werden diese Anforderungen erreicht, können auch abweichende Aufbereitungsverfahren angewendet werden.

3.5.5 Prüfung

Rohdichte

Probewürfel einer Kantenlänge von 20 cm sind wie auf der Baustelle herzustellen. Aus mindestens drei Prüfungen ist der gerundete Mittelwert maßgebend. Einzelwerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert abweichen.

Konsistenz der Schlämme

Die sichere Umhüllung der Zuschläge mit Lehmschlämme wird am aufbereiteten Baustoff, ggf. einer Bauteilprobe festgestellt. Eine gleichbleibende Konsistenz der Schlämme kann mit dem **Ausbreitmaß** überprüft werden, ermittelt als Durchmesser von 100 ml auf Blech oder Glas gegossener Schlämme.

Festigkeit

Die Festigkeit des Baustoffes kann an einer Bauteilprobe beurteilt werden. Eine Druckprüfung ist nicht erforderlich.

3.5.6 Kennzeichnung

Als **Baustoffbezeichnung** ist „Leichtlehm“ anzugeben (auch mit Hinweis auf den Zuschlag), alternativ die Kurzbezeichnung „LL“ (auch „HLL“, „SLL“, „FLL“, „MLL“).

Die **Rohdichte** des trockenen Baustoffes ist in kg/m³ gerundet auf 100 kg/m³ anzugeben. Zulässig sind Abweichungen von ± 10 %.

3.6 Lehmschüttungen (LT)

3.6.1 Begriff

Lehmschüttungen sind lehmgebundene, schüttfähige Aufbereitungen aus Baulehm und Zuschlagstoffen zur Verfüllung waagerechter Bauteile. Die trockenen Baustoffe haben Rohdichten von 300 bis 2200 kg/m³. Lehmschüttungen einer Rohdichte unter 1200 kg/m³ können auch als Leichtlehmschüttungen bezeichnet werden.

Lehmschüttungen können zusätzlich nach ihrem Zuschlag bezeichnet werden, z. B.:

- Sand-Lehmschüttung
- Holz-Lehmschüttung
- Holz-Leichtlehmschüttung
- Baulehmschüttung (ohne Zuschlag)

3.6.2 Verwendung

Lehmschüttungen werden zur Massefüllung von Geschossdecken und zum Verfüllen von Hohlräumen verwendet. Lehmschüttungen können zum Erzielen der er-

wünschten Eigenschaften in verschiedenen Rohdichten hergestellt werden.

3.6.3 Zusammensetzung

Lehmschüttungen bestehen aus Baulehm oder Mischungen aus Baulehm und Zuschlagstoffen. Jeder Baulehm ist geeignet. Die Zuschlagstoffe können mineralisch oder organisch sein. Geeignete Mischungsverhältnisse werden abhängig von den verwendeten Ausgangsstoffen durch Versuche ermittelt.

3.6.4 Aufbereitung

Der Baulehm wird mit den Zuschlägen per Hand oder Maschine vermischt. Der Einbau soll erdfeucht erfolgen.

3.6.5 Prüfung

Rohdichte

Die Probekörper sind für Lehmschüttungen mit einer Kantenlänge von 20 cm wie auf der Baustelle herzustellen und zu verdichten. Aus mindestens drei Prüfungen ist der gerundete Mittelwert maßgebend, Einzelwerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert abweichen.

3.6.6 Kennzeichnung

Als **Baustoffbezeichnung** ist „Lehmschüttung“ oder ggf. „Leichtlehmschüttung“ anzugeben, alternativ die Kurzbezeichnung „LT“.

Die **Rohdichte** des trockenen Baustoffes ist in kg/m³ gerundet auf 100 kg/m³ anzugeben. Zulässig sind Abweichungen von ± 10 %.

3.7 Lehmsteine (LS)

3.7.1 Begriffe

Als **Lehmsteine** werden allgemein quaderförmige, trockene Lehmbaustoffe bezeichnet.

Lehmsteine einer Rohdichte unter 1200 kg/m³ können auch als Leichtlehmsteine bezeichnet werden.

3.7.2 Verwendung

Entsprechend ihrem Verwendungszweck und ihrer Beanspruchung werden Lehmsteine nach Tabelle T 3-1 in **Anwendungsklassen** eingeteilt.

T 3-1
Anwendungsklassen von Lehmsteinen

Anwendungsklasse	Anwendungsbereich
I	Verputztes, der Witterung ausgesetztes Außenmauerwerk
II	Verkleidetes, witterungsgeschütztes Außenmauerwerk, Innenmauerwerk
III	Trockene Anwendung (Deckenauflagen, Stapelwände)

Lehmsteine der **Anwendungsklasse I** müssen eine homogene Struktur haben, ausreichend wasser- und frostfest sein und dürfen ein nur geringes Quellverhalten aufweisen. Bei ausreichender Druckfestigkeit können sie für tragendes Mauerwerk verwendet werden. Steine der Klasse I sollen als ungelochte Vollsteine eingesetzt werden, von Grifflöchern abgesehen. Gittersteine sind nicht zulässig.

Lehmsteine der **Anwendungsklasse II** müssen eine ausreichende Festigkeit haben und dürfen bei der Feuchteaufnahme beim Vermauern und Verputzen bei der vorgesehenen Anwendung nicht zu sehr quellen. Bei ausreichender Druckfestigkeit können sie für tragendes Mauerwerk verwendet werden. Steine der Klasse II sollen einen herstellungsbedingten Lochanteil von nicht mehr als 15 % aufweisen.

Lehmsteine der **Anwendungsklasse III** müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck ausreichend fest sein. Steine der Klasse III dürfen beliebig gelocht sein.

Lehmsteine müssen zum Vermauern trocken und möglichst frei von Schwindrissen sein.

Werden Lehmsteine tragend eingesetzt, müssen sie mindestens die Festigkeitsklasse 2 aufweisen, d. h. der kleinste Einzelwert der Druckfestigkeit nach 3.7.7 muss mindestens 2 N/mm² und der Mittelwert mindestens 2,5 N/mm² betragen. Die Anforderungen aus Abschnitt 4.1 Tabelle T 4-1 sind zu erfüllen.

3.7.3 Zusammensetzung und Herstellung

Lehmsteine werden aus Lehmbaustoffen oder aus aufbereitetem Baulehm hergestellt. Im **Handstrichverfahren** wird weicher Lehmbaustoff in Formrahmen geschlagen („gepatzt“) und abgestrichen. Im **Pressverfahren** wird der Lehmbaustoff erdfeucht in Formen gepresst. Im **Strangpressverfahren** werden die Steine von einem durch ein Mundstück gepressten Strang abgeschnitten. Durch optimierte Zuschläge und verringerten Pressdruck kann eine ausreichend homogene Struktur erreicht werden.

Lehmsteine können auch örtlich in vergleichbaren, geeigneten Verfahren gefertigt werden, z. B. durch Stampfen in Formen.

Als **Grünlinge** werden zum Brennen bestimmte „grüne“ Steine aus der Ziegelproduktion bezeichnet, die ungebrannt verwendet werden. Sie werden in der Regel im Strangpressverfahren unter meist hoher Verdichtung aus Lehm- oder Tonaufbereitungen erzeugt.

3.7.4 Eignung

Die Einordnung von Lehmsteinen in die Anwendungsklassen I und II ist vom Hersteller eigenverantwortlich zu entscheiden.

Geformte, formengepresste und gestampfte Lehmsteine weisen im allgemeinen die für Klasse I erforderlichen Eigenschaften auf, bei **stranggepressten Lehmsteinen** ist besonders auf ihre Eigenschaften (Festigkeit, Homogenität, Wasserresistenz, Quellverhalten) zu achten.

Grünlinge sind bruchempfindlich, schnell wasserlöslich und haben ein dichtes, herstellungsbedingt schalenartiges Gefüge. Bei Wasseraufnahme quellen sie stark auf. Grünlinge dürfen in Klasse I nicht verwendet werden, für Klasse II ist ihre Eignung vom Anwender zu prüfen.

3.7.5 Prüfung

Format

Die Bestimmung der Abmessungen erfolgt analog zu DIN V 105-1.

Rohdichte

Als Probekörper können die Steine selbst verwendet werden. Aus mindestens drei Prüfungen ist der gerundete Mittelwert maßgebend, Einzelwerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert abweichen.

Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit von Lehmsteinen ist analog DIN V 105-1 durchzuführen. Normal- und dünnformatige Steine werden halbiert und die Hälften mit einer höchstens 5 mm dicken Mörtelschicht aus Zementmörtel übereinander gemauert. Zum Ausgleichen von Unebenheiten ist die Ober- und Unterseite des entstandenen Prüfkörpers mit maximal 5 mm Zementmörtel abzugleichen. Vollsteine größerer Formate (Höhe ≥ 113 mm) sind am ganzen Stein zu prüfen, ebenso alle Lochsteine. Als Probenanzahl sind 6 Probekörper erforderlich.

Der Druck ist senkrecht zur Lagerrichtung wie im Mauerwerk aufzubringen. Die Druckfestigkeit wird aus der beim

Druckversuch ermittelten Bruchlast bezogen auf die Prüfkörpergrundfläche (einschließlich etwaiger Löcher) ermittelt. Die Druckfestigkeit ist im Prüfbericht in N/mm² auf eine Stelle nach dem Komma gerundet anzugeben.

Tragend eingesetzte Lehmsteine werden in eine Festigkeitsklasse eingestuft. Dabei darf der kleinste Einzelwert der Prüfserie den Wert der Festigkeitsklasse nicht unterschreiten. Der Mittelwert muss 25 % über dem Wert der Festigkeitsklasse liegen. Tragend eingesetzte Lehmsteine müssen mindestens die Festigkeitsklasse 2 aufweisen, d. h. der kleinste Einzelwert muss größer als 2 N/mm², der Mittelwert größer als 2,5 N/mm² sein. Wiederholungsprüfungen sind bei werksmäßig hergestellten Lehmsteinen alle 50 m³ und bei handgeformten Lehmsteinen alle 10 m³ durchzuführen. Es sind 3 Probekörper zu prüfen.

3.7.6 Kennzeichnung

Als **Baustoffbezeichnung** ist „Lehmstein“ oder ggf. „Leichtlehmstein“ anzugeben, alternativ die Kurzbezeichnung „LS“. Außerdem sind die **Anwendungsklasse** und das Verfahren der **Herstellung** anzugeben.

Das **Format** kann als Format-Kurzzeichen analog DIN V 105-1 Tabelle 5 und/oder in Länge x Breite x Höhe gerundet auf ganze Zahlen in mm oder eine Kommastelle in cm angegeben werden. Es gelten die zulässigen Kleinstmaße, Höchstmaße und Maßspannen analog DIN V 105-1 Tabelle 2. Bei anderen als Normformaten gelten die zulässigen Kleinstmaße, Höchstmaße und Maßspannen proportional.

Die **Rohdichte** ist in kg/m³ gerundet auf 100 kg/m³ anzugeben. Zulässig sind Abweichungen von ± 10 %.

Bei Lehmsteinen für den tragenden Einsatz ist die **Steinfestigkeitsklasse** anzugeben. Ausschließlich nichttragend verwendbare Lehmsteine sind alternativ mit einem entsprechenden Hinweis zu kennzeichnen.

3.8 Lehmplatten (LP)

3.8.1 Begriff

Lehmplatten sind plattenförmige Baustoffe. Lehmplatten einer Rohdichte unter 1200 kg/m^3 können auch als Leichtlehmplatten bezeichnet werden.

3.8.2 Verwendung

Lehmplatten werden vermauert oder trocken miteinander verbunden. Einsatzbereich sind nichttragende Wände, Ausfachungen von Balkendecken oder Dachschrägen sowie Deckenauflagen.

Dünne Lehmplatten werden als Bekleidungen und im Trockenbau eingesetzt. Außerdem werden sie als Putzträgerplatten verwendet.

3.8.3 Zusammensetzung und Herstellung

Lehmplatten werden aus ungeformten Lehmbaustoffen hergestellt. Übliche Verfahren sind das Strangpress-, Einzelpress-, Einstreichverfahren oder die Bandproduktion. Lehmplatten können auch örtlich in geeigneten Verfahren gefertigt werden.

Zur Erhöhung der Biegefestigkeit und der Transportsicherheit können Bewehrungen wie z. B. Holzstäbe, Bambus oder Schilfrohr eingearbeitet werden.

3.8.4 Prüfung

Rohdichte

Für Probekörper werden Lehmplatten auf eine geeignete Größe zugeschnitten. Aus mindestens drei Prüfungen ist der gerundete Mittelwert maßgebend, Einzelwerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert abweichen.

3.8.5 Kennzeichnung

Als **Baustoffbezeichnung** ist „Lehmplatte“ oder ggf. „Leichtlehmplatte“ anzugeben, alternativ die Kurzbezeichnung „LP“.

Die **Rohdichte** ist in kg/m^3 gerundet auf 100 kg/m^3 anzugeben. Zulässig sind Abweichungen von ± 10 %.

3.9 Lehmmörtel (LM)

3.9.1 Begriff

Lehmmörtel sind mit feinkörnigen oder feinfaserigen Zuschlagstoffen abgemagerte Baulehme. Mörtel mit einer Trockenrohdichte von weniger als 1200 kg/m^3 können auch als Leichtlehmmörtel bezeichnet werden.

3.9.2 Verwendung

Lehm-Mauermörtel (LMM) und Leichtlehm-Mauermörtel werden zum Vermauern von Lehmsteinen eingesetzt oder zum Vermauern von künstlichen Steinen, gebrannten Steinen oder Natursteinen.

Lehm-Spritzmörtel (LSM) und Leichtlehm-Spritzmörtel werden zur Ausfachung von Holzkonstruktionen, zur Erstellung von Vorsatzschalen, zur Erstellung von Innenwänden und als Deckenfüllung verwendet. Gespritzte Putzmörtel fallen nicht unter diesen Begriff.

Lehm-Putzmörtel (LPM) und Leichtlehm-Putzmörtel werden zum Verputz von Wänden und Decken im Innenbereich oder im witterungsgeschützten Außenbereich verwendet.

3.9.3 Zusammensetzung

Lehmmörtel werden aus Baulehm und geeigneten Zuschlagstoffen hergestellt. Die Ausgangsstoffe müssen so gewählt sein, dass die Eigenschaften des Festmörtels den Anforderungen dieser Regeln entsprechen.

Die Eigenschaften von Lehmmörteln hängen wesentlich von der Bindekraft des Baulehms ab. Es empfiehlt sich die Verwendung eines nicht zu mageren, steinfreien Baulehms mit Korngrößen unter 5 mm.

Als Zuschlagstoffe für Lehmmörtel werden Sand, Strohhäcksel oder andere pflanzliche Faserstoffe verwendet, für Leichtlehmmörtel geeignete mineralische oder pflanzliche Leichtzuschläge. Für Putzmörtel kommen auch historisch oder regional verwendete Zusätze wie Molke oder Dung in

Frage, Erfahrung und ausreichende Erprobung vorausgesetzt.

3.9.4 Aufbereitung

Allgemeines

Lehmmörtel soll so weit abgemagert sein, dass sich nach Trocknung keine Schwindrisse mehr zeigen. Ein weiteres Abmagern vermindert die Druckfestigkeit des Mörtels und die Haft- und Abriebfestigkeit von Verputzen. Bei Unterputzen können Schwindrisse in geringem Umfang toleriert werden.

Lehmmörtel müssen je nach Verwendungszweck maschinen- oder kellengerecht gemagert und aufbereitet sein.

Baustellenmörtel

Baustellenmörtel werden aus einzelnen Ausgangsstoffen zusammengesetzt und an der Baustelle gemischt. Wegen der im Lehmbau sehr unterschiedlichen Ausgangsstoffe können verbindliche Mischungsverhältnisse nicht festgelegt werden. Rezepturen werden nach Erfahrung und örtlicher Bautradition bestimmt.

Am Ort erstellte Mischungen müssen frei von groben Körnungen > 5 mm hergestellt werden, Grubenlehme sollen mauken und gut gemischt werden. Auf Homogenität der Mischung muss besonders geachtet werden.

Der frisch aufbereitete Baustoff kann sofort oder nach einer Ruhezeit (gemaukt) verarbeitet werden.

Werkmäßig hergestellte Mörtel

Werkmäßig hergestellte Mörtel werden aus vom Hersteller gelieferten Ausgangsstoffen zusammengesetzt (z. B. gemahlene Lehme) und an der Baustelle nach Rezept gemischt (z. B. mit Sand).

Werkmörtel

Werkmörtel werden trocken oder erdfeucht ausgeliefert und an der Baustelle nach Herstellerangaben mit Wasser gemischt.

Wiederverwendeter Mörtel

Lehmmörtel kann aus wiederverwendetem Mauermörtel, altem Verputz oder Strohlehm mit Wasser neu aufbereitet werden, sofern das Material frei von Verunreinigungen (z. B. Salz) ist. Kommt es durch die erneute Aufbereitung zu Rissbildung, so kann mit zusätzlichem Sand oder Stroh gemagert werden.

3.9.5 Anforderungen

Je nach Verwendungszweck und Beanspruchung müssen Mauer-, Putz- und Spritzmörtel jeweils unterschiedlichen Anforderungen genügen und bestimmte Eigenschaften aufweisen.

Im Wesentlichen sind dies:

– Druckfestigkeit
– Trockenrohdichte
– Schwindmaß

Der ausgelieferte Mörtel muss den Anforderungen sowie den deklarierten Werten entsprechen. Für Werkmörtel und

werkmäßig hergestellte Mörtel ist für die Erstprüfung und die werkseigene Produktionskontrolle sinngemäß nach DIN EN 998 zu verfahren.

Für **Baustellenmörtel** kann die Eignung anhand von Bauteilproben und Bemusterungen geprüft werden. Wenn der Verwendungszweck es erfordert, sind die Anforderungen für Werkmörtel sinngemäß anzuwenden (z. B. geforderte Druckfestigkeit bei tragenden Wänden).

3.9.6 Prüfung

Probenahme

Die Probenahme soll sich an DIN EN 1015-2 orientieren.

Rohdichte (Festmörtel)

Probewürfel einer Kantenlänge von 10 cm sind wie auf der Baustelle herzustellen. Alternativ können Prismen für die Druckprüfung (s. u.) verwendet werden. Aus mindestens drei Prüfungen ist der gerundete Mittelwert maßgebend, Einzelwerte dürfen nicht mehr als 10 % vom Mittelwert abweichen.

Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit wird nach DIN EN 1015-11 an drei luftgetrockneten Prismen geprüft. Der kleinste Einzelwert ist maßgebend. Die Proben werden mit Mörtel in verarbeitungsgerechter Konsistenz hergestellt.

Schwindmaß

Das lineare Schwindmaß wird an drei Prismen mit den Abmessungen 160 mm x 40 mm x 40 mm ermittelt. Die

Probekörper sind nach dem Ausschalen auf einer Folie zu lagern und an der Luft zu trocknen. Gemessen wird das Endschwindmaß. Die Proben werden mit Mörtel einer Konsistenz von 140 mm Ausbreitmaß hergestellt, in Anlehnung an DIN EN 1015-3.

Schwindung (Baustellenprobe)

Die Rissneigung des Mörtels kann an einer Musterfläche abgeschätzt werden.

3.9.7 Kennzeichnung

Als **Baustoffbezeichnung** ist je nach Verwendung „Lehm-Mauermörtel“, „Lehm-Spritzmörtel“ oder „Lehm-Putzmörtel“ anzugeben, ggf. mit der ergänzenden Vorsilbe „Leicht-“. Alternativ können die Kurzbezeichnungen „LMM“, „LSM“ oder „LPM“ verwendet werden.

Die **Rohdichte** des Festmörtels ist in kg/m^3 gerundet auf 100 kg/m^3 anzugeben. Zulässig sind Abweichungen von ± 10 %.

Die **Druckfestigkeit** von Lehm-Mauermörtel ist in N/mm^2 abgerundet auf eine Kommastelle anzugeben. Der angegebene Wert darf nicht unterschritten werden. Ausschließlich nichttragend verwendbarer Lehm-Mauermörtel ist alternativ mit einem entsprechenden Hinweis zu kennzeichnen.

Das **Schwindmaß** ist in % aufgerundet auf eine Kommastelle anzugeben. Der angegebene Wert darf nicht überschritten werden.

4 LEHMBAUTEILE

4.1 Tragende Wände

Die Bemessung von Gebäuden aus tragenden Lehmbauteilen verfolgt vorerst weiterhin das Konzept eines globalen Sicherheitsbeiwertes, der sich in der Abminderung der Druckfestigkeit auf zulässige Spannungen widerspiegelt. Die Umstellung auf die Bemessung nach Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1055-100 ist in Vorbereitung.

Der Nachweis der Standsicherheit tragender Wände darf mit dem nachfolgenden Verfahren geführt werden, wenn die in diesem Abschnitt und insbesondere die in den Tabellen T 4-1 und T 4-2 enthaltenen Voraussetzungen erfüllt sind.

4.1.1 Allgemeines

Der Entwurf von Gebäuden mit tragenden Wänden aus Lehmbaustoffen fordert die Berücksichtigung der Baustoffeigenschaften und des Herstellungsverfahrens.

Begriff

Wände und Pfeiler gelten als tragend, wenn sie vertikale und/oder horizontale Lasten aufnehmen und/oder zur Knickaussteifung von tragenden Wänden dienen.

Bauleitung, besondere Anforderungen

Gebäude mit tragenden Lehmwänden sollen nur unter Anleitung und Aufsicht einer in der Herstellung von tragenden

Lehmbauteilen ausreichend erfahrenen Fachkraft ausgeführt werden (s. 1.3.2).

Bauzeit

Lehm kann im feuchten Zustand auffrieren. Stampflehmwände und Wellerwände sind länger frostgefährdet als Wände aus hydraulisch gebundenen Baustoffen. Lehmsteinwände dürfen nur bei gesicherter Frostfreiheit ausgeführt werden.

Wetterschutz bei der Bauausführung

Während der Ausführung und Trocknung müssen alle Lehmbauteile oben und seitlich gegen starken Regen durch schützende Abdeckungen gesichert werden.

Die Abdeckung muss aufgebracht werden,

a) wenn es zu regnen beginnt und
b) wenn die Arbeitszeit beendet ist.

4.1.2 Konstruktion

Grundsätzlich soll die Vermengung mit anderen Massivbaustoffen wegen des unterschiedlichen Setzungsverhaltens vermieden werden, insbesondere Mischmauerwerk innerhalb einer Schicht ist nicht gestattet.

Feuchteschutz

Tragende Lehmbauteile müssen zuverlässig vor Kontakt mit Bodenfeuchtigkeit oder Spritzwasser – auch in Feuchträumen – geschützt werden. In Überschwemmungsgebieten ist besondere Vorsicht geboten.

Gegen aufsteigende Feuchtigkeit ist eine Sperrschicht anzuordnen. Lehmwände dürfen jedoch nicht unmittelbar auf Sperrschichten errichtet werden. Sie sind durch eine mindestens 5 cm hohe Schicht aus wasserfesten Baustoffen von ihr zu trennen. Äußere Sockelvorsprünge sind unmittelbar am Fuß von Lehmwänden unzulässig.

Lehmwände dürfen nicht unmittelbar auf massiven Deckenplatten errichtet werden, auf denen sich Wasser ansammeln kann. Sie müssen aus einer mindestens 5 cm hohen wasserfesten Schicht stehen. Das Wasser muss jederzeit ablaufen können.

Anforderungen

Tragende Wände sowie die verwendeten Baustoffe sind gemäß Tabelle T 4-1 und T 4-2 nachzuweisen. Größere Geschosshöhen und größere Querwandabstände sind im Einzelfall nachzuweisen.

Aussteifung

Die Standsicherheit belasteter Wände muss durch aussteifende Querwände oder Decken oder durch andere Maßnahmen ausreichend gesichert sein, so dass auch etwa waagerecht auftretende Kräfte, z. B. Windkräfte, sicher in den Baugrund weitergeleitet werden.

Die Decken sind als steife Scheiben auszubilden, die entsprechend mit den Wänden zu verbinden sind, oder es sind stattdessen statisch nachgewiesene Ringbalken vorhanden. In allen anderen Fällen ist die Aufnahme der Windkräfte rechnerisch nachzuweisen.

T 4-1
Anforderungen an tragende Wände[1] aus Lehmbaustoffen

1		Mauerwerk aus Lehmsteinen in MG II			Mauerwerk aus Lehmsteinen[2] mit Lehmmörtel[3]			Stampflehm			Wellerlehm
2	Nachweise										
3	Bei 1-2 Vollgeschossen[4]	Steinfestigkeitsklasse			Steinfestigkeitsklasse			Druckfestigkeit und Schwindmaß			Druckfestigkeit
4	Steinfestigkeitsklasse bzw. Druckfestigkeit [N/mm²]	2	3	4	2	3	4	2	3	4	1
5	Zulässige Druckspannungen [N/mm²] [5]	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4 [6]	0,5 [6]	0,3	0,4	0,5	0,2
6	Schwindmaß [%]	–			–			≤ 2			
7	Mindestwanddicke für Außenwände [cm] [7]	36,5			36,5			32,5			40
8	Mindestwanddicke für Innenwände [cm] [8]	24			24			24			40
9	Mindestquerschnitt von pfeilerartigen Wänden [cm²]	1300			1300			1600			3200

Fußnoten zu Tabelle T 4-1
1) zulässige Geschosshöhe ≤ 3,25 m
2) auch sonstigen künstlichen Steinen oder Natursteinen aller Art
3) auch Mörtel MG I
4) Geschosshöhe ≤ 3,25 m, bei einem Vollgeschoss max. Wandhöhe einschließlich Kniestock 4 m über OK Sockel
5) Bei pfeilerartigen Wänden ist die zulässige Spannung bis zum 1,5-fachen des Mindestquerschnittes mit dem Faktor 0,8 abzumindern.
6) zulässig bei Nachweis der Mörteldruckfestigkeit in Höhe der jeweiligen Steinfestigkeit
7) Eine Mindestwanddicke von 24 cm ist zulässig bei eingeschossigen Bauten, die nicht zum dauerhaften Aufenthalt von Personen dienen und deren Geschosshöhe ≤ 2,5 m beträgt. Die Einhaltung der zulässigen Druckspannung sowie die Gewährleistung der räumlichen Stabilität ist nachzuweisen.
8) Bedingungen: Geschosshöhe ≤ 2,75 m, Verkehrslast einschließlich Trennwandzuschlag ≤ 2,75 kN/m², nur zulässig als Zwischenauflager durchlaufender Decken mit Stützweiten ≤ 4,5 m bzw. bei Anordnung einer Zentrierleiste auf einem Ringbalken 6,0 m. Eine Abweichung von diesen Bedingungen erfordert die gleichen Dicken wie bei Außenwänden.

T 4-2
Aussteifende Querwände
Wanddicken und Höchstabstände

Dicke der auszusteifenden, belasteten Wand	Geschosshöhe	Mindestdicke der aussteifenden Querwände	maximaler Mittenabstand
(cm)	(m)	(cm)	(m)
24 bis 36,5	≤ 3,25	11,5	4,5
> 36,5 bis 49	≤ 3,25	17,5	6,0
> 49 bis 61,5	≤ 3,50	24	7,0

Auf einen Nachweis der räumlichen Steifigkeit kann verzichtet werden, wenn in Längs- und Querrichtung des

Bauwerks aussteifende Wände nach T 4-2 vorhanden sind.

Sind die aussteifenden Querwände durch Öffnungen unterbrochen, muss der Abstand der ersten Öffnung von der ausgesteiften Wand ≥ 1/4 der Geschosshöhe sein, mindestens jedoch 75 cm betragen. Die aussteifenden Wände müssen ohne größere Schwächung und Versprünge bis auf Sockel oder Kellermauerwerk gehen.

Aussteifende Querwände müssen wegen unterschiedlicher Setzungen gleichzeitig mit den auszusteifenden Wänden hochgeführt werden. Bei einseitig ausgesteiften Stampflehmwänden sind in Deckenhöhe und in 1/3 und 2/3 Wandhöhe Zuganker einzubringen, die mindestens 1,5 m in die Querwände eingreifen. Ist das gleichzeitige Hochführen baulich besonders schwierig, sind Mauerwerkswände zu verzahnen, Stampflehmwände untereinander oder mit Mauerwerkswänden mit einer 5 cm tiefen Nut in der auszusteifenden Wand zu verbinden.

Verankerung der Wände

Umfassungswände müssen mit den Decken durch Anker zugfest verbunden werden. **Giebelwände** müssen gegen Winddruck und gegen Windsog durch Anker am Dachverband gesichert sein.

Auflager und Öffnungen

Die **Baustoffe** für die Auflager von Decken, Unterzügen, Tür- und Fensterstürzen sind den auftretenden Spannungen entsprechend zu wählen. Die Druckverteilung unter Einzellasten kann mit 60° angesetzt werden. Die Lasten sind möglichst zentrisch einzuleiten. Andernfalls ist der

Einfluss der Exzentrizität beim Spannungsnachweis zu berücksichtigen.

Auflager von Stürzen sind mindestens 24 cm tief auszubilden. Bei rechnerisch notwendig größeren Auflagerlängen ist die Durchbiegung der Stürze auf l/500 zu begrenzen. Alternativ können die höher beanspruchten Wandbereiche in höherer Mauerwerksfestigkeit ausgeführt werden.

Tür- und Fensterleibungen sollen wegen unterschiedlicher Setzungen nicht öffnungshoch aus anderen Baustoffen bestehen.

Schlitze und Aussparungen in tragenden Lehmwänden sind ohne weiteren Nachweis zulässig, sofern deren Anordnung und Abmessung den Grenzwerten von DIN 1053-1 Tabelle 10 entsprechen. Eine Überschreitung dieser Grenzwerte erfordert die Berücksichtigung im Standsicherheitsnachweis.

4.1.3 Ausführung von Lehmsteinwänden

Baustoff

Lehmsteinwände werden aus Lehmsteinen mit Lehm- oder anderen Mörteln gemauert. Die Steine müssen trocken gelagert werden.

Verarbeitung

Die Stoß- und Lagerfugen sind vollfugig in einer Stärke von ca. 1 cm zu mauern. Gestampfte und gepresste Steine sollen so vermauert werden, dass die Wandlast in der Stampf- oder Pressrichtung wirkt. Lehmsteine sind werkgerecht im Verband zu mauern. Die Druckfestigkeit

des Mörtels ist auf die Festigkeit der Lehmsteine abzustimmen.

An Außenflächen können zur besseren Kalkputzhaftung die Fugen bis 1 cm Tiefe aufgekratzt werden.

4.1.4 Ausführung von Stampflehmwänden

Baustoff

Als Baustoff für Stampflehmwände wird Stampflehm verwendet. Der Baustoff soll geschützt gelagert werden.

Verarbeitung

Der Stampflehm wird je nach Material und Verdichtungsgerät etwa 10 bis 15 cm hoch in eine steife Schalung geschüttet und verdichtet. Durch waagerechte Bewehrungseinlagen kann die Neigung zu Rissbildungen verringert werden.

Trocknung

Die Trockenzeiten sind bei der Bauzeitplanung zu berücksichtigen.

Maßnahmen zur Putzhaftung

Kalkaußenputz haftet auf größeren mineralischen Bestandteilen der Wandoberfläche. Oberflächen mit steinigen Zuschlägen werden mit Stahlbesen gereinigt. Bei Wänden aus feinkörnigem Stampflehm kann die Putzhaftung durch eingestampfte Stein- oder Mörtelleisten, durch Kerbungen oder durch Putzträger erreicht werden.

4.1.5 Ausführung von Wellerwänden

Baustoff

Wellerwände werden aus Wellerlehm aufgesetzt.

Verarbeitung

Die Wände werden ohne Schalung mit der Gabel in Sätzen von etwa 80 cm Höhe schwungvoll aufgeschichtet. Die einzelnen Sätze werden nach ausreichender Abtrocknung fluchtgerecht abgestochen. Wegen Setzungen und Verformungen dürfen Wellerwände frühestens nach einem Jahr verputzt werden.

Trocknung

Die Trockenzeiten sind bei der Bauzeitplanung zu berücksichtigen. Feucht eingebaute Lehmbauteile müssen möglichst rasch trocknen können. Zu lange Durchfeuchtung kann das Verrotten organischer Zuschläge, die Schwächung angrenzender Holzbauteile und die Korrosion von Stahlteilen bewirken.

4.1.6 Reparatur von tragenden Lehmwänden

Reparaturen müssen baustoffgerecht ausgeführt werden. Zerstörte oder von Salzen durchdrungene Teile werden bis auf die erhaltene Substanz herausgeschnitten und durch Lehmsteinmauerwerk in Lehmmörtel ergänzt. Kleinere Fehlstellen können vorgenässt und mit geeignetem Lehmbaustoff verfüllt werden, größere Wandabschnitte können mit dem Bestand ähnlichen Baustoffen ausgeführt werden. Auf ausreichende Verbindungen durch Nuten, Verzahnung oder Verankerung ist zu achten.

4.2 Gewölbe

Begriff

Tonnengewölbe sind einseitig, **Kuppeln** zweiseitig gekrümmte Tragwerke. **Kappen** sind Tonnengewölbe geringer Höhe und kurzer Spannweite und werden als tragende Ausfachung zwischen Balken oder Trägern verwendet.

Baustoffe

Gewölbe werden aus Lehmsteinen in Lehm- oder Kalkmörtel gemauert. Die Druckfestigkeit der verwendeten Baustoffe ist nachzuweisen.

Planung und Bauleitung

Die Planung und Bauleitung von gewölbten Konstruktionen darf nur ausreichend erfahrenen Fachleuten übertragen werden.

Bauzeit

Gewölbe dürfen nur bei gesicherter Frostfreiheit gemauert werden.

Wetterschutz während der Bauausführung

Während der Ausführung und Trocknung müssen alle Lehmbauteile oben und seitlich gegen starken Regen durch schützende Abdeckungen gesichert werden.

Die Abdeckung muss aufgebracht werden,

a) wenn es zu regnen beginnt und
b) wenn die Arbeitszeit beendet ist.

Jede Durchfeuchtung kann die Standsicherheit gefährden. Es empfiehlt sich der Bau von Schutzdächern.

Standsicherheitsnachweis

Die Standsicherheit ist in jedem Fall nachzuweisen. Kappendecken sind nach DIN 1053-1 nachzuweisen.

Konstruktion

Gewölbe sollen wegen der geringen Biegezugfestigkeit des Mauerwerks möglichst nur durch Normalkräfte beansprucht werden. Es sind deshalb Stützlinienformen zu empfehlen. Für geringe Spannweiten können übliche Kreisformen, die einfacher herzustellen sind, genügen.

Feuchteschutz

Der Witterung ausgesetzte gewölbte Bauteile erhalten eine schützende Dachkonstruktion oder eine Dachabdichtung. Fußpunkte sind zuverlässig zu schützen.

Ausführung

Die Steine sind vollfugig zu vermauern. Zur Ausführung werden ausreichend standfeste Arbeitsschalungen verwendet oder es wird freihändig mit entsprechenden Mauerlehren gemauert.

4.3 Nichttragende Wände und Ausfachungen

Nichttragende Wände und Ausfachungen werden überwiegend nur durch Eigenlast sowie in der Gebäudehülle durch Windkräfte beansprucht. Sie wirken nicht aussteifend. Nichttragende Wände müssen den Anforderungen nach DIN 4103 entsprechen. Schlitze und Aussparungen

sollen die Grenzabmessungen nach DIN 1053-1 nicht überschreiten.

4.3.1 Ausfachung von Fachwerkwänden

Begriff

Unter Ausfachen wird ein Ausfüllen mit Lehmbaustoffen verstanden. Die Ausfachungstechniken entsprechen der kleinteiligen Fachwerkkonstruktion.

Baustoffe

Als Baustoffe werden Strohlehm, Leichtlehm, Lehmsteine der entsprechenden Anwendungsklasse und Lehmmörtel verwendet.

Bauzeit

Lehm kann im feuchten Zustand auffrieren. Feucht eingebaute Lehmbaustoffe wie Stroh- oder Leichtlehm oder auch Lehmmörtel sind länger frostgefährdet als Wände aus hydraulisch gebundenen Baustoffen.

Wetterschutz bei der Bauausführung

Lehmgefache sind vor Schlagregen zu schützen.

Trocknung

Die Trockenzeiten sind bei der Bauzeitplanung zu berücksichtigen. Nass eingebaute Lehmbauteile müssen möglichst rasch trocknen können. Zu lange Durchfeuchtung kann das Verrotten organischer Zuschläge, die Schwächung angrenzender Holzbauteile und die Korrosion von

Stahlteilen bewirken. Oberflächen, die lange feucht bleiben, können schimmeln.

Geflecht mit Bewurf

Das **Geflecht** (oder Flechtwerk) wird aus Ruten gebildet, die in eine Stakung eingeflochten werden. Die Staken, gesägt oder gespalten und an den Enden angespitzt, werden in Nuten, Kerben oder Lochungen der Fachwerkbalken eingeklemmt. Die Lage der Stakung wird von der Bundseite eingemessen und beträgt etwa 5 cm. Zur Ausflechtung eignen sich stabile, gerade und beständige Ruten (z. B. Weide oder Haselnuss). Die Ruten sollen sich beim Auftrag nicht verschieben, ihr Abstand entspricht der gewählten Auftragstechnik.

Der **Bewurf** aus Strohlehm in breiiger Konsistenz muss sich zwischen die Ruten durchdrücken lassen. Innere und äußere Schichten sollen nacheinander aufgebracht werden, der Erstauftrag soll angetrocknet sein. Zu verputzende Gefache sollen eben sein und um Putzstärke hinter die Bundkante der Balken zurückspringen.

Zur **Haftung von Kalkputz** soll die Oberfläche, wenn kein besonderer Putzträger vorgesehen ist, in geeigneter Weise aufgeraut werden. Empfohlen werden Strohlehm-Mischungen mit möglichst hohem Strohanteil, der durch **Kammstrich** oder ähnliche Techniken aus der Oberfläche gekämmt wird. Bei sandigem Strohlehm mit geringerem Strohanteil muss die Oberfläche zur besseren Putzhaftung gelocht werden.

Bei der **Reparatur** von Gefachen soll der neue Strohlehm dem vorhandenen Material möglichst entsprechen. Wie-

derverwendeter Strohlehm kann ggf. abgemagert werden (s. 3.4.4).

Stakung mit Bewurf

Die Staken werden in engem Abstand eingesetzt und Stroh- oder Strohleichtlehm in die Zwischenräume eingearbeitet, gewickelt oder aufgetragen.

Wickelstaken (auch Weller)

Die Wand soll zunächst trocken ausgestakt werden. Die Gefache werden aus einzelnen, auf einem Tisch vorgefertigten Wickelstaken hergestellt. Der Stroh- oder Strohleichtlehm wird um die Staken gewickelt, die frischen Wickel in Balkennuten der Wand aufeinander geschoben.

Leichtlehm

Ausfachungen aus Leichtlehm im feuchten Einbau werden sinngemäß entsprechend Kapitel 4.3.4 ausgeführt.

Mauerwerksausfachung

Lehmsteine: Die Gefache werden mit Lehmsteinen bzw. Leichtlehmsteinen und Lehm-Mauermörtel ausgemauert. Eine ausreichende Verbindung zwischen Fachwerk und Ausmauerung auf mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten ist durch Dreiecksleisten, Balkennuten oder im Abstand von ca. 25 cm einzuschlagende nichtrostende Nägel zu gewährleisten. Trapez- oder Rechteckleisten sind nur zu empfehlen, wenn die Steine entsprechend genutet sind.

Zur Haftung von Kalkaußenputz sollen die Fugen, wenn kein besonderer Putzträger vorgesehen ist, bis zu einer Tiefe von max. 1 cm ausgekratzt werden.

Anderes Mauerwerk mit Lehmmörtel: Bei Ausmauerungen aus Ziegel, Bruchstein oder anderen künstlichen Steinen mit Lehmmörtel ist sinngemäß wie zuvor zu verfahren, das Auskratzen der Fugen entfällt.

4.3.2 Nichttragende Stampflehmwände

Konstruktion

Nichttragende Stampflehmwände werden wie tragende Stampflehmwände (s. 4.1.4) ausgeführt. Die Mindestwanddicke beträgt 20 cm, eine Schlankheit von 20 soll nicht überschritten werden.

4.3.3 Nichttragendes Mauerwerk

Baustoffe

Für nichttragendes Lehm-Mauerwerk werden Lehmsteine der entsprechenden Anwendungsklasse verwendet, die mit Lehm- oder Kalkmörtel vermauert werden.

Grünlinge sind als Untergrund für Außenputz und direkt aufgetragenen Kalkputz nicht geeignet.

Konstruktion

Lehm-Mauerwerk muss zuverlässig vor Kontakt mit Bodenfeuchte oder Spritzwasser geschützt werden.

Unter Mauerwerk aus Grünlingen, sowie unter mehr als geschosshohen Wänden, ist eine mindestens 5 cm über Oberkante Fertigfußboden reichende wasserfeste Schicht anzuordnen.

Das Mauerwerk muss ausreichend standfest und ausgesteift sein bzw. mit dem Tragwerk geeignet verbunden werden.

Gemauerte Innenschalen sollen in jedem Geschoss abgefangen werden. Ab einer Schlankheit von h/d ≥ 15 sind sie durch geeignete Maßnahmen gegen Knicken zu sichern, z. B. durch senkrechte Holzstiele oder Maueranker. Flächig mit Leichtlehm zu hinterfüllende Innenschalen müssen mindestens 11,5 cm dick ausgebildet werden.

Ausführung

Die Stoß- und Lagerfugen sind vollfugig in einer Stärke von ca. 1 cm zu mauern. Lehmsteine sind werkgerecht im Verband zu mauern.

Die Rohdichte des Lehmmauermörtels soll etwa der Stein-Rohdichte entsprechen.

Zusammenhängende Wände sollen gleichzeitig hochgeführt werden. Bei durchgehenden Innenschalen darf pro Tag nur ein Geschoss gemauert werden.

4.3.4 Leichtlehmwände im feuchten Einbau

Begriff

Wandausfachungen eines Tragskelettes werden mit erdfeuchtem bis plastischem Leichtlehm vor Ort in Schalung erstellt.

Baustoff

Als Baustoff wird Leichtlehm mit organischen oder mineralischen Zuschlägen verwendet. Die Rohdichte des Leicht-

lehms soll mindestens 600 kg/m³ betragen. Leichtere Mischungen müssen ausreichend fest sein oder hinter geeigneten verlorenen Schalungen eingebaut werden.

Bauzeit

Bei Trocknungsproblemen ist die maschinelle Bautrocknung zu empfehlen. Der trockene Einbau ist weitgehend unabhängig von der Frostperiode.

Konstruktion

Das tragende **Skelett** und ggf. ein Füllskelett sind ohne Berücksichtigung der Ausfachung so auszubilden, dass Windlasten abgetragen werden und z. B. Verkleidungen befestigt werden können. Zur Absturzsicherung sollen die Abstände kleiner als 1 m sein, oder es werden ausreichend stabile waagrechte Bewehrungsstäbe eingebaut. Die Verbindung zwischen Ausfachung und Tragkonstruktion muss gewährleistet sein. Das Füllskelett kann in Wandstärke zur Befestigung von Arbeitsschalungen oder verlorenen Schalungen dienen.

Die **Wanddicke** ist im feuchten Einbau mit organischen Zuschlägen und bei ungeschützter Holzkonstruktion grundsätzlich auf 30 cm zu begrenzen. Voraussetzung ist eine beidseitig unbehinderte Trocknung. Offene und luftdurchlässige Putzträger, die als verlorene Schalung eingesetzt werden können, wie z. B. Gewebe aus Schilfrohr o. Ä. gelten nicht als Trocknungsbehinderung.

Schichten oder Innenschalen, die nur nach einer Seite austrocknen können, dürfen höchstens 15 cm stark ausgeführt werden. Besteht die luftundurchlässige Seite aus diffusionsoffenen und kapillar gut leitfähigen Baustoffen (z. B.

Ziegel oder Lehmbaustoffe) können solche Schichten ausnahmsweise bis zu 20 cm dick ausgeführt werden. Nicht kapillar leitfähige Leichtbauplatten aus z. B. Schilfrohr oder Holzwolle gelten als dichte Schalungen.

Die Eignung abweichender Ausführungen und Wanddicken ist zu prüfen.

Leichtlehmwände müssen in jedem Geschoss statisch abgetragen werden. Ihre **Höhe** soll 4,0 m nicht überschreiten. Konstruktion und Ausfachung müssen zuverlässig vor Kontakt mit **Bodenfeuchte** oder Spritzwasser geschützt werden. Zur **Winddichtigkeit** sind durch die Außenwand stoßende Konstruktionsteile zu vermeiden.

Ausführung

Leichtlehm wird in Schalung oder verlorenen Schalungen verdichtet. Arbeitsschalungen sollen möglichst bald entfernt werden, um die Austrocknung nicht zu verzögern.

Die Ausfachung soll in möglichst gleichmäßiger Dichte ohne Hohlräume ausgeführt werden. Zu verputzende Flächen sollen ausreichend fest und maßgerecht sein.

Trocknung

Die Trockenzeiten sind bei der Bauzeitplanung zu berücksichtigen. Feucht eingebaute Lehmbauteile müssen möglichst rasch trocknen können. Zu lange Durchfeuchtung kann das Verrotten organischer Zuschläge, die Schwächung angrenzender Holzbauteile und die Korrosion von Stahlteilen bewirken. Oberflächen, die lange feucht bleiben, können schimmeln. Durch gute Durchlüftung ist dafür zu sorgen, dass trocknende Außenluft an allen Leichtlehm-

Bauteilen entlangstreichen kann. Reicht dies nicht aus, ist maschinelle Bautrocknung erforderlich. Die Wände sollen vor starkem Schlagregen geschützt werden.

Vor dem Auftrag eines Putzes muss der Leichtlehm ausgetrocknet sein. Winddichtender Lehmverstrich kann unmittelbar nach dem Ausschalen aufgebracht werden.

Befestigungen

Zur Befestigung schwerer Gegenstände können geeignete Hilfskonstruktionen in der Wand vorgesehen werden.

Prüfung

Die zur Weiterbearbeitung notwendige **Trockenheit** wird durch Augenschein ermittelt.

Ein genaueres Ergebnis ist durch Trocknen und Wiegen einer durch Kernbohrung oder sonstigen Öffnung aus der Wandmitte entnommenen Probe zu erzielen. Diese Prüfung braucht nur im begründeten Einzelfall durchgeführt zu werden. Leichtlehmbauteile gelten mit einer Feuchte von ca. u_V = 10 % als ausreichend trocken.

Bewährt hat sich auch die Ermittlung der Feuchte angrenzender Holzteile.

4.3.5 Wände aus Lehmplatten

Begriff

Nichttragende Wände oder Ausfachungen werden mit Lehm- oder Leichtlehmplatten hergestellt.

Konstruktion

Wandscheiben und Ausfachungen müssen ausreichend standfest und ausgesteift sein bzw. mit dem Tragwerk auf geeignete Weise verbunden werden, insbesondere wenn sie der Absturzsicherung, der Befestigung einer Fassade dienen oder Windlasten ableiten.

Die Anforderungen an den konstruktiven Feuchteschutz entsprechend Kapitel 4.3.3 Nichttragendes Mauerwerk sind sinngemäß einzuhalten.

Ausführung

Lehmplatten werden mit Mörtel vermauert oder trocken mit Befestigungsmitteln versetzt.

4.3.6 Gestapelte Lehmwände

Begriff

Lehmstapelwände sind trocken ohne Mörtel aufgesetzte, nichttragende Vorsatzschalen oder Ausfachungen.

Baustoffe

Geeignete Lehmbaustoffe sind Lehmsteine, Leichtlehmsteine, Lehmplatten oder Grünlinge.

Ausführung

Steine sollen liegend im Verband versetzt werden und sind aufgehend alle 50 cm mit einer waagrecht befestigten Klemmleiste oder einem Brett zu sichern. Die Klemmleisten sind ausreichend zu befestigen. Sollen die Leisten zur Befestigung nachfolgender Verkleidungen aus Trockenbauplatten genutzt werden, so kann der vertikale Leisten-

abstand bei Bedarf enger gewählt werden. Oberhalb von Fenster- und Türstürzen aufgehende Stapelwände sind durch ausreichend dimensionierte Kantholz- oder Lattenkonstruktionen abzufangen.

Sollen die Wände nass verputzt werden, können die Stoßfugen zwischen den Steinen ca. 5 mm offen gelassen werden. Putzträger oder Armierungsgewebe ist vorzusehen.

Bekleidungen

Die Wände können mit Trockenbauplatten bekleidet oder verputzt werden. Für den Verputz sollen die Stoßfugen ca. 5 mm offen gelassen werden, Putzträger oder Armierungsgewebe ist vorzusehen.

4.3.7 Gespritzte Wände

Begriff

Wandausfachungen oder Vorsatzschalen werden im Spritzverfahren hergestellt. Im Unterschied zu gespritzten Putzaufträgen beginnt die Auftragstärke bei 3 cm.

Baustoffe

Als Baustoffe werden Lehm- oder Leichtlehmspritzmörtel, oder auch pumpbare Stroh- oder Faserlehme verwendet.

Konstruktion

Aufträge im Lehmspritzverfahren benötigen als Untergrund eine spalierartige Lattung, in die der (faserhaltige) Auftrag eingreift oder einen flächigen tragfesten Untergrund, auf dem der Auftrag haftet. Dieser kann aus Mauerwerk oder

z. B. Leichtbauplatten gebildet werden. Zum fluchtrechten Abziehen des Auftrags empfiehlt sich eine bündige Ständer- oder Lattenkonstruktion, die überputzt wird.

Ausführung

Die Wandschale wird mit Putzmaschinen aufgetragen. Bei flächigen Untergründen kann bis max. 5 cm in einem Arbeitsgang aufgetragen werden, weitere Aufträge nach entsprechenden Trockenzeiten.

Trocknung

Die Trockenzeiten sind bei der Bauzeitplanung zu berücksichtigen. Nass eingebaute Lehmbauteile müssen möglichst rasch trocknen können. Zu lange Durchfeuchtung kann das Verrotten organischer Zuschläge, die Schwächung angrenzender Holzbauteile und die Korrosion von Stahlteilen bewirken. Reicht eine natürliche Durchlüftung für eine ausreichend schnelle Trocknung nicht aus, ist maschinelle Bautrocknung erforderlich. Zu langsam trocknende Lehmbauteile können schimmeln.

Weiterbehandlung

Die Oberflächen können nach vollständiger Trocknung angenässt, geglättet und gestrichen werden, oder sie erhalten einen Putz bzw. eine Verkleidung.

Prüfung

Die Trockenheit kann durch Bohrung geprüft werden.

4.3.8 Angemörtelte Dämmplatten

Begriff

Wärmedämmplatten werden zur Innendämmung vollflächig an Bestandswände oder -decken gemörtelt.

Baustoffe

Für das Mörtelbett werden ausreichend klebkräftige Lehmmörtel verwendet. Als Wärmedämmplatten sind beispielsweise Kalziumsilikat-, Holzwolleleichtbau-, Holzweichfaser- oder Schilfplatten geeignet.

Konstruktion

Die Klebelage muss die gesamte Fläche in einer Dicke von mind. 0,5 cm überdecken. Klebelagen von mehr als 3,0 cm sind aus Trocknungsgründen nicht zulässig.

Bei der Dimensionierung der Innendämmung ist der Feuchteschutz zu beachten. Dies gilt besonders bei bewitterten Fachwerkwänden.

Ausführung

Die Klebelage ist planeben auszuführen. Der Mörtel wird auf die zu dämmenden Flächen oder auf die Plattenrückseiten aufgetragen. Unmittelbar im Anschluss werden die Wärmedämmplatten in den zähplastischen Lehmmörtel fest eingedrückt. Ein weitgehend vollflächiger Kontakt zwischen Platte und Lehmmörtel muss gewährleistet sein. Dazu dient eine zusätzliche Befestigung mit Schrauben oder Dübeln.

Weiterbehandlung

Die Wärmedämmplatten werden in der Regel verputzt oder verkleidet. Dabei ist die Austrocknungsmöglichkeit des Ansetzmörtels zu berücksichtigen.

4.4 Balkendecken

Begriff

Lehmbaustoffe werden als Ausfachung zwischen den Feldern von Balkendecken eingebaut oder als Deckenauflagen eingesetzt. Konstruktion, Schichtstärken, verwendete Baustoffe werden nach den beabsichtigten Anforderungen des Wärme-, Schall- und Brandschutzes gewählt.

4.4.1 Stakendecken

Begriff

Bei **Stakendecken** sind Staken oder Latten Träger der Lehmausfachung.

Baustoffe

Als Lehmbaustoffe werden vor allem Stroh- (oder Faserlehm) sowie Strohleichtlehm in weicher Konsistenz eingesetzt. Zur Aufbereitung wird weiches langfaseriges Stroh bevorzugt (Roggen, Hafer, Gerste).

Die Staken aus Nadel- oder Laubholz können gesägt oder gespalten sein. Auch Rund- oder Halbholz ist bei ausreichenden Querschnitten verwendbar.

Konstruktion

Die Staken (oder Latten) werden von seitlichen Balkennuten aufgenommen, liegen auf seitlichen Traglatten auf, oder eine Lattung ist oberseitig durchlaufend auf den Balken befestigt. Übliche Lattenquerschnitte reichen in Abständen von etwa 8 Stück/m zur Lastabtragung aus.

Ausführung

Vor Beginn der Lehmarbeiten werden die Staken auf die erforderliche Länge mit einem geringen Übermaß zugeschnitten und zwischen die Deckenbalken eingepasst, ohne diese zu verschieben. Bei Wickel- und Leichtlehmdecken werden die Staken herausgenommen und mit dem Lehm an der gleichen Stelle wieder eingebaut.

Wickeldecken werden aus einzelnen vorgefertigten Wickelstaken hergestellt. Stroh- oder Strohleichtlehm wird auf einem Tisch um die Staken gewickelt, die noch feucht in der Decke aufeinandergeschoben und später ober- und unterseitig mit Strohlehm eben abgeglichen werden. Nach Einbauhöhe wird zwischen ganzer und halber Wickeldecke unterschieden.

Gestopfte **Leichtlehmdecken** werden aus Leichtlehm auf Arbeitsschalung zusammen mit den Staken eingestopft. Die ausgeschalte Untersicht ist ebener Putzgrund.

Bei **Spalierdecken** wird ein Spalier aus Latten oder Halbhölzern zwischen, über oder unter den Balken befestigt und mit sehr weichem, langfaserigen Stroh- oder Faserlehm von oben durchdrückt. Die herabhängenden Zungen werden von unten verstrichen.

Bei der **Spalierdecke mit Putzträger** wird der Lattenrost von unten mit Putzträger versehen, mit Stroh- oder Leichtlehm aufgefüllt.

Bei der **Spalierputzdecke** wird ein in dichterem Abstand befestigtes Spalier aus dünnen Spalierlatten mit Strohlehm, Faserlehm oder Lehmmörtel von einer Seite durchdrückt und verstrichen.

Nach Trocknung sind Staken- und Spalierdecken beliebig verputzbar.

Trocknung

Die Trockenzeiten sind bei der Bauzeitplanung zu berücksichtigen. Feucht eingebaute Lehmbauteile müssen möglichst rasch trocknen können. Zu lange Durchfeuchtung kann das Verrotten organischer Zuschläge, die Schwächung angrenzender Holzbauteile und die Korrosion von Stahlteilen bewirken. Stakendecken dürfen während der Trocknungszeit nicht betreten werden.

4.4.2 Einschubdecken

Begriff

Als **Einschub** wird eine zwischen den Balken angeordnete, „eingeschobene“, mit einer Massefüllung belegte Schalung bezeichnet.

Baustoffe

Als Lehmbaustoffe werden vorwiegend Lehm-, Leichtlehm- oder Baulehmschüttungen verwendet, letztere auch in trockener Konsistenz. Ebenfalls können alle Arten von Lehm-

steinen und Grünlingen oder unbewehrte Lehmplatten verlegt werden.

Konstruktion

Die Schalung liegt auf seitlichen Traglatten auf. Sie kann aus Brettern, Schwarten, Leichtbauplatten oder Lehm-Trockenbauplatten bestehen. Abhängig vom verwendeten Lehmbaustoff und der Fugenausbildung ist Rieselschutz vorzusehen.

Ausführung

Feuchter Lehmbaustoff wird leicht verdichtet und oberseitig geglättet. Offene Fugen trocken verlegter Steine und Platten können mit Lehm oder Sand ausgekehrt oder zur Erhöhung des Schallschutzes luftdicht vermörtelt werden.

Trocknung

Die Trockenzeiten sind bei der Bauzeitplanung zu berücksichtigen. Feucht eingebaute Lehmbauteile müssen möglichst rasch trocknen können. Zu lange Durchfeuchtung kann das Verrotten organischer Zuschläge, die Schwächung angrenzender Holzbauteile und die Korrosion von Stahlteilen bewirken. Reicht eine natürliche Durchlüftung für eine ausreichend schnelle Trocknung nicht aus, ist maschinelle Bautrocknung erforderlich. Zu langsam trocknende Bauteile können schimmeln.

4.4.3 Deckenauflagen

Begriff

Lehmbaustoffe liegen flächig auf, im allgemeinen auf durchgehenden Beplankungen von Balkenlagen.

Baustoffe

Im Sinne eines zügigen Bauablaufs und schneller Begehbarkeit sind für Auflagen vor allem vorgeformte Trockenbaustoffe wie Lehmsteine, Grünlinge und unbewehrte Lehmplatten geeignet. Grundsätzlich sind aber auch feucht eingebaute Lehmbaustoffe möglich. Deren Weichheit bzw. geringere Belastbarkeit durch Fußbodenbeläge ist zu beachten.

Konstruktion

Die Beplankung wird nach statischer Belastung bemessen.

Abhängig vom verwendeten Lehmbaustoff und der Fugenausbildung ist Rieselschutz vorzusehen.

4.4.4 Decken mit Lehmplatten

Begriff

Balkendecken, die mit Lehmplatten ausgefacht werden.

Baustoffe

Als Baustoffe werden Lehmplatten verwendet. Bewehrte und unbewehrte Lehmplatten werden nur selbsttragend eingesetzt.

Konstruktion

Bewehrungsstäbe von Lehmplatten sollen auf Balkenoberkante oder Traglatten aufliegen. Die Platten erhalten zu diesem Zweck einen seitlichen Falz.

Ausführung

Die Platten können trocken verlegt werden. Bei geringer Maßhaltigkeit empfiehlt sich Verklebung mit Lehmmörtel, der auch für Fehlstellen einsetzbar ist.

Weiterbehandlung

Platten können unterseitig verputzt werden.

4.4.5 Ausfachungen von Dachschrägen

Ausfachungen von Dachschrägen können unter Berücksichtigung der geometrischen Besonderheiten und des Bauablaufs mit evtl. provisorischem Witterungsschutz wie Deckenkonstruktionen ausgeführt werden.

4.5 Putz

4.5.1 Allgemeines

Anwendungsbereich

In diesen Regeln werden Putzanwendungen behandelt, bei denen entweder der Putzmörtel oder der Untergrund aus Lehmbaustoffen bestehen:

– Lehmputze auf Lehm- und anderen Untergründen
– Andere Putze auf Lehmuntergründen

Soweit hier nicht anders geregelt, gelten diesbezügliche Normen, insbesondere DIN EN 998-1 und DIN V 18550.

Dünnlagige Beschichtungen < 3 mm, Lehmanstriche und stabilisierte Lehmputze sind keine Putze im Sinne dieser Regeln.

Begriffe

Putz ist aus Putzmörtel hergestellter Belag auf Wänden, Decken und Dachschrägen, der seine endgültigen Eigenschaften erst durch Verfestigung am Baukörper erreicht.

Putzgrund ist das zu putzende Bauteil. Als **Unterputz** werden die unteren Lagen eines Putzes bezeichnet, als **Oberputz** die oberste Lage. Eine **Putzlage** ist in einem oder mehreren Arbeitsgängen aus demselben Mörtel (frisch auf frisch) ausgeführt. Die **Putzweise** kennzeichnet die Art der Ausführung, insbesondere der Oberflächenbearbeitung, z. B. gerieben, geglättet usw. (Begriffsbestimmungen vgl. DIN EN 998-1 und DIN V 18550).

Hinweise für die Planung

Putze dienen der Bekleidung und Oberflächengestaltung und erfüllen bauphysikalische Aufgaben. Bei der Planung sind die an den Putz und das Putzsystem zu stellenden Anforderungen festzulegen, insbesondere die gewünschte Festigkeit und die Putzweise, unter Berücksichtigung der Beschaffenheit des Putzgrundes.

Anforderungen

Allgemein müssen Putze gleichmäßig am Untergrund, die einzelnen Lagen gut aneinander haften. Innerhalb der einzelnen Lagen soll der Mörtel ein gleichmäßiges Gefüge

besitzen. Die Festigkeit des Putzes ist dem jeweiligen Putzgrund und der Putzanwendung anzupassen. Abriebfestigkeit und Oberflächenbeschaffenheit sind nach der Putzanwendung auszuwählen.

Die Oberfläche des Putzes soll frei von Rissen sein. Haarrisse sind nicht zu bemängeln, wenn sie den technischen und optischen Wert des Putzes nicht beeinträchtigen.

Innenputz aus Putzmörtel mit mineralischen Bindemitteln soll bei üblichen Anforderungen als Träger von Anstrichen und Tapeten der Kategorie CSII (Druckfestigkeit 1,5–5,0 N/mm²) nach DIN EN 998-1 entsprechen. Lehmputze sollen dementsprechend eine Druckfestigkeit von $\geq$ 1,5 N/mm² aufweisen.

Außenputz muss witterungsbeständig sein, d. h. das Putzsystem muss den Einwirkungen von Feuchte und wechselnden Temperaturen widerstehen, insbesondere auf den der Hauptwindrichtung zugewandten Seiten (Wetterseiten).

Ausführung

Zum **Zeitpunkt** der Ausführung sollen die Bauteile ausreichend trocken sein. Das Schwinden und Setzen von Lehmuntergründen muss abgeschlossen sein.

Der **Putzgrund** ist sorgfältig zu prüfen und bei Bedarf vorzubereiten, um eine gute Haftung des Putzes am Untergrund zu erreichen.

Der Putzgrund soll so maßgerecht sein, dass der Putz in gleichmäßiger Dicke aufgetragen werden kann. Der Putzgrund muss ebenflächig, tragfähig, staubfrei und frei von

Verunreinigungen sein. Bestandsuntergründe dürfen nicht durch bauschädliche Salze belastet sein. Das Bauteil muss bis zur ausreichenden Erhärtung des Putzes frostfrei sein (nicht unter + 5°C).

Zur **Vorbereitung des Putzgrundes** gehören alle Maßnahmen, die eine gute und dauerhafte Putzhaftung fördern. Zu schneller oder unterschiedlicher Wasserentzug des Putzgrundes ist je nach Putzsystem zu verhindern. Lose Bestandteile sind zu entfernen oder zu stabilisieren. Staub auf der Oberfläche ist abzubürsten oder durch Anfeuchten zu binden. Falls ein Ausgleich erforderlich ist, muss dessen Festigkeit dem Putzaufbau angepasst werden. Festigkeit, Griffigkeit und Haftung des Putzgrundes kann durch Spritzbewürfe aus Lehm- oder anderen Mörteln, geeignete Verfestigungsmittel, Haftbrücken und Grundierungen verbessert werden. Flächen mit durchschlagenden Stoffen sind fachgerecht zu sperren.

Putzträger ermöglichen eine weitgehend vom Untergrund unabhängige Haftung des Putzes. Sie werden bei glatten Untergründen (z. B. Holz) oder unsicheren Untergründen (z. B. Holz, Mischuntergründe) eingesetzt.

4.5.2 Lehmputz

Eignung

Lehmputze sind vor allem als Innenputze geeignet. Da sie wie andere Lehmbaustoffe wasserempfindlich sind, eignen sie sich außen nur für witterungsgeschützte Bauteile. Bei ausreichender Erfahrung lassen sich aber auch bei regenbeanspruchten Bauteilen gute Ergebnisse erzielen – mit

geeigneten Mörtelzusätzen wie z. B. Molke, Dung oder Feinfasern sowie besonderen Oberflächenbehandlungen.

Lehmputze sind für den Verputz von Lehmbauteilen sowie anderen bauüblichen Putzgründen geeignet. Zur Beurteilung der Eignung des Putzsystems und der Art der Vorbereitung des Putzgrundes ist eine Bauteilprobe zu empfehlen.

Lehmputze können sehr unterschiedliche Festigkeitseigenschaften aufweisen - je nach Zusammensetzung der verwendeten Putzmörtel sowie deren Verarbeitung und Oberflächenbehandlung. Im Allgemeinen sind sie für mechanisch gering beanspruchte Flächen geeignet. Ist mit höherer Beanspruchung zu rechnen (z. B. Treppenhäuser und Flure), ist die Eignung des vorgesehenen Putzsystems im Einzelfall zu prüfen. Beschädigungen heller Anstriche auf dunklen Lehmputzen stellen immer eine optische Beeinträchtigung dar. Bauteilproben oder Bemusterungen sind zu empfehlen.

Lehmputze sind für Räume normaler Luftfeuchte geeignet, auch in häuslichen Küchen und Bädern, sofern deren Luftfeuchte nicht dauerhaft erhöht ist. Sind öfter wechselnde Tapezierungen zu erwarten, empfiehlt sich der Einsatz anderer Putze. Ebenso ist Lehmputz als Untergrund für Fliesen nur bedingt geeignet.

Anforderungen

Lehminnenputze sollen den Anforderungen nach 4.5.1 genügen. Auch weich eingestellte Putze sollen der Putzanwendung und dem Putzgrund angepasst sein. Eine aus-

reichende Festigkeit für die Weiterbehandlung (Anstrich) muss gegeben sein.

Das Schwindmaß nach 3.9.6 soll höchstens 2 % betragen. Bei Faserbeimengung, dünnem Auftrag sowie sorgfältiger Nachbehandlung und bei kleinen Flächen kann ein Schwindmaß von mehr als 2 % problemlos sein. Bei Unterputzen können Schwindrisse in geringem Umfang toleriert werden, sofern eine ausreichende mechanische Haftung zum Untergrund gesichert ist und sie beim Auftrag von dünnen Oberputzen nicht durchscheinen. Oberputze sollen möglichst rissfrei ausgeführt werden.

Besondere Anforderungen an die **Oberflächengestaltung** wie z. B. Gleichmäßigkeit in Farbe und Struktur oder Ebenheit sind im Einzelfall zu bestimmen. Dazu sind ausreichend große Oberflächenproben oder Muster unter definierten Lichtverhältnissen geeignet.

Putzmörtel

Für Lehminnenputz wird Lehmmörtel nach 3.9 verwendet. Putze können auch mit Aufträgen aus Stroh- oder Faserlehm nach 3.4 hergestellt werden.

Putzsysteme

Die Auswahl des Putzsystems richtet sich nach dem Putzgrund und den Anforderungen an den Putz, die Putzweise nach der erwünschten Oberfläche.

Einlagige Lehmputze können auf allen planebenen, maßgerechten und gleichmäßig saugenden Untergründen eingesetzt werden. Die übliche Putzdicke ist ca. 10–15 mm, auf planebenen Flächen auch 3–5 mm (Dünnlagen-

putze). Bei zu dünnen Putzen ohne Anstrich können jedoch (Mauerwerks-) Fugen des Untergrundes durchscheinen.

Mehrlagige Lehmputze werden auf allen anderen Untergründen eingesetzt. Sie sind außerdem notwendig, wenn eine gewünschte Putzoberfläche nicht ohne eine vorbereitende Unterputzlage bearbeitet werden kann. Auch zur Erzielung bestimmter Putzdicken, oder wenn ein Armierungsgewebe eingebaut werden soll, empfiehlt sich ein mehrlagiger Aufbau. Unterputz soll vor Auftrag des Oberputzes ausreichend trocken sein, um die Bildung späterer Schwindrisse auszuschließen. Mehrlagige Putze sind 5–20 mm dick.

Auf Wandflächen-Heizsystemen werden Lehmputze im Allgemeinen mehrlagig aufgebracht. Bezüglich der Putzaufbauten, Putzdicken, Armierungen und Aufheizmodalitäten sind die Angaben der Heizungs- oder Putzhersteller zu beachten.

Die Eignung anderer Putzsysteme kann durch Bewährung oder Bauteilproben nachgewiesen werden.

Auftrag und Oberflächenbehandlung

Der Putz wird von Hand oder mit einer Maschine aufgetragen, er kann angeworfen oder aufgezogen werden. Bei vor Ort aus Baulehm hergestellten Putzen soll eine Arbeitsprobe angelegt werden, bei Fertigprodukten müssen die Herstellerangaben beachtet werden. Gewebe zur Putzbewehrung werden nach den Regeln der Technik eingeputzt. Wegen der Weichheit von Lehmputz empfiehlt es sich,

Kanten zu runden oder mit Eckschutzprofilen zu versehen. Lehmputze können gerieben, gefilzt oder geglättet werden.

Trocknung

Die Trockenzeiten sind bei der Bauzeitplanung zu berücksichtigen. Lehmputze müssen möglichst rasch trocknen können. Reicht eine natürliche Durchlüftung für eine ausreichend schnelle Trocknung nicht aus, ist maschinelle Bautrocknung erforderlich. Zu langsam trocknende Lehmputze können schimmeln. Dies kann vermieden werden, wenn die ordnungsgemäße Trocknung in kurzen Zeitabständen verantwortungsvoll überwacht wird, z. B. in Form eines Trocknungsprotokolls.

Weiterbehandlung

Lehmputze können in ihrer Farbigkeit belassen, sowie durch Anstrich oder Beschichtung weiterbehandelt werden. Für die Weiterbehandlung müssen sie ausreichend trocken sein. Die Trockenheit kann nach Augenschein ermittelt werden. Ausnahmen sind Lehmputze als Untergründe für freskale Techniken. Absandende Oberflächen sollen vor der Weiterbehandlung abgebürstet werden.

Farbig belassene Lehmputze können bei Bedarf verfestigt werden. In diesen Fällen sind Arbeitsproben zu empfehlen.

Anstriche werden auf Lehmuntergründen entsprechend der Erfahrung, technischen Regeln und Herstellerangaben ausgeführt. Dünne, offenporige Anstriche wie z. B. Lehm- oder Kalkanstriche sind zu empfehlen. Feste, dicke und schichtbildende Anstriche neigen zum Ablösen. Bei der Verwendung von Kalkschlämme muss der Lehmputz-

untergrund sorgfältig angenässt werden. Gegebenenfalls müssen die Lehmputzoberflächen zunächst grundiert oder durch das Einreiben einer Schlämme aus feinem Sand und Kalk verfestigt werden.

Dünne Kalkputze der Mörtelgruppe PI nach DIN V 18550 werden in einer Dicke von 3–5 mm auf ausreichend rauen und sorgfältig vorgenässtem Untergrund aufgezogen.

Für **Tapezierungen** können ausreichend glatte Lehmputze ggf. mit einem geeigneten Grundierungsmittel vorbehandelt werden. Zum späteren Ablösen der Tapeten kann Makulatur geklebt werden. Abzulösende Tapeten sind sorgfältig zu nässen.

Reparatur und Renovierung

Bei **Fehlstellen und Verletzungen** wird der Lehmputz angenässt, der Beiputz oder die Spachtelung erfolgt dann mit Lehmmörtel oder einer geeigneten Spachtelmasse.

Zur **Überarbeitung** können Lehmputzflächen angenässt und neu bearbeitet werden.

4.5.3 Andere Putze auf Lehmuntergründen

Putzmörtel

Der Putzmörtel soll dem Lehmuntergrund entsprechend möglichst weich, elastisch und diffusionsfähig sein. Für **Innenputze** sind übliche Kalk-, Kalkgips- oder Gipsmörtel verwendbar.

Für Außenputze können Kalkmörtel der Mörtelgruppe P I oder P II verwendet werden. Auf geschützten Seiten genügt Mörtelgruppe P I (vgl. DIN V 18550, DIN EN 998-1).

Putzsysteme

Innenputze werden in üblicher Dicke aufgetragen, bei **Außenputz** soll die Putzdicke bei regenbeanspruchten Flächen mindestens 20 mm betragen, dabei ist stets mehrlagig zu verputzen. Die allgemeine Putzregel, nach der die Mörtelfestigkeiten zum Untergrund hin zunehmen sollen, kann im Lehmbau häufig nicht umgesetzt werden, da die schützenden Oberputze meist härter sind als die Lehmuntergründe. Untergründe sind deshalb entsprechend vorzubereiten oder mit Putzträger zu versehen. Harte Deckschichten auf weichen Untergründen können beim Klopfversuch auch bei ausreichender Putzhaftung hohl klingen.

Ausführung

Die Putzmörtel werden entsprechend ihren technischen Regeln, Normen und Herstellerangaben verarbeitet. Ein **Annässen** der stark saugenden Lehmuntergründe verhindert das Aufbrennen von Mörteln und begünstigt ihre Aushärtung. Die Vorbereitung durch **Spritzbewurf** verbessert die mechanische Haftung auf den Lehmuntergründen. Als **Putzbewehrung** werden die für den entsprechenden Putzmörtel geeigneten Gewebe verwendet. Putzflächen können von angrenzenden Bauteilen durch einen feinen **Messer- oder Kellenschnitt** getrennt werden.

Kalkaußenputze sollen nur bei geeigneter Witterung ausgeführt werden. Nach dem Auftrag bedürfen sie ggf. der Nachpflege. Zum Schutz vor Frost sind sie rechtzeitig mit einem geeigneten Anstrich zu versehen.

4.5.4 Besonderheiten bei Außenputz von Sichtfachwerk

Beanspruchung

Außenputz von Sichtfachwerk ist an Wetterseiten besonderen Belastungen ausgesetzt. Durch die Randfugen eindringendes Wasser kann die Putzdeckschicht vom weichen Untergrund ablösen. Zusätzliche Fugenabdichtung wiederum verhindert die Austrocknung stellenweise eingedrungener Feuchte. Seitlicher Druck der Balken auf das Gefach kann zu Scherspannungen und Abplatzungen zwischen Putz und Untergrund führen. Die Belastung des Putzes ist umso größer, je mehr

a) das Fachwerk vom Schlagregen beansprucht wird und das Quellen und Schwinden der Balken zu großen Fugen führt
b) thermische Bewegungen durch starke Sonneneinstrahlung und dunkle Farbgebung der Balken auftreten
c) die einzelnen Fachwerkbalken noch zur Verformung neigen (neu eingebaute Hölzer, auch Altholz)
d) der gesamte Baukörper Verformungen unterliegt
e) zusätzliche Belastungen wie z. B. Erschütterungen aus dem Straßenverkehr auftreten.

Eine sorgfältige Beurteilung der Belastung nach den jeweiligen örtlichen und klimatischen Gegebenheiten ist Voraussetzung für die Wahl des geeigneten Putzsystems. Ein Ergebnis der Beurteilung kann auch sein, dass auf Sichtfachwerk verzichtet werden muss. Oder eine dauerhafte Wartung der hoch beanspruchten Flächen ist einzukalkulieren.

Der **Zeitpunkt** des Verputzes ist so spät zu wählen, dass Bewegungen der Konstruktion, Schwinden oder Setzung der Lehmuntergründe und durch die Einbaufeuchte bedingte Verformungen der Holzbauteile weitgehend abgeschlossen sind. Für Gefachputz von Sichtfachwerk soll mindestens eine Heizperiode abgewartet werden.

Putzsysteme für Gefachputz

Kalkputz auf Lehmuntergrund: Der Putz haftet mechanisch auf einem aufgerauten oder gelochten Lehmuntergrund. Die Haftung zwischen Kalkputz und Lehm kann mit einer Schlämme aus Kalkmörtel verbessert werden, die in den zuvor angenässten Lehmuntergrund kräftig mit dem Filzbrett eingearbeitet wird. Der Putz wird zweilagig in einer Gesamtdicke von ca. 15 mm aufgebracht. Das zusätzliche Einarbeiten einer Putzbewehrung kann die Haltbarkeit erhöhen.

Kalkputz auf Putzträger: Wenn trotz hoher Belastungen Sichtfachwerk ausgeführt wird, können der Mörtelkörnung entsprechend geeignete Putzträger eingesetzt werden. Zur besseren Verbindung von Putz und Putzgrund kann eine Kalkmörtelschlämme eingearbeitet werden (s. o.). Putzträger und Befestigungsmittel müssen witterungsbeständig sein. Die Befestigung erfolgt im Gefach, nicht an den Balken. Das zusätzliche Einarbeiten einer Putzbewehrung kann die Haltbarkeit erhöhen.

Kalkfeinputz auf Lehmunterputz: Bei geringer Beanspruchung, oder wenn ein solches Putzsystem am Ort seine Dauerhaftigkeit unter Beweis gestellt hat, kann mit Lehmunterputz und einer ca. 5 mm starken Kalkputz-Deckschicht gearbeitet werden. Für Unter- und Feinputz sind

faserarmierte Mörtel zu empfehlen. Der Lehmuntergrund ist geeignet aufzurauen. Zur Vorbereitung kann eine Kalkmörtelschlämme eingearbeitet werden (s. o.).

4.6 Stampflehmfußböden

Für die Herstellung von Stampflehmfußböden wird Stampflehm lagenweise eingebaut und durch Rütteln, Stampfen oder Schlagen verdichtet.

Aufbau und Oberflächenbeschaffenheit von Stampflehmfußböden sind auf den Unterbau und die geplante Nutzung abzustimmen. Die einzelnen Lagen können eingebaut werden, wenn die Schwindrissbildung in der darunterliegenden Schicht abgeschlossen ist. Eine vollständige Austrocknung ist nicht erforderlich.

Zur Reduzierung von Rissbildungen kann Stampflehm mit einem geringen Schwindmaß verwendet werden, es können flächig Armierungsgewebe eingearbeitet und Randdämmsteifen vorgesehen werden. Risse in der Nutzschicht können durch Nachverdichtung geschlossen werden. Für eine höherwertige Nutzung soll die Oberfläche von Stampflehmfußböden weitgehend geschlossen sowie weitgehend rissfrei sein. Die Abriebfestigkeit kann u. a. durch Öle und Wachse erhöht werden. Diese Stoffe sind erst aufzutragen, wenn der gesamte Aufbau weitgehend ausgetrocknet ist. Durch einen Wachsauftrag lässt sich eine wischfeste Oberfläche erzielen.

4.7 Bekleidungen im Trockenbau

Begriff

Bekleidungen im Trockenbau bestehen aus Lehmplatten, die auf Unterkonstruktionen genagelt oder geschraubt werden. Sie werden auch als Trockenputz auf flächigen Untergründen angesetzt.

Baustoff

Verwendbar sind Lehm- oder Leichtlehmplatten.

Konstruktion

Die Konstruktion von Innenwand-, Decken- und Dachbekleidungen sowie schalldämmenden Vorsatzschalen ist wie im Trockenbau üblich und nach Herstellerangaben auszubilden.

Der Achsabstand von Unterkonstruktionen beträgt in der Regel 30–50 cm. Die Befestigungen der Platten sind den Herstellerangaben entsprechend auszuführen. Zum Ansetzen von Bekleidungen muss der Untergrund ausreichend eben, fest, trocken und staubfrei sein. Zum Ansetzen der Lehmplatten ist feinkörniger, klebkräftiger Lehmmörtel oder Kleber geeignet. Saugfähige Untergründe sind vorzunässen. Die Angaben der Hersteller sind zu beachten.

4.8 Sonstige Bauteile

4.8.1 Kellermauerwerk und Sockel

Begriff

Kellermauerwerk ist unter dem Geländeniveau liegendes Mauerwerk mit oder ohne Kontakt mit dem Erdreich, ausgenommen Innenwände innerhalb von Kellern.

Der Sockel ist der dem Spritzwasser ausgesetzte Bereich eines Bauwerks.

Ausschluss

Lehmbaustoffe dürfen für Fundamente, Keller- und Sockelmauerwerk nicht verwendet werden. Die evtl. nicht erdberührten Teile eines Kellergeschosses dürfen nicht aus tragenden Lehmbaustoffen hergestellt werden.

– Leerseite –

5 BAUSTOFF- UND BAUTEILWERTE

5.1 Rohdichte

T 5-1 **Trockenrohdichte von Lehmbaustoffen**		
Baustoff	Rohdichte (kg/m^3)	
	von	bis
Stampflehm	1700	2400
Wellerlehm	1400	1700
Faserlehm/Strohlehm	1200	1700
Leichtlehm	300	1200
Lehmschüttungen	300	2200
Lehmsteine	600	2200
Lehmplatten	300	1800
Lehmmörtel	600	1800

5.2 Festigkeit

5.2.1 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit des Baustoffs wird durch baustoffspezifische Druckfestigkeitsprüfungen ermittelt (s. Kapitel 3 Lehmbaustoffe). Erfahrungsgemäße Mittelwerte enthält die folgende Tabelle.

T 5-2
Druckfestigkeit von Lehmbaustoffen
Erfahrungswerte

Baustoff	Rohdichte (kg/m^3)	Druckfestigkeit (N/mm^2)
Stampflehm mit mineralischem Zuschlag	2000–2200	3–5
Stampflehm mit Faserzuschlag	1700–2000	2–3
Wellerlehm	1400–1700	1
Lehmsteine	1600–2200	2–4

5.3 Wärme

5.3.1 Wärmedämmung

Rechenwerte der Wärmeleitzahl enthält Tabelle 5-3. Günstigere Werte müssen nach DIN 52611 bzw. DIN 52612 nachgewiesen werden.

5.3.2 Wärmespeicherung

Die **spezifische Wärme c** von Lehmbaustoffen ist abhängig von Rohdichte, Art und Anteil des Zuschlags. Rechenwerte enthält Tabelle 5-4.

T 5-3
Rechenwerte der Wärmeleitzahl von Lehmbaustoffen [1)]

Rohdichte (kg/m^3)	Wärmeleitzahl λ_R (W/mK)
2200	1,40 [2)]
2000	1,10
1800	0,91
1600	0,73
1400	0,59
1200	0,47
1000	0,35
900	0,30
800	0,25
700	0,21
600	0,17
500	0,14
400	0,12 [2)]
300	0,10 [2)]

[1)] Vgl. DIN V 4108-4: 2002-02
[2)] Die Werte sind aus den ungünstigsten Angaben aus Literatur und früherer Normung abgeleitet.

T 5-4
Spezifische Wärme c von Lehmbaustoffen (kJ/kgK)

Rohdichte (kg/m^3)	Zuschläge mineralisch	Zuschläge organisch		
	Sand, Kies, Leicht-zuschläge	Stroh	Fein-fasern	Holz-hack-schnitzel
≥ 1600	1,0	1,0	1,0	1,0
1400	1,0	1,0	1,1	1,1
1200	1,0	1,0	1,1	1,2
1000	1,0	1,1	1,1	1,3
800	1,0	1,1	1,2	1,4
600	1,0	1,1	1,3	1,5
400	–	1,2	1,4	–

5.4 Feuchte

5.4.1 Wasser- und Feuchteempfindlichkeit

Ungeschützte Lehmbauteile sind wasserempfindlich. Auch kurzzeitige **Einwirkung von Wasser** (Schlagregen, Rohrbruch, Hochwasser) kann die Standsicherheit gefährden.

Ungeschützte Lehmbauteile sind feuchteempfindlich. Andauernde **Feuchteeinwirkung** (aufsteigende Feuchte, Dachschaden) kann zu Festigkeitsminderung, Schimmelbildung, Verrottung organischer Bestandteile, Vererdung des Baustoffs und zur Zerstörung der Holzkonstruktion

führen. Auch eine verzögerte Bautrocknung kann sich in diesem Sinne auswirken.

Gegen hygroskopische Feuchteeinwirkung (Sorption) sind Lehmbaustoffe unempfindlich.

Andererseits ermöglicht die Wasserlöslichkeit von Lehm jederzeit eine Wiederverwendbarkeit in neuer Form und nach Nutzungsdauer eine problemlose Rückführung.

5.4.2 Dampfdiffusion

T 5-5
Richtwert der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ von Lehmbaustoffen

Rohdichte (kg/m^3)		μ (-)
von	bis	
300	2200	5/10

5.4.3 Feuchteleitfähigkeit

Lehmbaustoffe sind feinporige, kapillar feuchteleitfähige Stoffe, die aufgenommene Feuchte schnell an die Oberfläche weiterleiten und abgeben, wenn diese Trocknung nicht behindert wird.

5.4.4 Praktischer Feuchtegehalt

Als praktischer Feuchtegehalt wird der Feuchtegehalt verstanden, der unter normalen baupraktischen Bedingungen nur selten überschritten wird.

5.4.5 Sorption

Die hygroskopische Feuchteaufnahme von unbehandelten Lehmoberflächen gilt als relativ hoch (etwa wie unbehandeltes Nadelholz).

5.4.6 Trocknung

Feuchteleitfähigkeit und Diffusionsfähigkeit begünstigen die Trocknung von Lehmbaustoffen.

Die Trockenzeiten der feucht eingebauten Lehmbaustoffe und Bauteile werden mitbestimmt durch folgende Faktoren:

- Jahreszeit, Witterung
- Einbaufeuchte
- Schichtstärken, Wanddicken
- Art von verlorenen Schalungen
- Lage des Bauteils (innen/außen)
- Durchlüftung des Baus
- Wetterschutz

Die Trockenzeiten von Steinen und Platten werden mitbestimmt von deren Größe, Herstellungsfeuchte und den Trocknungsbedingungen.

Bauteile gelten für die Weiterbearbeitung als ausreichend getrocknet, wenn Setzungen und Schwindungen weitgehend abgeschlossen sind und eine Vererdung organischer Bestandteile ausgeschlossen ist.

Sie gelten als trocken, wenn sie die Ausgleichsfeuchte des jeweiligen Lehmbaustoffes erreicht haben.

5.5 Brandverhalten

5.5.1 Brandverhalten von Lehmbaustoffen

Lehm und mineralische Zuschläge sind nach DIN 4102-4 als Baustoffklasse A1 (nichtbrennbar) klassifiziert. Lehmbaustoffe sind im Einzelnen nicht klassifiziert.

T 5-6
Brandverhalten von Lehmbaustoffen
Zusammenstellung nach DIN und Forschungsergebnissen

Zuschlag	Erforderliche Rohdichte des Lehmbaustoffes (kg/m[3)]	Klassifizierung
Mineralische [1)]	Keine Anforderung	Nichtbrennbar
„lehmbaugerechte Beimischungen“ pflanzlicher Faserstoffe [2)]	≥ 1700	Nichtbrennbar
Stroh [3)]	> 1200	Nichtbrennbar
Stroh [3)]	> 600	Schwerentflammbar
Holzhackschnitzel [3)]	> 1400	Nichtbrennbar
Holzhackschnitzel [3)]	> 800	Schwerentflammbar
Sägespäne [3)]	> 1600	Nichtbrennbar
Sägemehl [3)]	> 2000	Nichtbrennbar
Hanf, Flachsschäben [3)]	> 600	Schwerentflammbar

[1)] vgl. DIN 4102-4: 1994-03
[2)] vgl. DIN 18951 Bl.1: 1951-01
[3)] Nach im Rahmen von Diplomarbeiten an der MFPA Leipzig nach DIN 4102-1 durchgeführten Untersuchungen zur Abschätzung des Brandverhaltens von Lehmbaustoffen.

5.5.2 Brandverhalten von Lehmbauteilen

Die folgenden Tabellen enthalten Bauteile unter der Verwendung von Lehmbaustoffen, die nach DIN 4102-4 (1994) oder früherer Normung klassifiziert sind.

T 5-7
Feuerwiderstandsklasse von Wänden aus Lehmbaustoffen

Bauteil	Klassifizierung
Massive Wände Massive gemauerte oder gestampfte Lehmwände (der Baustoffklasse A) einer Dicke von 24 cm [1)]	**F 90 A**
Fachwerkwände **mit ausgefüllten Gefachen** Bedingungen: Holzquerschnitte mind. 100x100 mm bei 1seitiger, mind. 120x120 mm bei 2seitiger Brandbeanspruchung, Ausfüllung mit Lehmschlag (Strohlehmausfachung), mindestens einseitige Bekleidung, z. B. mit 15 mm Putz [2)]	**F 30 B**

[1)] Nach DIN V 18954: 1956
[2)] Vgl. DIN 4102-4 4.11: 1994-03, Abschnitt 4.11, Bedingungen im Einzelnen siehe dort.

T 5-8
Feuerwiderstandsklasse von Holzbalkendecken mit Lehmbaustoffen

Bauteil	Klassifizierung
a) Holzbalkendecke mit vollständig freiliegenden, 3seitig dem Feuer ausgesetzten Holzbalken Deckenauflage z. B. aus Lehmbaustoffen beliebiger Dicke, je nach Balkenabstand und -querschnitt, Schalung, Fußbodenaufbau [1)]	**F 30 B bis F 60 B**
b) Holzbalkendecke mit verdeckten Balken Einschub mit Lehmschlag ≥ 60 mm oder Querhölzer (Stakung) mit Lehmschlag, je nach Balkenabstand, oberer Schalung, unterer Bekleidung [2)]	
a) Deckenbeläge (nur für Feuerbeanspruchung von der Oberseite) Belag aus ≥ 50 mm Lehm [3)]	**F 30**

Anmerkungen:
[1)] Vgl. DIN 4102-4: 1994-03 (5.3.2) und Tabelle 62, Bedingungen im Einzelnen siehe dort.
[2)] Vgl. DIN 4102-4: 1994-03 (5.3.3) und Tabelle 56 und 63, Bedingungen im Einzelnen siehe dort.
[3)] Vgl. DIN 4102-4: 1970-02 (4.2)

5.6 Schallschutz

Der Schallschutz von Bauteilen wird nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 Schallschutz im Hochbau (11/1989) ermittelt.

5.6.1 Luftschalldämmung von Wänden

Für die in der Norm nicht enthaltenen Lehmbaustoffe können aufgrund ihrer größeren Weichheit mindestens Schallschutzeigenschaften angenommen werden, die bei entsprechender Rohdichteklasse denjenigen von Poren- und Leichtbeton entsprechen.

Skelettwände mit Ausfachungen aus schweren Baustoffen sind in der Norm nicht enthalten.

5.6.2 Schallschutz von Holzbalkendecken

Für die in der Norm nicht enthaltenen Lehmbaustoffe können mindestens Schallschutzeigenschaften angenommen werden, die denjenigen anderer Massebaustoffe wie z. B. Betonplatten (vgl. DIN 4109 Beiblatt 1, Tabelle 34) entsprechen.

Weitere Deckenkonstruktionen sind in DIN 4109 (1962) Bl. 3 und 5 enthalten.

5.7 Winddichtigkeit

Lehmbaustoffe gelten in der Fläche ab einer Dichte von 900 kg/m^3 als winddicht. Ansonsten gilt mindestens einseitiger Putz als ausreichend winddicht.

5.8 Beständigkeit

Von trockenem Lehm eingeschlossenes Holz und pflanzliche Fasern werden dauerhaft geschützt. Lehmbauten können bei sachgemäßem Feuchteschutz und üblicher

Bauunterhaltung eine außerordentlich lange Lebensdauer erreichen, wie jahrhunderte alte Bauten beweisen.

– Leerseite –

6 VERTRAGSBEDINGUNGEN FÜR LEHMBAULEISTUNGEN

Bezüglich der Abgrenzung von Nebenleistungen und besonderen Leistungen, der Abrechnung und der Abrechnungseinheiten kann die Ausführung der verschiedenen Lehmbauteile folgenden Gewerken bzw. Normen der VOB Teil C zugeordnet werden:

T 6-1 **Gewerkzuordnung von Lehmarbeiten**			
4.1.3	Lehmsteinwände	Mauerarbeiten	DIN 18330
4.1.4	Stampflehmwände	Beton- und Stahlbetonarbeiten	DIN 18331
4.1.5	Wellerwände	Mauerarbeiten	DIN 18330
4.2	Gewölbe	Mauerarbeiten	DIN 18330
4.3.1	Ausfachung von Fachwerkwänden	Mauerarbeiten	DIN 18330
4.3.2	Nichttragende Stampflehmwände	Beton- und Stahlbetonarbeiten	DIN 18331
4.3.3	Nichttragendes Mauerwerk	Mauerarbeiten	DIN 18330
4.3.4	Leichtlehmwände im feuchten Einbau	Beton- und Stahlbetonarbeiten	DIN 18331
4.3.5	Wände aus Lehmplatten	Mauerarbeiten	DIN 18330
4.3.6	Gestapelte Lehmwände	Mauerarbeiten	DIN 18330
4.3.7	Gespritzte Wände	Beton- und Stahlbetonarbeiten	DIN 18331
4.3.8	Angemörtelte Dämmplatten	Putz- und Stuckarbeiten	DIN 18350
4.4	Balkendecken	Mauerarbeiten	DIN 18330
4.5	Putz	Putz- und Stuckarbeiten	DIN 18350
4.6	Stampflehmfußböden	Estricharbeiten	DIN 18353
4.7	Bekleidungen im Trockenbau	Trockenbauarbeiten	DIN 18340

7 NORMEN

7.1 Zitierte Normen

DIN V 105-1 Mauerziegel; Vollziegel und Hochlochziegel

DIN EN 998-1 Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau; Teil 1: Putzmörtel

DIN EN 998-2 Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau; Teil 2: Mauermörtel

DIN EN 1015-2 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk; Teil 2: Probenahme von Mörteln und Herstellung von Prüfmörteln

DIN EN 1015-3 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk; Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreittisch)

DIN EN 1015-11 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk; Teil 11: Bestimmung der Biegezug- und Druckfestigkeit von Festmörtel

DIN EN 1015-12 Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk; Teil 12: Bestimmung der Haftfestigkeit von erhärteten Putzmörteln

DIN 1053-1 Mauerwerk, Teil 1: Berechnung und Ausführung

DIN 1055-100 Einwirkung auf Tragwerke; Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln

DIN 4022-1 (1969) Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels

DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen Bl.4 (2/1970)

DIN 4103 Leichte Trennwände

DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden

DIN 4109 Schallschutz im Hochbau

DIN 4109 Schallschutz im Hochbau (1962)

DIN 4172 Maßordnung im Hochbau

DIN 18122-1 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen); Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

DIN 18122-2 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen); Bestimmung der Schrumpfgrenze

DIN 18123 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung der Korngrößenverteilung

DIN 18196 Erd- und Grundbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

DIN V 18550 Putz und Putzsysteme – Ausführung

DIN 52611 Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes von Bauteilen

DIN 52612 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Plattengerät

VOB Teil C

Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen ATV

DIN 18330 Mauerarbeiten

DIN 18331 Beton- und Stahlbetonarbeiten

DIN 18340 Trockenbauarbeiten

DIN 18350 Putz- und Stuckarbeiten

DIN 18353 Estricharbeiten

7.2 Frühere Lehmbaunormen

DIN 1169 Lehmmörtel für Mauerwerk und Putz (1947)

DIN 18951 Blatt 1 Lehmbauten, Vorschriften für die Ausführung (1/51) Blatt 2 dto., Erläuterungen (1/51)

Vornorm DIN 18952 Bl. 1 Baulehm, Begriffe, Arten (5/56) Bl. 2 Prüfung von Baulehm (10/56)

Vornorm DIN 18953 Baulehm, Lehmbauteile
Bl. 1 Verwendung von Baulehm (5/56)
Bl. 2 Gemauerte Lehmwände (5/56)
Bl. 3 Gestampfte Lehmwände (5/56)
Bl. 4 Gewellerte Lehmwände (5/56)
Bl. 5 Leichtlehmwände in Gerippebauten (5/56)
Bl. 6 Lehmfußböden (5/56)

Vornorm DIN 18954 Ausführung von Lehmbauten, Richtlinien (5/56)

Vornorm DIN 18955 Baulehm, Lehmbauteile, Feuchtigkeitsschutz (8/56)

Vornorm DIN 18956 Putz auf Lehmbauteilen (8/56)

Vornorm DIN 18957 Lehmschindeldach (5/56)

8 SACHWORTVERZEICHNIS

A

Abrechnung 103
Abriebfestigkeit 17, 43, 77
Absturzsicherung 63
Anker 52
Anleitung Eigenleistung 2
Annässen des Untergrunds 84
Anstriche auf Lehmputz 82
Anwendungsklassen von Lehmsteinen 35, 36, 37
Arbeitsschalung 64, 71
Armierungsgewebe 81
Aufbereitung von Lehmbaustoffen 18
Auflager 52
Ausbreitmaß, Mörtel 46
Ausbreitmaß, Schlämme 32
Ausfachungen 57, 58
Ausgleichsfeuchte 96
Außenputz 78, 83
– Anforderungen 77
– von Sichtfachwerk 85
Aussteifende Querwände 51
Aussteifung 49
Auswittern 4

B

Balkendecken 70
Bauausführung 1
Baulehm 3
– Bindekraftprüfung 10, 12
– Eignung 5, 6, 18
– Einteilung nach Bindekraft 10
– Gewinnung 4
Baulehm
– organische Bestandteile 8
– Probenahme 9
– Prüfung 5
– Bezeichnung 10
Bauleitung 47, 56
Bauplanung 1
Baustellenmörtel 43, 45
Baustoffbezeichnungen 19
Baustoffklasse, Brandschutz 97
Baustoffwerte 91
Bauteilwerte 91
Bautrocknung 63, 65, 68, 82, 95
Bauunterhaltung 101
Bauzeit
– Ausfachungen 58
– Gewölbe 56
– Leichtlehmwände 63
– tragende Wände 48
Befestigungen in Leichtlehm 65
Bekleidungen mit Lehmplatten 88
Bemusterung, Putzmörtel 45, 79
Berglehm 3
Beschichtungen 76
Beständigkeit 100
Bewehrung von Lehmplatten 41, 75
Bewehrungseinlagen in Stampflehmwänden 54
Bewehrungsstäbe in Leichtlehmwänden 63

Bewurf 59
Bims 30
Bindekraft 3, 6, 10, 12, 50
Bindekraftprüfung 10, 12
Blähton 30
Bodenfeuchte 61, 64, 89
Brandverhalten
– Lehmbaustoffe 97
– Lehmbauteile 98, 99

D

Dachschrägen 75
Dämmplatten, angemörtelt 69
Dampfdiffusion 95
Decken 33
– mit Lehmplatten 74
Deckenauflagen 74, 99
Deckenaussteifung 49
Deklaration 17
Diffusion 95, 96
DIN 1053-1 57
DIN 1169 107
DIN 18122 11
DIN 18123 12
DIN 18196 11
DIN 18951 97, 107
DIN 18952 bis 57 107
DIN 4022 11
DIN 4022-1 7, 8, 12
DIN 4102-1 97
DIN 4102-4 97, 98, 99
DIN 4103 57
DIN 4109 99, 100
DIN 4109 (1962) 100
DIN 52611 92
DIN 52612 92
DIN EN 998-1 76
DIN V 105-1 38, 39
DIN V 18550 76
DIN V 18952 Bl.2 10, 15
DIN V 18954 98
DIN V 4108-4 93
Dreiecksleisten 60
Druckfestigkeit 17, 50, 56, 91, 92
– von Lehmmörtel 43, 46
Druckfestigkeitsprüfung von
– Lehmsteinen 38
– Stampflehm 23
Druckspannungen, zulässige 50
Dung 42, 79
Dünnlagenputze 81
Dünnlagige Beschichtung 76
Durchlüftung 96

E

Eigenleistung 1, 2
Einbaufeuchte 96
Einfache Versuche, Baulehmprüfung 6
Eingangsprüfung, Baulehm 6
Einlagige Lehmputze 80
Einschubdecken 72
Einsumpfen 4
Entsorgung von Lehmbaustoffen 20
Erd- und Grundbau 11
Erfahrung 2, 6, 48
Erfahrungswerte 18
Erstprüfung 45

F

Fachkraft 2, 48, 56
Fachwerkwände 58, 98
Farbe, Baulehm 8
Faserlehm 19, 26

Faserlehmputz 80
Faserleichtlehm 19, 29
Feinsandig 8, 12
Festigkeit, Putz 76, 77
Festigkeitsklasse von Lehmsteinen 36, 39, 40
Fetter Lehm 3, 10
Feuchte 94
Feuchteaufnahme, hygroskopische 96
Feuchteeinwirkung 94
Feuchteempfindlichkeit 94
Feuchteleitfähigkeit 95, 96
Feuchteschutz 1
– nichttragendes Mauerwerk 61
– tragende Wände 48
Feuerwiderstandsklasse 98, 99
Flechtwerk 59
Fliesen auf Lehmputz 79
Fließgrenze 11
Format von Lehmsteinen 38, 39
Frostgefährdung 48
Fugenabdichtung, Gefachputz 85
Füllskelett, Leichtlehmwände 63
Fußböden aus Stampflehm 87

G

Gefachputz 85
Gefachputz, Putzsysteme 86
Geflecht mit Bewurf 59
Gehängelehm 3
Geotechnische Versuche 9
Geschiebelehm 3
Geschoßhöhen 49, 51
Gespritzte Wände 67
Gestapelte Lehmwände 66
Gewebe 84
Gewerkzuordnung, Lehmarbeiten 104
Gewölbe 56
Giebelwände 52
Gipsputz 83
Grobheu 27
Grobsandig 8, 12
Grubenlehm 4
Grundierungen 78
Grünlinge 37, 38, 61

H

Haarrisse im Putz 77
Haftfestigkeit, Lehmmörtel 43
Haftung von Kalkputz 59, 60
Handstrichverfahren 37
Hersteller 2
Herstellungsverfahren von Lehmsteinen 37, 39
Holzbalkendecken 70, 99
– Schallschutz 100
Holzhackschnitzel 30, 94
Holzleichtlehm 19, 29, 30
Humus 4, 8, 18

I

Inhaltsstoffe, Deklaration 17
Innendämmung aus angemörtelten Dämmplatten 69
Innenputz 78, 83
Innenputz, Anforderungen 77
Innenschalen
– aus Leichtlehm 63
– gemauert 62

K

Kalkanstriche 82
Kalkaußenputz 84
Kalkgehalt 8, 10
Kalkgipsputz 83
Kalkmörtelschlämme 83
Kalkputz 83, 86
– auf Putzträger 86
Kalkputzhaftung 54
Kammstrich 59
Kapillare Leitfähigkeit 63, 95, 96
Kappen 56
Kellengerecht 43
Kellenschnitt 84
Kellermauerwerk 89
Kennzeichnung von
– Lehmbaustoffen 17
– Lehmmörtel 46
– Lehmplatten 41
– Lehmschüttungen 34
– Lehmsteinen 39
– Leichtlehm 33
– Stampflehm 24
– Strohlehm 29
– Wellerlehm 26
Kiesig 12
Klemmleiste, Stapelwände 66
Konservierende Wirkung von Lehm 100
Konsistenz
– der Schlämme, Leichtlehm 32
– Mörtelprüfung 46
Korngrößenverteilung 6, 11
Körnungslinie 12
Kugelfallprobe 7
Kugelformprobe 7
Kuppeln 56
Kurzbezeichnungen 19

L

Laborprüfungen, Baulehm 6, 8, 9
Lagerstätte 9
Lebensdauer 101
Lehm 3
Lehmanstriche 76, 82
Lehmarbeiten 104
Lehmarten 3
Lehmbau 1
Lehmbaunormen 107
Lehmbauordnung VIII
Lehmbaustoffe 17
– Kurzbezeichnungen 19
Lehmbauteile 47
Lehmbindung 17
Lehmlagerstätten 3
Lehm-Mauermörtel 19, 42
Lehmmörtel 19, 41, 42, 50, 61, 69, 80
– Abriebfestigkeit 43
– Druckfestigkeit 43
– Haftfestigkeit 43
Lehmplatten 19, 40, 65
– Bekleidungen 88
Lehmplattendecken 74
Lehmputz 75, 78
– absandende Oberflächen 82
– Anforderungen 79
– Auftrag 81
– Beschädigungen 79
– Druckfestigkeit 77
– Eignung 78
– Oberflächenbehandlung 81
– Putzsysteme 80

Lehmputz
– Reparatur 83
– Schwindrisse 80
– stabilisiert 76
– Trockung 82
– Untergrundhaftung 80
– Weiterbehandlung 82
Lehm-Putzmörtel 19, 42
Lehmschlag 98, 99
Lehmschüttung 19, 33
Lehm-Spritzmörtel 19, 42
Lehmstapelwände 66
Lehmsteine 19, 35, 50, 60
Lehmsteine, Anwendungsklassen 35, 36
Lehmsteinmauerwerk, nichttragend 61
Lehmsteinwände 53
Lehmverstrich 65
Lehmvorkommen 3
Leibungen 53
Leichtlehm 19, 29
Leichtlehmdecken 71
Leichtlehm-Mauermörtel 42
Leichtlehmmörtel 41
Leichtlehmplatten 40
Leichtlehm-Putzmörtel 42
Leichtlehm-Spritzmörtel 42
Leichtlehmsteine 35
Leichtlehmwände 62
Leichtzuschläge 30
Leistungen, Abgrenzung nach VOB 103
Lößlehm 4
Luftschalldämmung 100

M

Magerer Lehm 3, 10
Massive Wände 98
Mauermörtel 42
Mauerwerk
– aus Lehmsteinen 50
– mit Lehmmörtel 42, 51, 61
– nichttragend 61
Mauerwerksausfachung 60
Mauerwerksfestigkeit 53
Mehrlagige Lehmputze 81
Mergel 4
Messerschnitt 84
Mindestwanddicke
– tragende Wände 51
– nichttragende Wände 61
Mineralgerüst 3, 6, 8, 11
Mineralische Leichtzuschläge 30
Mineralische Zuschläge 17, 94, 97
Mineralischer Leichtlehm 19, 29
Mischmauerwerk 48
Mischung von Lehmmörtel 43
Mischung von Lehmschüttungen 34
Mischung von Leichtlehm 31
Mischung von Stampflehm 22
Mischung von Strohlehm 28
Mischung von Wellerlehm 25
Mischungsverhältnisse 18
Molke 42
Mörteldruckfestigkeit 51
Mörtelgruppe 83
– Kalkmörtel 83
– tragende Wände 50
Mörtelleisten 54
Mörtelzusätze, Lehmputz 79

N

Nachweise bei tragenden Wänden 50
Nichtbrennbar 97
Nichttragende Stampflehmwände 61
Nichttragende Wände 57
Nichttragendes Mauerwerk 61
Normen 105

O

Oberflächenbearbeitung, Putz 76
Öffnungen 52
Organische Zuschläge 17, 94, 97

P

Pfeiler 47
Pflanzliche Zuschläge 17
Plastische Eigenschaften 11
Plastizität 3, 6, 11
Plastizitätszahl 11
Praktischer Feuchtegehalt 95
Pressverfahren 37
Produktionskontrolle 45
Prüfung von
– Baulehm 5
– Lehmmörtel 45
– Lehmplatten 41
– Lehmschüttungen 34
– Lehmsteinen 38
– Leichtlehm 32
– Stampflehm 23
– Strohlehm 28
– Wellerlehm 25
Prüfverfahren, Baulehm 6, 9
Putz 75
– Anforderungen 76
– auf Lehmuntergrund 75
– Beanspruchung 85
– Hinweise für die Planung 76
Putzbewehrung 84, 86
Putzgrund 76, 77, 80, 81
Putzhaftung 76, 78, 84
– auf Mauerwerk 54
– auf Stampflehm 54
– auf Strohlehm 59
Putzlage 76
Putzmörtel 42
– auf Lehmuntergründen 83
Putzrisse 77
Putzsysteme 76
– für Gefachputz 86
Putzträger 63, 78, 84, 86
Putzweise 76

Q

Quellverhalten, Lehmsteine 36, 37, 38
Querwände 51

R

Recyclinglehm 5
Regenschutz 48
Reibeversuch, Baulehm 7
Reparatur, Strohlehmgefache 59
Reparatur, tragende Lehmwände 55
Riechversuch, Baulehm 8
Ringbalken 49, 51
Rissbildung 17
Rohdichte 91

Rohrgewebe 63
Ruten 59

S

Salz 44
Salzbelastung 5, 20, 55
– Putzgrund 78
Schallschutz 99
Schalung
– Einschubdecken 73
– Leichtlehmwände 64
– Stampflehmwände 54
Schilfrohrgewebe 63
Schimmel 94
– Lehmputz 82
– Leichtlehm 64
Schlagregen 58, 94
Schlämme 31, 32
Schlankheit 61
Schluff 7, 8, 12
Schneideversuch 7
Schwemmlehm 4
Schwerentflammbar 97
Schwindmaß 17, 23, 50
– von Lehmmörtel 45, 46
Schwindrisse 43
Schwindung 17, 96
Sedimentation 12
Seifig 7
Setzung 48, 53, 55, 86, 96
Sicherheitsbeiwert 47
Sichtfachwerk, Gefachputz 85
Siebung 12
Sockel 89
Sockelvorsprünge 49
Sonstige Bauteile 89
Sorption 95, 96
Spalier, Lehmspritzwände 67
Spalierdecke 71, 72
Spalierputzdecke 72
Sperrschicht 49
Spezifische Wärme c 92, 94
Spritzbewurf 78, 84
Spritzmörtel 42
Spritztechnik 67
Spritzwasser 48, 61, 89
Stabilisierte Lehmbaustoffe 1
Stabilisierte Lehmputze 76
Staken 59, 60, 70
Stakendecken 70
Stakung mit Bewurf 60
Stampflehm 19, 21, 50
Stampflehmfußböden 21, 87
Stampflehmwände 54, 61
Standsicherheit 49, 94
Stapeltechnik 66
Steinfestigkeit 50
Steinfestigkeitsklasse 36, 39, 40
Steiniger Lehm 21
Stoffwerte 91
Strangpressverfahren 37
Stroh 27, 30
Strohlehm 19, 26, 60, 70
Strohlehmbewurf 59
Strohlehmgefache, Reparatur 59
Strohlehmputz 80
Strohleichtlehm 19, 29, 60, 70

T

Tapeten auf Lehmputz 79, 83
Teilsicherheitsbeiwerte 47
Ton 3, 10, 12
Tonanteil 3
Tonmehl 5
Tonminerale 3, 18
Tonnengewölbe 56

Tragende Wände 47, 49
– Anforderungen 47, 50
– Reparatur 55
Tragskelett, Leichtlehmwände 62
Trockenbau 88
Trockenfestigkeitsversuch, Baulehm 7
Trockenlehm 5
Trockenrohdichte 91
Trocknung 1, 95, 96
Trocknungsprotokoll 82
Trocknungszeit 1, 96
Tür- und Fensterleibungen 53

U

Umfassungswände 52

V

Verankerung, tragende Wände 52
Vererdung 94, 96
Verfestigung des Putzgrundes 78
Verkehrslast 51
Verlorene Schalung 63, 64, 72, 96
Verrottung 94
Versuchskonsistenz 10, 13
Vertragsbedingungen für Lehmbauleistungen 103
Verunreinigung 6, 18
Verwendung von Lehmbaustoffen 20
Verzahnung 52
VOB Teil C 103
Vornormen Lehmbau VIII

W

Wanddicke 96
Wanddicke, Leichtlehm 63, 64
Wanddicke, tragende Wände 51
Wände, nichttragend 57
Wandflächenheizsysteme mit Lehmputz 81
Wärmedämmplatten, angemörtelt 69
Wärmedämmung 17, 92
Wärmeleitzahl 92, 93
Wärmespeicherung 92
Wasserempfindlichkeit 17, 94
Wasserfeste Schicht 49, 61
Wasserlöslichkeit 95
Wasserzugabe 18
Weller 60
Wellerlehm 19, 24, 50, 55
Wellerwände 55
Werkmäßig hergestellte Mörtel 44
Werkmörtel 44
Wetterschutz 48, 56, 58, 96
Wickeldecken 71
Wickelstaken 60
Wiederaufbereitung 28
Wiederholungsprüfungen, Lehmsteine 39
Wiederverwendbarkeit 95
Wiederverwendeter Mörtel 44
Wiederverwendung 20
Winddichtigkeit 100
– Leichtlehmwände 64
Witterungsschutz 1

Z

Zentrierleiste 51
Zerreißversuch 10, 14
Ziegelproduktion 37
Zuganker 52
Zulässige Druckspannungen 50
Zusammensetzung
– Lehmbaustoffe 18
– Lehmmörtel 42
Zusätze, Deklaration 17
Zuschlagdichte 27, 31
Zuschlagstoffe 17, 18

– Leerseite –

PROJEKTBETEILIGTE

Lehmbau Regeln

Ein Projekt des Dachverbands Lehm e.V. Weimar (Hrsg.), gefördert mit Mitteln der Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück

Verfasser

Dipl.-Ing. Franz Volhard, Architekt BDA, Darmstadt
Dipl.-Ing. Ulrich Röhlen, CLAYTEC e.K., Viersen

Mitarbeit

Dr.-Ing. Christof Ziegert, ZRS Architekten Ingenieure, Berlin

Arbeitsgruppe

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dierks, Institut für Entwerfen, Konstruktion, Bauwirtschaft und Baurecht, TU Berlin
Dipl.-Ing. Stephan Jörchel, Ingenieurbüro S. Jörchel, Weimar
Dipl.-Ing. Ulrich Röhlen, CLAYTEC e.K., Viersen
Dr.-Ing. Horst Schroeder, Bauhaus-Universität Weimar
Dipl.-Ing. Franz Volhard, Architekt BDA, Darmstadt
Dr.-Ing. Christof Ziegert, ZRS Architekten Ingenieure, Berlin

Projektmanagement

Dr.-Ing. Horst Schroeder, Bauhaus-Universität Weimar

Mitwirkende bei früheren Auflagen

Arbeitsgruppe

Peter Breidenbach, Manfred Drach, Dr.-Ing. Thomas Kleespies, Heiner Lippe, Günter zur Nieden, Anke Richter, Ulrich Röhlen, Dr.-Ing. Horst Schroeder, Prof. Heinz G. Sieber, Franz Volhard

Fachbeiträge und Beratung

Eckhard Beuchel, Sven Börjesson, Martin Breidenbach, Dr.-Ing. Heinrich Bruckner, Hugo Houben, Irmela Fromme, Veit Mach, Dr.-Ing. Hans-Ulrich Rönn, Burkard Rüger, Jens-Uwe Schulz, Helmut Zeitter, Christof Ziegert

Diskussionsbeiträge

Franz Bauer, W. Ehrich, Waldemar Eider, Bernhard Gaul, Alwine Gillessen, Carl Giskes, Karin Halbritter, Stephan Jörchel, Khudadad Khademi, Andreas Krewet, Tomas Lemcke, Prof. Dr.-Ing. Gernot Minke, Johannes Paulus Lehmann, Michael Nothelfer, Guido Röber, Reinhold Rönz, Sascha Rummel, Georgios Schade, Frank Schneider, Jens-Uwe Schulz, Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze, Ingolf Stein, Ziegelei Ott