

DIN EN 14879-6



ICS 25.220.60

Ersatzvermerk
siehe unten**Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien –****Teil 6: Kombinierte Auskleidung mit Plattierungen (Plattenlagen) und Ausmauerungen;****Deutsche Fassung EN 14879-6:2009**

Organic coating systems and linings for protection of industrial apparatus and plants against corrosion caused by aggressive media –

Part 6: Combined linings with tile and brick layers;

German version EN 14879-6:2009

Systèmes des revêtements organiques pour la protection des appareils et installations industriels contre la corrosion par des fluides agressifs –

Partie 6: Revêtements rapportés associés à des couches de carreaux et de briques;

Version allemande EN 14879-6:2009

Ersatzvermerk

Mit DIN EN 14879-3:2007-02 und DIN EN 14879-5:2007-10 Ersatz für DIN 28052-6:2001-08; Ersatz für DIN 28052-5:1997-04, DIN 28060:1986-11, DIN 28060 Beiblatt 1:1986-12, DIN 28061:1986-11 und DIN 28062:1978-08

Gesamtumfang 60 Seiten

Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14879-6:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 360 „Beschichtungs- und Auskleidungssysteme zum Schutz von chemischen Apparaten und Anlagen gegen Korrosion“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 012-00-02 AA „Oberflächenschutz“ im Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN 28052-5:1997-04, DIN 28052-6:2001-08, DIN 28060:1986-11, DIN 28060 Beiblatt 1:1986-12, DIN 28061:1986-11 und DIN 28062:1978-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Zusammenfassung der Festlegungen in einer Norm;
- b) normative Verweisungen auf europäische bzw. internationale Normen umgearbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 28052-5: 1997-04

DIN 28052-6: 2001-08

DIN 28060: 1959-07, 1971-11, 1979-09, 1986-11

DIN 28060 Beiblatt 1: 1979-09, 1986-12

DIN 28061: 1959-07, 1971-11, 1979-08, 1986-11

DIN 28062: 1967-09, 1978-08

Deutsche Fassung

Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen
Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen
Korrosion durch aggressive Medien — Teil 6: Kombinierte
Auskleidung mit Plattierungen (Plattenlagen) und
Ausmauerungen

Organic coating systems and linings for protection of
industrial apparatus and plants against corrosion caused by
aggressive media — Part 6: Combined linings with tile and
brick layers

Systèmes des revêtements organiques pour la protection
des appareils et installations industriels contre la corrosion
par des fluides agressifs — Partie 6 : Revêtements
rapportés associés à des couches de carreaux et de
briques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. Oktober 2009 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 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Allgemeines	8
4.1 Behälter und Apparate aus Stahl	8
4.1.1 Bemessung von Behältern aus Stahl mit Ausmauerung	8
4.1.2 Maßtoleranzen (für Behälter aus Stahl und NE-Metallen)	9
4.1.3 Ausführung von Stahlbehältern	9
4.1.4 Aufstellung von Behältern mit Ausmauerung	10
4.1.5 Dichtheitsprüfungen	10
4.1.6 Instandsetzung und Änderungen	10
4.2 Behälter und Apparate aus Beton	10
4.2.1 Bemessung von Behältern aus Beton mit Ausmauerung	10
4.2.2 Maßtoleranzen	10
4.2.3 Anforderungen an Betonkonstruktionen	11
4.3 Vorbereitung des Untergrunds	11
4.4 Dichtschicht	11
4.5 Nutzschiicht	12
4.5.1 Verlegekitt und Fugenkitt/-zementmörtel	12
4.5.2 Fugendichtstoffe für Dehnfugen	18
4.5.3 Halbzeuge	19
4.6 Kombiniertes Auskleidungssystem	22
4.7 Auswahlkriterien	23
4.7.1 Art und Häufigkeit der Beanspruchung durch Flüssigkeiten	23
4.7.2 Thermische Beanspruchung	23
4.7.3 Temperaturwechsel	23
4.7.4 Mechanische Beanspruchung	24
4.7.5 Klimatische Einwirkungen	24
4.8 Werkstoffhersteller	25
4.9 Verarbeiter	25
4.10 Verarbeitung	25
4.10.1 Dichtschichten	25
4.10.2 Nutzschiicht	25
4.10.3 Allgemeine Anforderungen	29
4.11 Ausgekleidete Bauteile	29
5 Anforderungen	29
5.1 Flüssigkeitsbeanspruchung, chemische Beständigkeit und Dichtheit	29
5.2 Thermische Beanspruchung	30
5.3 Temperaturwechselbeanspruchung	30
5.4 Mechanische Beanspruchung	30
5.5 Rutschhemmung	31
5.6 Rissüberbrückung	31
5.7 Haftfestigkeit	31
5.8 Alterungsverhalten	31
5.9 Klimatische Einwirkungen	32
5.10 Betonverträglichkeit	32
5.11 Verhalten bei Reinigungs- und Neutralisationsvorgängen	32

5.12	Elektrostatische Ableitfähigkeit	32
5.13	Brandverhalten	32
6	Prüfung	33
6.1	Allgemeines	33
6.2	Eingangsprüfung von Beschichtungs-/Auskleidungsstoffen	33
6.2.1	Prüfung der Werkstoffe, Bauteile und ihre Kennzeichnungen	33
6.2.2	Prüfung der Lagerbedingungen	33
6.3	Prüfungen des kombinierten Auskleidungssystems während der Aufbringung	33
6.3.1	Umgebungsbedingungen	33
6.3.2	Dichtschicht	33
6.3.3	Nutzschicht	34
6.3.4	Dokumentation	34
6.4	Eignungsprüfung	34
6.4.1	Allgemeines	34
6.4.2	Prüfung kombinierter Auskleidungen	35
Anhang A (informativ)	Auswahlkriterien für Oberflächenschutzsysteme	39
A.1	Beanspruchungsprofile und geeignete Oberflächenschutzsysteme für Böden und Wände	39
A.2	Beanspruchungsprofile und geeignete Oberflächenschutzsysteme für Auffangbecken	40
A.3	Beanspruchungsprofile und geeignete Oberflächenschutzsysteme für Böden in Produktionsanlagen	42
A.4	Beanspruchungsprofile und geeigneter Oberflächenschutz für Auffangbecken, Rinnen, Kanäle, Rohre usw.	43
A.5	Beanspruchungsprofile und geeignete Oberflächenschutzsysteme für Behälter	44
Anhang B (normativ)	Übersicht über den Eignungsnachweis für kombinierte Auskleidungen	45
Anhang C (normativ)	Prüfung der elektrostatischen Ableitfähigkeit	47
C.1	Allgemeines	47
C.1.1	Ableitwiderstand	47
C.1.2	Erdableitwiderstand	47
C.2	Prüfung des Ableitwiderstandes an Probekörpern	47
C.2.1	Geräte	47
C.2.2	Durchführung der Prüfung	47
C.2.3	Prüfbericht	47
C.3	Messung des Erdableitwiderstandes am verlegten Oberflächenschutzsystem	48
C.3.1	Geräte	48
C.3.2	Vorbereitung	48
C.3.3	Durchführung der Prüfung	48
C.3.4	Prüfbericht	49
Anhang D (normativ)	Prüfverfahren für Maßtoleranzen und Grenzabweichungen	50
D.1	Anwendungsbereich und Zweck	50
D.2	Maßtoleranzen und Grenzabweichungen	50
D.2.1	Zylindrische Behälter	50
D.2.2	Ebenflächige Behälter	52
D.3	Prüfverfahren	52
D.3.1	Allgemeines	52
D.3.2	Zylindrischer Behälter, zylindrischer Teil	52
D.3.3	Werkstattgefertigte zylindrische Behälter, ebene Böden	54
D.3.4	Ebenflächige Behälter, eckiger Grundriss (Ebenheitsbestimmung der Flächen)	55
Anhang E (informativ)	A-Abweichungen	57
Literaturhinweise		58

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14879-6:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 360 „Beschichtungs- und Auskleidungssysteme zum Schutz von chemischen Apparaten und Anlagen gegen Korrosion“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2010 zurückgezogen werden.

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

EN 14879 *Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Terminologie, Konstruktion und Vorbereitung des Untergrunds*
- *Teil 2: Beschichtungen für Bauteile aus metallischen Werkstoffen*
- *Teil 3: Beschichtungen für Bauteile aus Beton*
- *Teil 4: Auskleidungen für Bauteile aus metallischen Werkstoffen*
- *Teil 5: Auskleidungen für Bauteile aus Beton*
- *Teil 6: Kombinierte Auskleidung mit Plattierungen (Plattenlagen) und Ausmauerungen*

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

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen und Prüfverfahren für kombinierte Systeme (Beschichtungen und Auskleidungen) mit Plattierungen (Plattenlagen) und Ausmauerungen für Bauteile aus Beton oder aus metallischen Werkstoffen in verfahrenstechnischen Anlagen fest, die mit chemischen Substanzen (Flüssigkeiten, Feststoffen und Gasen) in Berührung kommen. Die in dieser Norm festgelegten Anforderungen dürfen für die Qualitätslenkung zugrunde gelegt werden (z. B. nach Vereinbarung zwischen den Vertragspartnern oder nach den Vorgaben durch nationale Regelungen¹⁾).

Die vorliegende Norm gilt für Systeme für eine oder mehrere der folgenden Verwendungszwecke:

- Schutz des Bauteils vor schädlichen Einwirkungen durch aggressive Stoffe;
- Schutz der Gewässer (z. B. Grundwasser) vor schädlichen Stoffen;
- Schutz des Füllgutes vor Verunreinigung durch lösliche Bestandteile im Trägerwerkstoff;
- Erzielung einer besonderen Oberflächenbeschaffenheit.

Die beschriebenen kombinierten Systeme sind für Bauteile aus Beton oder aus metallischen Werkstoffen in verfahrenstechnischen Anlagen zu verwenden, die mit chemischen Substanzen in Berührung kommen.

Das kombinierte Oberflächenschutzsystem besteht aus:

- einer Beschichtung nach EN 14879-2 oder EN 14879-3, zusätzlich versehen mit Plattierungen (Plattenlagen) und Ausmauerungen, die in Zementmörtel, Kunstharzmörtel und/oder Wasserglaskitt (in dieser Norm kurz Kitt genannt) als Haftmittel eingebettet sind, oder
- einer Auskleidung nach EN 14879-4 oder EN 14879-5, zusätzlich versehen mit Plattierungen (Plattenlagen) und Ausmauerungen, die in Zementmörtel, Kunstharzmörtel und/oder Wasserglaskitt (in dieser Norm kurz Kitt genannt) als Haftmittel eingebettet sind.

Zu Konstruktion und Vorbereitung des Trägerwerkstoffes, siehe EN 14879-1.

2 Normative Verweisungen

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

EN 206-1, *Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

EN 13501-1:2007, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

EN 14879-1:2005, *Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien — Teil 1: Terminologie, Konstruktion und Vorbereitung des Untergrundes*

1) Für die Anwendung dieser Norm sind Vertragspartner: Hersteller des Beschichtungsstoffes, Auskleidung, Kitt, Platten und Steine, Hersteller der Bauteile, der (die) Verantwortliche(n) für die Aufbringung der Beschichtung, Auskleidung, Kitt, Platten und Steine und der Besteller der fertigen Bauteile.

EN 14879-2:2006, *Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien — Teil 2: Beschichtungen für Bauteile aus metallischen Werkstoffen*

EN 14879-3:2006, *Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien — Teil 3: Beschichtungen für Bauteile aus Beton*

EN 14879-4:2007, *Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien — Teil 4: Auskleidungen für Bauteile aus metallischen Werkstoffen*

EN 14879-5:2007, *Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien — Teil 5: Auskleidungen für Bauteile aus Beton*

EN ISO 291:2008, *Kunststoffe — Normalklimate für Konditionierung und Prüfung (ISO 291:2008)*

EN ISO 10545-12, *Keramische Fliesen und Platten — Teil 12: Bestimmung der Frostbeständigkeit (ISO 10545-12:1995, einschließlich Technische Änderung 1:1997)*

IEC 60093:1993, *Prüfung des spezifischen Volumenwiderstandes und des spezifischen Oberflächenwiderstandes von festen Isolierstoffen*

IEC 60167, *Bestimmung des Isolationswiderstandes von festen Isolierstoffen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14879-1:2005, EN 14879-2:2006, EN 14879-3:2006, EN 14879-4:2007 und EN 14879-5:2007 und die folgenden Begriffe.

3.1
kombiniertes Auskleidungssystem
als Schutz gegen chemische, mechanische und thermische Beanspruchungen aufgebracht System kombinierter Auskleidungen

ANMERKUNG Diese kombinierten Systeme bestehen aus einer Dichtschicht und einer Nuttschicht (siehe Bild 1). In Kombination ergeben diese beiden Lagen einen wirksameren Schutz als jede Lage allein bewirken würde.

3.2
Dichtschicht
untere Schicht des kombinierten Auskleidungssystems, die auf den Beton- oder Metalluntergrund aufgebracht wird

ANMERKUNG Diese Schicht dient als flüssigkeitsundurchlässige Schicht und als Haftuntergrund für die Nuttschicht.

3.3
Nuttschicht
obere Schicht (Deckschicht) des kombinierten Auskleidungssystems, bestehend aus Platten oder Steinen, die mit Zementmörtel oder Kitt mit der Dichtschicht verbunden wird

ANMERKUNG Diese Schicht dient zum Schutz der Dichtschicht gegen den direkten Einfluss von chemischen, mechanischen und thermischen Beanspruchungen.

3.4
Halbzeug
Platten, Steine, auch andere Formteile

BEISPIEL Rohre, Stützen.

3.5

Fugenmörtel

Kitt oder Zementmörtel zum Verfüllen der Fugen zwischen den Halbzeugen

3.6

Verlegemörtel

Kitt oder Zementmörtel zur Erstellung des Mörtelbetts zwischen der Dichtschicht und den Halbzeugen

3.7

Lagerfuge

Mörtelschicht zwischen Dichtschicht und Nuttschicht

3.8

Stoßfuge

Fuge zwischen Platten und/oder Steinen

3.9

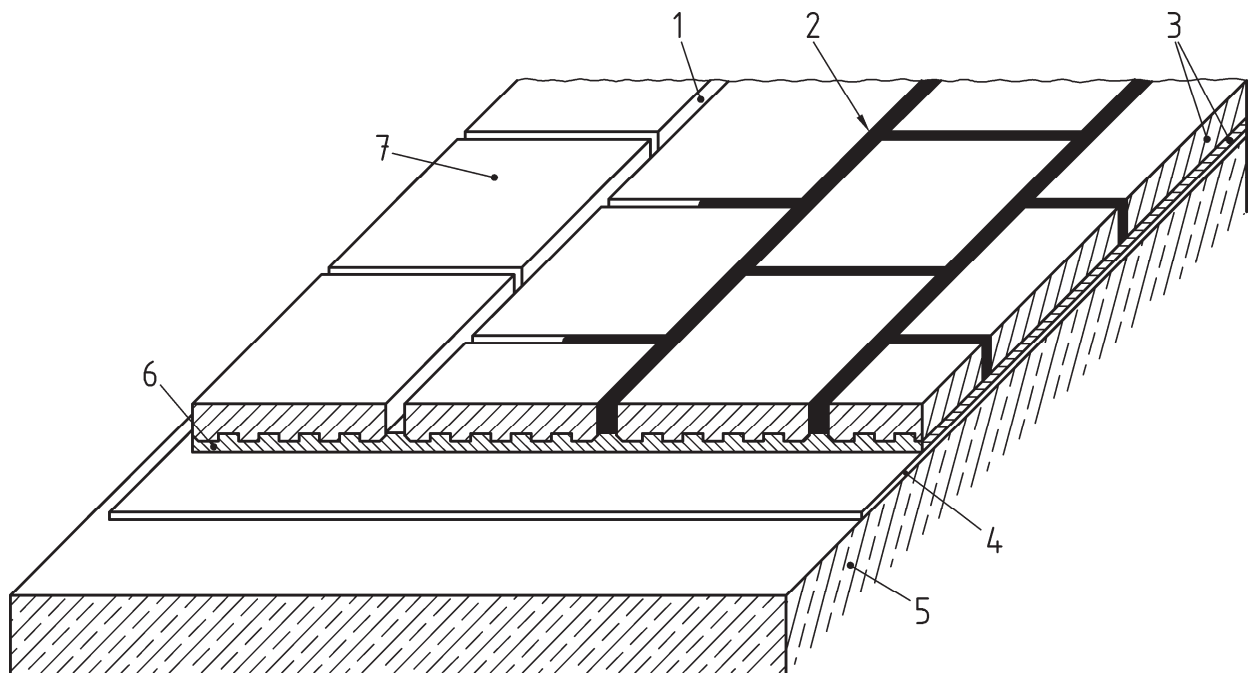
„vollfugiges“ Verlegen

Verfahren, bei dem in einem Arbeitsgang das Mörtelbett erstellt und die Fugen zwischen Platten und/oder Steinen verfüllt werden

3.10

„hohlfugiges“ Verlegen

Verfahren, bei dem die Fugen zwischen den Platten und/oder Steinen zunächst offen bleiben und in einem späteren Arbeitsgang verfüllt werden



Legende

- | | | | |
|---|---|---|---------------------------------|
| 1 | Hohlfuge, 6 mm bis 8 mm breit | 5 | Stahl- oder Betonuntergrund |
| 2 | Stoßfugen, ausgefüllt mit Kitt/Zementmörtel | 6 | Lagerfuge: Verlegemörtel/Kitt |
| 3 | Nuttschicht (Kombination aus 6 und 7) | 7 | Säurebeständige Platten, Steine |
| 4 | Dichtschicht | | |

Bild 1 — Aufbau eines kombinierten Auskleidungssystems

4 Allgemeines

4.1 Behälter und Apparate aus Stahl

4.1.1 Bemessung von Behältern aus Stahl mit Ausmauerung

Auszumauernde Behälter sind so zu bemessen, dass die Verformungen der Konstruktion an keiner Stelle Größen annehmen, die zu Schäden an der Ausmauerung führen.

Auszumauernde Behälter, die mit Wärme und/oder Druck betrieben werden, müssen nach Grundsätzen bemessen werden, die über die Anforderungen für Druckbehälter hinausgehen. Dazu sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- a) erforderlicher Kontakt zwischen Behälterwand und Ausmauerung;
- b) Schutz gegen Rissbildung in der Ausmauerung;
- c) mögliches Quellen der Ausmauerung (Mörtel/Kitt).

Schädliche Zugspannungen in Ausmauerungen sind zu vermeiden. Diese Spannungen können unter Berücksichtigung der folgenden Einflussgrößen errechnet werden:

- d) Elastizitätsmodul des Mantels (E_e) und der Ausmauerung (E_m);
- e) Dicke der Behälterwand (S_e) und der Ausmauerung (S_m);
- f) Längenausdehnungskoeffizient der Behälterwand (α_e) und der Ausmauerung (α_m);
- g) Wärmeleitfähigkeit der Behälterwand (λ_e) und der Ausmauerung (λ_m);
- h) Wärmeleitfähigkeit der Innen- und/oder Außendämmung (λ_i) und (λ_a), falls vorhanden;
- i) Wärmeübergangskoeffizient innen (α_i) und außen (α_a) (zu beachten ist die (unter Umständen einseitige) Beeinflussung der Temperatur durch Wind, Sonnenbestrahlung und Niederschlag);
- j) Quelfaktoren (q) der für die Ausmauerung verwendeten Werkstoffe.

Die Eigenschaften der Werkstoffe sind den Herstellerangaben zu entnehmen. Richtwerte können 4.5 entnommen werden.

Ein Spannungsnachweis für die Ausmauerung ist erforderlich, wenn hohe thermisch bedingte Beanspruchungen und/oder Überdruck vorliegen. Ein Spannungsnachweis kann unterbleiben, wenn Erfahrungen mit in gleicher Weise ausgeführten und betriebenen Behältern vorliegen.

Beim Bemessen der Dicke von Behälterwand und Ausmauerung ist vorzugsweise von bewährten Erfahrungswerten auszugehen. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass durch Quellungen die Spannungen im Mantel und in der Ausmauerung im kalten Zustand größer werden können als im Betrieb. Durch eine Nachrechnung kann festgestellt werden, ob in allen Fällen die Spannungen in Mauerwerk und Mantel in den zulässigen Grenzen bleiben. Andernfalls sind andere Baustoffe zu wählen, die Abmessungen zu ändern und/oder der Mantel muss einer Zug- und die Ausmauerung einer Druckvorspannung widerstehen.

Die Dicke der Behälterwand kann auch unter Berücksichtigung der zulässigen Maßabweichungen nach 4.1.2 errechnet werden.

Bei Berechnungen der Wanddicke zylindrischer oder kugelförmiger Behälter kann der Einfluss der Ausmauerung bei bestimmten Druck- und Temperaturbedingungen berücksichtigt werden.

Die Verformung des Behältermantels durch die Auflagerungen ist, insbesondere bei liegenden Behältern, sorgfältig zu berücksichtigen. Sie kann, ohne Überschreitung der zulässigen Spannungen im Mantel, Größen annehmen, die zu Ausmauerungsschäden führen.

Diese Verformungen müssen durch geeignete Ausbildung der Auflagerungen und entsprechende Mantelverstärkung gering gehalten werden, siehe nationale Regelungen, z. B. DIN 28080, DIN 28081-1, DIN 28081-2, DIN 28083-1, DIN 28084 (alle Teile), DIN 28082-1 und DIN 28082-2.

Als Anhaltswert bei der Bemessung ebenflächiger Behälterteile kann für die Durchbiegung $f \leq \frac{a}{1000}$ angenommen werden, wobei a die tragende Breite ist. Die in der Praxis üblichen Werte für die tragende Breite liegen zwischen 600 mm und 900 mm.

4.1.2 Maßtoleranzen (für Behälter aus Stahl und NE-Metallen)

Prüfverfahren für Maßtoleranzen, siehe Anhang D.

Im zylindrischen Teil dürfen die Radien nach endgültiger Aufstellung um nicht mehr als $\pm 0,4 \%$ vom jeweiligen Mittelwert der Messebene abweichen, bei Durchmessern größer als 7 500 mm maximal ± 15 mm. Die Messebenen haben eine gemeinsame Mittelachse. Im Allgemeinen ist der Messkreisumfang U in 16 gleiche Messstrecken $U/16$ zur Festlegung der Messpunkte zu unterteilen. Die Angleichung der Abweichung an den Normalkreis muss sich auf mindestens $1/16$ der Umfangslänge ausdehnen bzw. bei Durchmessern größer als 7 500 mm auf 1 500 mm. Die maximalen Abweichungen von aufeinander folgenden Messpunkten betragen demnach höchstens $0,4 \%$ bzw. 15 mm.

Der Messebenenabstand muss 1 000 mm bis 2 500 mm betragen. Diese zur Behälterachse senkrecht stehenden Messebenen befinden sich 100 mm entfernt von den Schweißnähten der zylindrischen Schüsse mit Ausnahme der ersten bzw. letzten Messebene bei Böden bzw. Deckeln nach DIN 28011, DIN 28013 und DIN 28014. Bei diesen Klöpfer- bzw. Korbbogenböden beträgt der Abstand der nächsten Messebene von der Schweißnaht zwischen Boden und dem zylindrischen Teil 1 000 mm.

Für Böden und Deckel sind die Rundheitstoleranzen nationalen Regelungen, z. B. DIN 28011, DIN 28013 und DIN 28014 zu entnehmen, die Berechnung erfolgt nach EN 13445-3.

Bei ebenen Wänden beträgt die Geradheitstoleranz für beliebige Profillinien der Behälterwand von 900 mm bis 1 500 mm Länge 10 mm. Nach EN ISO 1101:2005 ist die Geradheitstoleranz festgelegt als der Abstand zweier parallelen Linien bzw. Ebenen, zwischen denen alle Punkte der betrachteten Profillinie liegen müssen.

Bei ebenen, rechteckigen oder runden Böden beträgt die Geradheitstoleranz für beliebige Profillinien von 900 mm bis 1 500 mm Länge 10 mm.

Die Abweichung von der Ideallinie (Abmaße) von Messpunkt zu Messpunkt darf im Allgemeinen höchstens die Hälfte der Toleranz betragen und darf nur allmählich eintreten.

4.1.3 Ausführung von Stahlbehältern

Ebene Flächen bieten Schwierigkeiten bei der Ausmauerung. Sie sind daher:

- a) so klein wie möglich zu halten;
- b) gegen Durchbiegung auszusteifen;
- c) in den Ecken biegesteif auszuführen;
- d) am freien Rand, falls erforderlich, mit einem Halt für das Mauerwerk zu versehen (siehe Bild 2);
- e) gegebenenfalls mit einer Neigung $\geq 2 \%$ auszuführen.

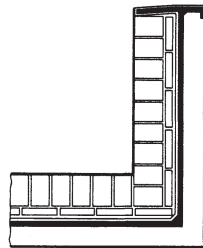


Bild 2 — Ebene Stahlwand

Boden- und Seitenstutzen dürfen nur angebracht werden, falls unbedingt erforderlich.

Sind Behälterdeckel auszumauern, müssen diese gewölbt sein und ein Widerlager für die Ausmauerung haben.

4.1.4 Aufstellung von Behältern mit Ausmauerung

Der Behälter ist vor dem Ausmauern in seine endgültige Lage zu bringen. Ist dies nicht möglich, sind etwaig erforderliche Transporte ausgemauerter Behälter erst dann durchzuführen, wenn die Ausmauerung ausreichend standfest ist. Von Vorteil ist der sorgfältige Einbau von Aussteifungen für den Transport. Die Standfestigkeit kann durch Erzeugen einer Vorspannung günstig beeinflusst werden. Das Rollen ausgemauerter Apparate ist nicht zulässig.

Umwelt- und/oder Sicherheitsauflagen sind zu beachten.

4.1.5 Dichtheitsprüfungen

Alle Behälter sind vor dem Ausmauern einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen.

4.1.6 Instandsetzung und Änderungen

Sind an ausgemauerten Behältern Schweißarbeiten erforderlich, ist vor dem Schweißen die Ausmauerung bis zu einem angemessenen Abstand von der Schweißstelle vorsichtig zu entfernen. Im Übrigen sind die Regelwerke zu beachten, denen der ausgemauerte Behälter unterliegt.

4.2 Behälter und Apparate aus Beton

4.2.1 Bemessung von Behältern aus Beton mit Ausmauerung

Auszumauernde Behälter sind so zu bemessen, dass keine Verformungen der Konstruktion auftreten können, die zu Schäden in der Ausmauerung führen. Besonderes Augenmerk ist hier auf die Rissbreitenbegrenzung im Beton in Abhängigkeit der zur Anwendung kommenden Dichtschicht zu richten. Je nach Elastizität und Dicke der Dichtschicht muss die Rissbreite im Beton auf 0,1 mm bis 0,3 mm begrenzt werden. Die Bewehrung ist nach EN 206-1 auszulegen. Bei der Berechnung und Ausführung der Betonkonstruktion müssen Betriebstemperatur, Betriebsdruck und ein mögliches Quellen der Ausmauerung berücksichtigt werden. Schädliche Zugspannungen in der Ausmauerung müssen vermieden werden. Die Eigenschaften der Werkstoffe sind den Herstellerangaben zu entnehmen. Richtwerte können 4.5 entnommen werden. Wenn höhere thermische Beanspruchung und/oder Überdruck vorliegen, sollte ein Spannungsnachweis durchgeführt werden. Es können auch Referenzobjekte aus der Praxis herangezogen werden.

4.2.2 Maßtoleranzen

Für Betonbehälter liegen zurzeit keine geregelten Vorgaben vor. Zulässige Abweichungen müssen mit dem Hersteller der Ausmauerung abgestimmt werden.

4.2.3 Anforderungen an Betonkonstruktionen

Bauteil- und Oberflächenanforderungen müssen EN 14879-1 entsprechen.

4.3 Vorbereitung des Untergrunds

Vorbereitung des Untergrunds, siehe EN 14879-1.

4.4 Dichtschicht

Die Dichtschicht ist entweder eine Beschichtung nach EN 14879-2 und/oder EN 14879-3 oder eine Auskleidung nach EN 14879-4 und/oder EN 14879-5.

Die Dichtschicht eines kombinierten Auskleidungssystems dient zur Abdichtung des Bauteils und Rissüberbrückung des Betons. Da in den meisten Fällen die Dichtschicht auch durch die Nutzschrift gegen die direkte Einwirkung von chemischen, mechanischen oder thermischen Beanspruchungen geschützt wird, darf die Eignung nur durch eine Prüfung des gesamten Systems ermittelt werden.

Unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen und der zu erwartenden Lebensdauer ist die Kombination aus Dichtschicht und Nutzschrift zu wählen, die insgesamt die besten Beständigkeitseigenschaften aufweist. In der Regel ist das Auskleidungssystem entweder für die zu erwartenden Belastungen oder (in Sonderfällen) für höhere als zu erwartende Belastungen auszulegen.

a) Dichtheit

Um den Durchtritt flüssiger Medien zu verhindern, muss die Dichtschicht frei von Poren, Einschlüssen und anderen Fehlern sein und darf im gesamten zu schützenden Bereich keine Unterbrechung aufweisen.

b) Dampf- und/oder Flüssigkeitsundurchlässigkeit

Die Dichtschicht muss ausreichend undurchlässig gegen Dampf und/oder Flüssigkeiten sein, d. h. der Untergrund darf chemisch nicht angegriffen werden und die Schicht darf sich bei Belastung nicht vom Untergrund ablösen.

c) Chemische Beständigkeit

Die Dichtschicht in Kombination mit der Nutzschrift muss ausreichend beständig gegen Chemikalien sein. Eine Dichtschicht kann — obwohl sie bei direkter Beanspruchung über längere Zeit nicht ausreichend beständig ist — dennoch ihre Funktion erfüllen, da durch die darüber liegende Nutzschrift ein direkter Kontakt mit den angreifenden Stoffen verhindert wird und sich ein stagnierender Zustand einstellt und somit die Auswirkung auf die Dichtschicht vermindert wird.

d) Mechanische Beständigkeit

Die Dichtschicht muss ausreichend beständig sein, um die auf die Nutzschrift einwirkenden mechanischen Beanspruchungen ohne nachteilige Veränderung ihrer Struktur oder Funktionsfähigkeit aufnehmen und an den Trägerwerkstoff weiterleiten zu können. Dies gilt sowohl für statische als auch für dynamische Belastungen, durch die zusätzlich zu dem vertikal einwirkenden Druck auch horizontale Spannungen auftreten können. Hier ist auch die Lastfrequenz von Bedeutung. Bei der Auswahl der Werkstoffe für die Dichtheit sind außerdem Verformungen des Untergrundes durch Schwinden und Fließen (Kriechen), die durch unterschiedliche Wärmeausdehnung im Untergrund und in der Nutzschrift verursachten Spannungen und die Art der Rissbildung im Betonuntergrund (Klassifizierung von Rissen siehe EN 14879-1) zu berücksichtigen.

e) Thermische Beständigkeit

Dichtschichten müssen ausreichend wärmebeständig sein. Bei der Ausführung des Beschichtungs- oder Auskleidungssystems müssen der Wärmedurchgangskoeffizient der Verschleißschicht und die Wärmeeigen-

schaften des Untergrundes berücksichtigt werden. In Zweifelsfällen ist das Wärmeverhalten des gesamten Systems zu berechnen.

f) Alterungsbeständigkeit

Die Nutzschrift schützt die Dichtschrift gegen die meisten von außen einwirkenden Faktoren, die zu einer vorzeitigen Alterung führen könnten. Das Alterungsverhalten der Dichtschrift kann jedoch durch Langzeiteinwirkung erhöhter Temperaturen nachteilig beeinflusst werden. Es muss sichergestellt werden, dass kein Haftungsverlust oder fehlende Rissüberbrückung aufgrund zunehmender Versprödung der Schicht auftreten.

g) Instandhaltung

Eine Reparatur der Dichtschrift muss möglich sein.

4.5 Nutzschrift

4.5.1 Verlegekitt und Fugenkitt/-zementmörtel

4.5.1.1 Allgemeines

In kombinierten Auskleidungssystemen wird der Kitt bzw. Zementmörtel verwendet, um die Dichtschrift mit der Nutzschrift zu verbinden und die Platten und/oder Steine der Nutzschrift zu verfugen.

In der Regel steht der Fugenkitt in direktem Kontakt mit dem Prozessmedium. Üblicherweise kommt auch das Kitt bzw. Zementmörtelbett nach längerer Einwirkzeit mit dem Medium direkt in Berührung.

Der zu verwendende Kitt bzw. Zementmörtel ist in Abhängigkeit von der zu erwartenden Beanspruchung unter Berücksichtigung des Beanspruchungsprofils nach 4.7.1 bis 4.7.5 und der nachfolgenden Anforderungen zu wählen.

a) Chemische Beständigkeit

Der mit dem Medium in Berührung kommende Kitt- bzw. Zementmörtel muss gegen dieses Medium beständig sein. Die Dauer der Medieneinwirkung sowie die Konzentration und Temperatur des Mediums sind zu berücksichtigen.

b) Mechanische Beständigkeit

Der Kitt bzw. Zementmörtel muss alle statischen oder dynamischen mechanischen Beanspruchungen (einschließlich Vibration) über die Dichtschrift auf den Untergrund übertragen können, ohne dass auch bei gleichzeitig auftretender thermischer Belastung Schäden auftreten.

Die zulässige temperaturabhängige Flächenpressung muss bei Werkstoffen mit thermoplastischen Eigenschaften wie Bitumen besonders berücksichtigt werden.

c) Thermische Beständigkeit

Der Kitt bzw. Zementmörtel muss gegen alle zu erwartenden thermischen Beanspruchungen beständig sein. Insbesondere zu berücksichtigen sind die höchsten und die niedrigsten Temperaturen, denen der Kitt bzw. Zementmörtel ausgesetzt sein wird, die Dauer der Beanspruchung, eventuelle Temperaturwechsel sowie deren Geschwindigkeit und Häufigkeit.

d) Schwinden

Das Härten des Kitts bzw. Zementmörtels erfolgt gegebenenfalls unter Schwinden, dessen Ausmaß von den jeweiligen Werkstoffeigenschaften abhängt. In kombinierten Auskleidungssystemen wird das Schwinden sowie jede Längenänderung verhindert und führt so zu Schwindspannungen. Der verwendete Kitt bzw.

Zementmörtel muss sowohl mit der Dichtschicht als auch mit den in der Nuttschicht eingebetteten Platten oder Steinen eine dauerhafte Verbindung eingehen. Zur Verbesserung der Haftung sind zusätzliche Maßnahmen, wie z. B. Besanden, Aufrauen oder Grundieren möglich.

Hohllagen oder Risse in der Nuttschicht sind nicht zulässig. Schwinden kann z. B. durch Verwendung dickerer Platten oder Steine verringert werden.

e) Elektrostatische Ableitfähigkeit

Falls erforderlich, kann die Leitfähigkeit der Kunstharzkitte durch geeignete Zusatzmittel (z. B. Kohlenstoff als Füllstoff) erhöht werden.

Die Prüfung des Ableitwiderstands wird nach Anhang C (normativ) mit einer Messspannung von 100 V durchgeführt.

Die Messung des Isolationswiderstandes (Oberflächenwiderstands) erfolgt nach IEC 60167 mit einer Gleichspannung von 100 V. EN 1081 darf weiterhin angewendet werden.

4.5.1.2 Werkstoffe

4.5.1.2.1 Allgemeines

Für die Ausbildung der Verlegung und das Verfugen können folgende Werkstoffe verwendet werden:

- a) Zementmörtel;
- b) Wasserglaskitte;
- c) Bituminöse Massen;
- d) Kunstharzkitte (z. B. auf Basis Epoxid (EP), Furan (FU), Phenolformaldehyd (PF), ungesättigtem Polyester (UP) oder Vinylester (VE)).

Tabelle 1 enthält die allgemeinen Eigenschaften von Zementmörtel, Wasserglaskitt und bituminösen Massen. Die allgemeinen Eigenschaften von Kunstharzkitten sind in Tabelle 2 angegeben. Physikalische Eigenschaften sind in Tabelle 3 angegeben.

**Tabelle 1 — Allgemeine Eigenschaften von Zementmörtel,
Wasserglaskitt und/oder bituminösen Massen**

	Zementmörtel	Wasserglaskitt	Bituminöse Massen
Bindemittel	Portlandzement, Hochofenzement oder Tonerdeschmelzzement	Kaliwasserglas, Natronwasserglas	Oxidiertes Bitumen
Füllstoff	Quarz, Trass	Quarz	Quarz, Kaolin, Kohlenstoff, Baryt
Katalysator	Wasser	Neutralisator	—
Hilfsstoffe	Unverseifbare Kunstharzdispersion	—	—
Härtungsreaktion	Hydratation	Koagulation	Erstarrung
Topfzeit (Verarbeitungszeit)	30 Min. bis mehrere Stunden	30 Min. bis 2 Stunden	—
Schwinden, als Massenanteil in %	0,6 bis 0,9	1,5 bis 2,5	b
Belastbarkeit nach :	mehreren Tagen	mehreren Tagen	nach Erkalten
Haftung auf:			
— Kohlenstoff	(nicht anwendbar)	(nicht anwendbar)	+
— Keramik	+	+	+
— Stahl	+	+	+
— Beton	+	+ ^a	+
— Gummi	-/+ ^a	—	+
— Thermoplast	-/+ ^a	-/+ ^a	+
— Kunstharzbeschichtungen	-/+ ^a	-/+ ^a	
Verwendung:			
— Böden und Wände	++	○	+
— Behälter und Apparate	+	++	+
— chemische Beanspruchungen	Geeignet nur bei pH > 4	Sehr gut geeignet bei pH < 5	+
— mechanische Beanspruchungen	+	+	○
— thermische Beanspruchungen	++	++	—
^a Mit Grundieren und Besanden. ^b Der Begriff „Schwinden“ trifft für bituminösen Massen nicht zu. Das zu berücksichtigende Verhalten bei Bitumen, ist abhängig vom Volumenausdehnungskoeffizienten, der im Temperaturbereich von 15 °C bis 200 °C 0,000 61 beträgt. Zeichenerklärung: ++ sehr gut/sehr geeignet + gut/geeignet ○ gut/ nur unter bestimmten Bedingungen geeignet — ungenügend/ungeeignet			

Tabelle 2 — Allgemeine Eigenschaften von Kunstharzkitt

	Kitt auf Basis von				
	EP	FU	PF	UP	VE
Anzahl der Komponenten	2 bis 3	2 bis 3	2 bis 3	2 bis 4	2 bis 4
Bindemittel	EP	FU	PF	UP	VE
Füllstoff	Quarz, Kohlenstoff, Schwerspat	Quarz, Kohlenstoff, Schwerspat	Quarz, Kohlenstoff, Schwerspat	Quarz, Kohlenstoff, Schwerspat	Quarz, Kohlenstoff, Schwerspat
Härter	Polyamin	Organische Säuren	Organische Säuren	Organisches Peroxid	Organisches Peroxid
Hilfsstoff	—	—	—	Organischer Beschleuniger	Organischer Beschleuniger
Härtungsreaktion	Polyaddition	Polykonden- sation	Polykonden- sation	Polymeri- sation	Polymeri- sation
Topfzeit bei 20 °C, in h	½ bis 1	½ bis 1	½ bis 1	½	½
Härtungszeit bei 20 °C, in h	24	24	24	12	12
Schwinden, als Massenanteil in %	0,2 bis 0,4	0,3 bis 0,8	0,3 bis 0,6	0,2 bis 0,5	0,2 bis 0,5
Kann nach dem Erhärten bei 20 °C chemisch beansprucht werden für	2 bis 7 Tage	2 bis 7 Tage	2 bis 7 Tage	1 bis 7 Tage	1 bis 7 Tage
Haftung auf:					
— Keramik	++	++	++	+	+
— Kohlenstoff	++	+	+	+ ^a	+ ^a
— Gummi	– bis +	– bis +	– bis +	– bis +	– bis +
— Thermoplast	○ bis ++	○ bis ++	○ bis ++	○ bis ++	○ bis ++
— Kunstharzbeschichtungen					
Verwendung:					
— Böden und Wände	++	++	++	++	++
— Behälter und Apparate	+	++	++	++	++
— chemische Beanspruchungen	+	++	++	+	+
— mechanische Beanspruchungen	++	++	++	++	++
— thermische Beanspruchungen	○	++	+	+	+
^a Nur mit Grundierung. Zeichenerklärung: ++ sehr gut/sehr geeignet + gut/geeignet ○ gut/nur unter bestimmten Bedingungen geeignet – ungenügend/ungeeignet					

Tabelle 3 — Physikalische Eigenschaften von Kitten bzw. Zementmörtel und bituminösen Massen

Werkstoff	Dichte in g/cm ³	Wasser- aufnahme, als Massen- anteil in %	Druck- festigkeit in N/mm ²	Biegefestig- keit in N/mm ²	Elastizi- tätsmodul ^b (Druck-/ Biegebe- lastung) 10 ⁴ N/mm ²	Koeffizient der linearen Wärmeaus- dehnung in 10 ⁻⁶ · K ⁻¹	Thermische Beständig- keit bei Tempera- turen bis (in °C)
Zement- mörtel	etwa 2,1	etwa 15	> 10	—	1,5	10	250
Wasserglas- kitt	2,0 bis 2,3	etwa 10	20 bis 40	5 bis 10	etwa 1	12	900
Bituminöse Massen	etwa 1,7	< 1	— ^a	—	—	—	—
Kunstharz- kitt mit minerali- schen Füllstoffen	1,7 bis 2,2	< 1	50 bis 100	20 bis 40	1 bis 2	20 bis 50	180
Kunstharz- kitt mit Kohlenstoff als Füllstoff	1,4 bis 2,0	< 1	50 bis 100	20 bis 30	etwa 0,8	20 bis 30	250

^a Für Bitumen lassen sich auf Grund ihrer thermoplastischen Eigenschaften keine Festigkeitswerte und thermischen Beständigkeiten festlegen. Ein relevantes Merkmal ist jedoch die zulässige Flächenpressung, die bei 20 °C etwa 0,2 N/mm² beträgt und mit zunehmender Temperatur abnimmt.

^b Druck-E-Modul bei Wasserglaskitt und Zementmörtel, Biege-E-Modul bei Kunstharzkitt.

4.5.1.2.2 Allgemeine Werkstoffeigenschaften

Die in den Tabellen 1 und 2 aufgeführten allgemeinen Eigenschaften wurden den Angaben verschiedener Hersteller entnommen und dienen nur als Leitfaden, da sie in der Art und Zusammensetzung der Bindemittel, Katalysatoren, Beschleuniger und Füllstoffe beträchtliche Unterschiede aufweisen können.

Zur Eignungsbeurteilung sind die Angaben des Herstellers zugrunde zu legen (z. B. technische Datenblätter).

4.5.1.2.3 Physikalische Eigenschaften

Tabelle 3 enthält die physikalischen Eigenschaften verschiedener Kitten bzw. Zementmörtel und bituminösen Massen. Diese Werte sind nur Richtwerte, da die Art und Zusammensetzung der Bindemittel, Härter, Beschleuniger und Füllstoffe sowie die Alterungsbedingungen und die Temperatureinwirkungen einen Einfluss auf die Eigenschaften haben können.

Zur Eignungsbeurteilung sind die Angaben des Herstellers zugrunde zu legen (z. B. technische Datenblätter).

4.5.1.2.4 Chemische Beständigkeit

Tabelle 4 ist als ein Leitfaden anzusehen und hat ausschließlich informativen Charakter. Die Werte sollten die Beständigkeiten der Werkstoffe in Relation zueinander angeben. Die Tabelle enthält Kitten bzw. Zementmörtel und bituminöse Massen entsprechend ihrer Beständigkeit gegen verschiedene Chemikalien bei Umgebungstemperatur und kontinuierlicher Beanspruchung. Die Beständigkeit ist bei nur kurzzeitigen Beanspruchungen (z.B. bei Bodenplattierungen) höher.

Zur Eignungsbeurteilung sind die Angaben des Herstellers zugrunde zu legen (z. B. technische Datenblätter).