

DIN EN 13121-2

**DIN**

ICS 23.020.10

**Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter –  
Teil 2: Verbundwerkstoffe – Chemische Widerstandsfähigkeit;  
Deutsche Fassung EN 13121-2:2003**

GRP tanks and vessels for use above ground –  
Part 2: Composite materials –  
Chemical resistance;  
German version EN 13121-2:2003

Réservoirs et récipients en PRV pour utilisation hors sol –  
Partie 2: Matériaux composites –  
Résistance chimique;  
Version allemande EN 13121-2:2003

Gesamtumfang 32 Seiten

Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN  
Normenausschuss Tankanlagen (NATank) im DIN



Die Europäische Norm EN 13121-2:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

## Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 13121-2 ist vom Technischen Komitee CEN/TC 210 „GFK-Tanks und -Behälter“ (Sekretariat: Deutschland) ausgearbeitet worden. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war hierfür der Gemeinschaftsausschuss „GFK-Tanks und -Behälter“ des Normenausschusses Chemischer Apparatebau (FNCA) und des Normenausschusses Tankanlagen (NATank) zuständig.

Nur zum internen Gebrauch

ICS 23.020.10

Deutsche Fassung

## Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter - Teil 2: Verbundwerkstoffe - Chemische Widerstandsfähigkeit

GRP tanks and vessels for use above ground - Part 2:  
Composite materials - Chemical resistance

Réservoirs et récipients en PRV pour utilisation hors sol -  
Partie 2: Matériaux composites - Résistance chimique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. Juni 2003 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

**Inhalt**

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>5</b>
<b>4 Schutzschichten</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1 Allgemeine Anforderungen</b> .....	<b>5</b>
<b>4.2 Einzelschutzschicht (ESS)</b> .....	<b>6</b>
<b>4.3 Chemieschutzschicht (CSS)</b> .....	<b>6</b>
<b>4.4 Thermoplastauskleidungen (TPL)</b> .....	<b>6</b>
<b>5 Bestimmung des Teilfaktors, <math>A_2</math></b> .....	<b>7</b>
<b>5.1 Allgemeines</b> .....	<b>7</b>
<b>5.2 Bestimmung des Teilfaktors <math>A_2</math> nach allgemein anerkannten Medienlisten</b> .....	<b>9</b>
<b>5.3 Bestimmung des Teilfaktors, <math>A_2</math> nach den Unterlagen der Harzhersteller</b> .....	<b>10</b>
<b>5.3.1 Angaben der Harzhersteller über die chemische Widerstandsfähigkeit</b> .....	<b>10</b>
<b>5.3.2 Mindestwert der Wärmeformbeständigkeit (<i>HDT</i>)</b> .....	<b>10</b>
<b>5.3.3 Teilfaktor <math>A_2</math></b> .....	<b>10</b>
<b>5.4 Unterlagen der Thermoplasthersteller</b> .....	<b>10</b>
<b>5.5 Betriebserfahrungen</b> .....	<b>11</b>
<b>5.6 Prüfverfahren</b> .....	<b>11</b>
<b>Anhang A (normativ) Bestimmung des Teilfaktors, <math>A_2</math>, nach Medienlisten</b> .....	<b>12</b>
<b>Anhang B (normativ) Bestimmung des Teilfaktors <math>A_2</math> anhand von Betriebserfahrungen</b> .....	<b>20</b>
<b>Anhang C (informativ) Bestimmung des Teilfaktors <math>A_2</math> anhand von Vor-Ort- oder von Laborversuchen</b> .....	<b>21</b>
<b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinien 97/23/EC (PED)</b> .....	<b>30</b>

Normen-Download-Beuth-SV Büro Wachsmann Holger Wachsmann; Elektro-ingenieur-KdNr.:5799584-LjNr.:9680977001-2021-03-09 16:26

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 13121-2:2003) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 210 „GFK Tanks und -Behälter“ 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 April 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2004 zurückgezogen werden.

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

Zusammenhang mit dieser Europäischen Richtlinie siehe informativen Anhang ZA, der ein integraler Teil dieser Norm ist.

Diese Norm ist Teil 2 von EN 13121, die insgesamt die Werkstoffe, Auslegung, Herstellung, Prüfung, Auslieferung, Aufstellung und Instandhaltung von oberirdischen GFK-Tanks und -Behältern behandelt. Der vorliegende Teil 2 legt Anforderungen fest für die chemische Widerstandsfähigkeit von Verbundwerkstoffen für oberirdische GFK-Tanks und -Behälter für die Lagerung von Prozessfluiden. Die Tanks und Behälter können mit oder ohne Auskleidung im Werk oder an Ort und Stelle zusammengebaut werden.

Die Anhänge A und B sind normativ. Anhang C ist informativ.

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der Druckgeräte-Richtlinie (DGRL) 97/23/EG.

## Einleitung

Die Europäische Norm EN 13121 besteht aus den folgenden Teilen mit dem gemeinsamen Titel „Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter“:

*Teil 1: Ausgangsmaterialien — Spezifikations- und Annahmebedingungen*

*Teil 2: Verbundwerkstoffe — Chemische Widerstandsfähigkeit (diese Norm)*

*Teil 3: Berechnung, Konstruktion und Bauausführung*

*Teil 4: Auslieferung, Aufstellung und Instandhaltung*

In diesen vier Teilen sind die Verantwortlichkeiten der Tank- bzw. Behälterhersteller, der Werkstoffhersteller bzw. der Lieferanten und des Bestellers festgelegt.

Für die Gestaltung und die Herstellung von GFK-Tanks und -Behältern kommen eine Vielzahl unterschiedlicher Materialien, wie Harze, Thermoplaste und textile Verstärkungen, in Betracht und werden eine Vielzahl unterschiedlicher Herstellungsverfahren angewendet. Dabei wird davon ausgegangen, dass Tanks und Behälter nach dieser Norm nur von Herstellern gefertigt werden, die fachlich kompetent und entsprechend ausgerüstet sind, so dass bei Verwendung von Ausgangswerkstoffen fachlich kompetenter und erfahrener Hersteller alle Anforderungen erfüllt werden.

EN 13121-1 enthält die Anforderungen, auf deren Grundlage nachgewiesen wird, dass die GFK-Werkstoffe und thermoplastischen Auskleidungen die erforderliche chemisch/thermische Widerstandsfähigkeit unter Betriebsbedingungen aufweisen. EN 13121-1 enthält die Anforderungen für die Spezifikations- und Annahmebedingungen für GFK- und thermoplastische Werkstoffe, die zur Bestimmung der chemischen Widerstandseigenschaften dieser

Werkstoffe nach diesem Teil der Norm erforderlich sind. EN 13121-2 enthält die Anforderungen, auf deren Grundlage nachgewiesen wird, dass die GFK-Werkstoffe und thermoplastischen Auskleidungen eine ausreichend chemisch/thermische Widerstandsfähigkeit unter Betriebsbedingungen haben. Teil 2 legt die Anforderungen an Schutzschichten und Traglamine fest sowie die Verfahren zum Nachweis der Eignung im Hinblick auf die durch die Fluide verursachten chemisch/thermischen Auswirkungen und zur Bestimmung des Teilfaktors,  $A_2$ , der für die Auslegung nach prEN 13121-3 erforderlich ist. Fünf Verfahren sind beschrieben — Verwendung von Medienlisten, Verwendung der Angaben der Harzhersteller, Verwendung der Angaben der Thermoplasthersteller, betriebliche Erfahrungswerte und Prüfung anhand von Prüfmustern. Der Tank- bzw. Behälterhersteller kann eines dieser Verfahren wählen, sofern für den jeweiligen Anwendungsfall zu diesem Verfahren ausreichend Daten zur Verfügung stehen.

Zusammen mit den Anforderungen und Annahmebedingungen für die Ausgangswerkstoffe nach EN 13121-1, den Anforderungen an die Auslegung und Herstellung nach prEN 13121-3 und den in EN 13121-4 festgelegten Empfehlungen für Auslieferung, Handhabung, Aufstellung und Instandhaltung vervollständigt die vorliegende Norm EN 13121-2 die Anforderungen der gesamten Normenreihe.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm enthält die Anforderungen für die chemische Widerstandsfähigkeit von Verbundwerkstoffen für oberirdische GFK-Tanks und -Behälter für die Lagerung oder Behandlung von Fluiden. Die Tanks bzw. Behälter dürfen mit oder ohne Auskleidung werkmäßig hergestellt oder standortgefertigt sein.

## 2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 59, *Glasfaserverstärkte Kunststoffe — Bestimmung der Härte mit dem Barcol-Härteprüfgerät.*

EN 590, *Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge — Dieselmotortreibstoff — Anforderungen und Prüfverfahren.*

EN 13121-1:2003, *Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter — Teil 1: Ausgangsmaterialien — Spezifikations- und Annahmebedingungen.*

prEN 13121-3, *Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter — Teil 3: Berechnung, Konstruktion und Bauausführung.*

EN 13121-4, *Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter — Teil 4: Auslieferung, Aufstellung und Instandhaltung.*

EN ISO 4599, *Kunststoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrissbildung (ESC) — Biegestreifenverfahren (ISO 4599:1986).*

EN ISO 6252, *Kunststoffe — Bestimmung der umgebungsbedingten Spannungsrissbildung (ESC) — Zeitstandzugversuch (ISO 6252:1992).*

EN ISO 14125:1998, *Faserverstärkte Kunststoffe — Bestimmung der Biegeeigenschaften (ISO 14125:1998).*

ISO 1172, *Textilglasverstärkte Kunststoffe, Prepregs, Formmassen und Lamine — Bestimmung des Textilglas- und Mineralfüllstoffgehalts.*

ISO 4433-1, *Thermoplastische Rohre — Widerstand gegen chemische Fluide — Klassifizierung — Teil 1: Eintauchtest-Verfahren.*

ISO 4433-2, *Thermoplastische Rohre — Widerstand gegen chemische Fluide — Klassifizierung — Teil 2: Polyolefine-Rohre.*

ISO 4433-3, *Thermoplastische Rohre — Widerstand gegen chemische Fluide — Klassifizierung — Teil 3: Weichmacherfreie Polyvinylchlorid (PVC-U), hochschlagzähes Polyvinylchlorid (PVC-HI) und chlorierte Polyvinylchlorid (PVC-C) Rohre.*

ISO 4433-4, *Thermoplastische Rohre — Widerstand gegen chemische Fluide — Klassifizierung — Teil 4: Polyvinylidenfluorid-Rohre.*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten zusätzlich zu den Begriffen in EN 13121-1:2003 die folgenden Begriffe:

#### 3.1

##### **Harzschicht (HS)**

Schicht aus Harzformstoff, mit oder ohne Zusätze nach Abschnitt 7 von EN 13121-1:2003, jedoch ohne Vliesstoffe bzw. andere Faserstoffe

#### 3.2

##### **Vliesschicht (VS)**

Schicht aus Harzformstoff mit oder ohne Zusätze nach Abschnitt 7 von EN 13121-1: 2003 mit einer oder zwei Vlieseinlagen

#### 3.3

##### **Einzelschutzschicht (ESS)**

Schutzschicht aus Harzformstoff mit oder ohne Vlieseinlagen zum Ausgleich kleinerer oder unwesentlicher Auswirkungen, bedingt durch die Betriebsbedingungen

#### 3.4

##### **Chemieschutzschicht (CSS)**

Schutzschicht aus Harzformstoff mit oder ohne Vlieseinlagen zum Ausgleich wesentlicher oder größerer Auswirkungen, bedingt durch die Betriebsbedingungen

#### 3.5

##### **Thermoplastauskleidung (TPL)**

Schutzschicht aus Thermoplasten zum Ausgleich der durch die Betriebsbedingungen bewirkten Auswirkungen

#### 3.6

##### **Prüfmuster**

für die Prüfung vorgesehenes Teilstück aus Laminat oder Thermoplast

#### 3.7

##### **Prüfstück**

für die Prüfung vorbereitetes Teilstück eines Prüfmusters

#### 3.8

##### **Prüfkörper**

ausschließlich für die mechanische Prüfung vorgesehenes Teilstück eines Prüfstücks

#### 3.9

##### **maximale Temperatur $T_m$**

Temperatur, die der Hersteller des Harzformstoffes bzw. der Thermoplast-Formmasse für ein bestimmtes Fluid festlegt

#### 3.10

##### **maximale Auslegungstemperatur $T_d$**

maximale Temperatur für die Bestimmung des Teilfaktors,  $A_2$ , nach unterschiedlichen Verfahren der vorliegenden Norm

### 4 Schutzschichten

#### 4.1 Allgemeine Anforderungen

Alle Lamineate müssen innen mit einer Schutzschicht versehen sein. Die Schutzschicht ist eine Einzelschutzschicht (ESS), eine Chemieschutzschicht (CSS) oder eine Thermoplastauskleidung (TPL).

Die Art der Schutzschicht ist unter Berücksichtigung der Eignung so zu wählen, dass eine chemische Einwirkung auf das Laminat vermieden oder auf ein zulässiges Maß begrenzt wird. Insofern muss die Schutzschicht unter den Betriebsbedingungen chemisch widerstandsfähig sein, eine begrenzte Diffusion des Betriebsmediums aufweisen

und gegen umgebungsbedingte Spannungsrisssbildung unempfindlich sein. Für die TPL kann eine Wärmebehandlung erforderlich sein, um die Entstehung von umgebungsbedingten Spannungsriszen zu verhindern, siehe prEN 13121-3.

Die Dicke der Schutzschicht muss den Anforderungen in Tabelle 1 entsprechen.

Erforderlichenfalls ist die Brennbarkeit und/oder die elektrische Leitfähigkeit zu berücksichtigen und/oder die Schutzschicht danach zu wählen, ob sie geeignet ist, die Reinheit des Betriebsmediums sicherzustellen.

Die Anforderungen an die Herstellung von Schutzschichten sind in der prEN 13121-3 festgelegt.

Bei Verwendung in Berührung mit Lebensmitteln sind die einschlägigen Richtlinien zu beachten.

**Tabelle 1 — Erforderliche Dicke von Schutzschichten**

Schutzschicht	Erforderliche Dicke mm
ESS	0,4 bis 0,6
CSS	2,5 bis 4,0
PVC-U	3,0 bis 4,5
PP-H, -B, -R	3,0 bis 6,0
PVDF	2,4 bis 4,0
E-CTFE, FEP, PFA	1,7 bis 4,0

#### 4.2 Einzelschutzschicht (ESS)

Die Einzelschutzschicht (ESS) besteht aus einer Harzschicht (HS) oder einer Vliesschicht (VL).

#### 4.3 Chemieschutzschicht (CSS)

Die Chemieschutzschicht (CSS) besteht aus einer einfachen oder einer zweifachen Vliesschicht (VL) und einer Wirrfaserschicht aus Textilglasmatten oder aus geschnittenen Rovings mit einer Textilglasmenge von mindestens 900 g/m<sup>2</sup>. Der Textilglasgehalt muss zwischen 25 % und 35 % Massenanteil liegen.

Die nach der Vliesschicht (VL) folgenden Matten- oder Schneidrovingslagen sind vor dem Härten aufzutragen.

#### 4.4 Thermoplastauskleidungen (TPL)

Alle Teile einer Auskleidung sind aus der gleichen oder einer kompatiblen Werkstoffsorte herzustellen.

Auskleidungen aus PVC-U sind mit einem flüssigen Primer vorzubehandeln oder es ist ein spezielles Haftharz als Kontaktschicht zu verwenden. Auskleidungen aus PP, PVDF, E-CTFE, FEP oder PFA müssen eine rückseitige Kaschierung aus Textilglas oder Synthetikfasern besitzen. Bei Stützen bis zu einem Durchmesser von 100 mm darf eine vorbehandelte PVDF- oder E-CTFE-Auskleidung verwendet werden.

Die unmittelbar auf die Auskleidung aufgetragene Kontaktschicht ist durch eine Textilglasmatte mit 300 g/m<sup>2</sup> oder 450 g/m<sup>2</sup> zu verstärken. Die Mindesthaftfestigkeit der Kontaktschicht zur Auskleidung muss den Festlegungen in prEN 13121-3 entsprechen.

Nach einer Umformung oder mechanischen Bearbeitung muss die festgelegte Dicke der Auskleidung vorhanden sein. Dies erfordert möglicherweise die Verwendung eines dickeren Ausgangsmaterials.

Normen-Download-Beuth-SV Büro Wachsmann Holger Wachsmann; Elektro-ingenieur-KdNr.:5799584-LjNr.:9680977001-2021-03-09 16:26



## 5 Bestimmung des Teilfaktors, $A_2$

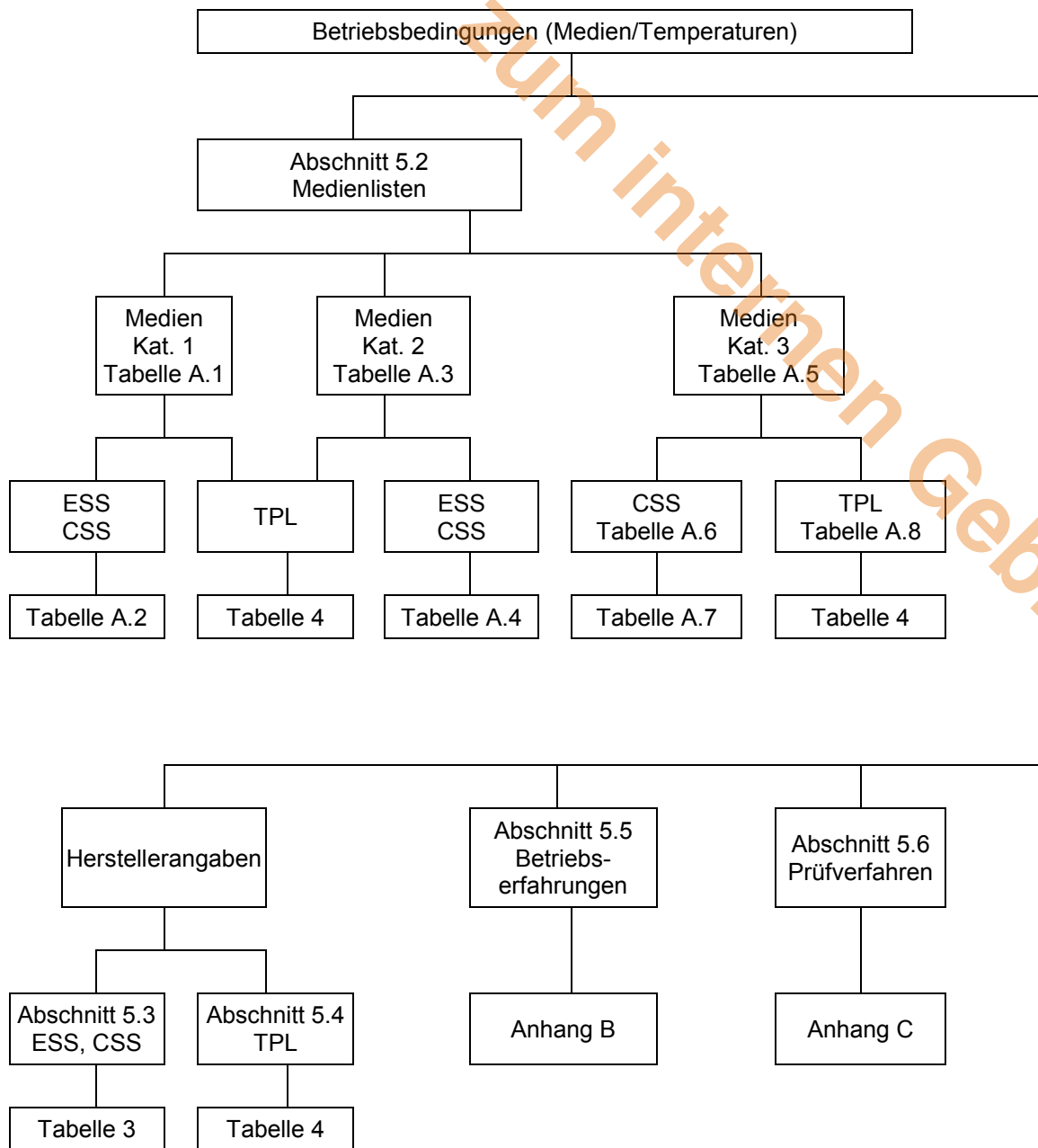
### 5.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden die Verfahren zur Bestimmung des Teilfaktors,  $A_2$ , angegeben, der für die Festlegung des Faktors  $K$  und des Auslegungsfaktors gegen Beulversagen  $F$  nach prEN 13121-3 eingesetzt wird.

Es werden fünf Verfahren beschrieben, die in Tabelle 2 einschließlich der für das jeweilige Verfahren geltenden maximalen Temperaturen  $T_d$  zusammengestellt sind.

Die angegebenen Verfahren sehen Anwendungsfälle vor, für die die allgemein anerkannten Werkstoff-/Medienlisten im Anhang A genutzt werden können oder Angaben der Harz- oder Thermoplasthersteller vorliegen und für die dokumentierte Betriebserfahrungen entsprechend Anhang B verfügbar sind oder Versuche erforderlich werden. Die Versuche können im Labor und/oder vor Ort in einer laufenden Anlage unter den im Anhang C angegebenen Bedingungen durchgeführt werden.

Bild 1 enthält eine Darstellung dieser Verfahren.



**Bild 1 — Bestimmung des Teilfaktors,  $A_2$**

Es wird oft möglich sein, den Teilfaktor  $A_2$  nach mehr als einem der angegebenen Verfahren zu ermitteln. In diesem Fall ist es zulässig, das Verfahren anzuwenden, das den kleinsten  $A_2$ -Wert ergibt.

Falls Angaben für ein bestimmtes Verfahren fehlen, bedeutet dies nicht, dass das Harz oder die Thermoplastauskleidung ungeeignet ist. Es zeigt nur, dass die Betriebsbedingungen nach diesem speziellen Verfahren nicht untersucht worden sind. Dies gilt vor allem für die Medienlisten, deren Angaben nur für die in Tabelle 2 festgelegten Temperaturen gelten. Bei höheren Betriebstemperaturen können andere Verfahren angewendet werden.

Hinsichtlich der Betriebsbedingungen kann von drei möglichen Fällen ausgegangen werden:

- a) Die Betriebsbedingungen sind gleich denen, für die bereits Angaben vorliegen. In diesem Fall sind die in der Auflistung genannten Verfahren ohne weiteres anwendbar.
- b) Die Betriebsbedingungen sind denen, für die bereits Angaben vorliegen, hinreichend ähnlich, so dass die Verwendung der bereits vorliegenden Angaben zulässig ist. In diesem Fall ist eine Beurteilung des Grads der Ähnlichkeit und der Verwendung der vorliegenden Angaben erforderlich.

- c) Die Betriebsbedingungen unterscheiden sich deutlich von denen, für die bereits eine Bewertung erfolgt ist. In diesem Fall sind nur die Verfahren anzuwenden, die sich auf die Bewertung von Prüflaminaten beziehen.

Es ist besonders wichtig, dass die chemische Widerstandsfähigkeit für den vollen Umfang der Betriebsbedingungen, einschließlich aller Verunreinigungen durch z. B. organische oder fluorhaltige Stoffe, und der Übergangstemperaturen nachgewiesen wird. In einigen Fällen wird es notwendig sein, die Beanspruchung der Schutzschicht durch unterschiedliche Zustände des Betriebsmediums zu berücksichtigen, beispielsweise durch die Gas- und die Flüssigphase und deren Phasengrenze.

**Tabelle 2 — Maximal zulässige Auslegungstemperatur,  $T_d$  für die Bestimmung des Teilfaktors,  $A_2$**

Verfahren	Maximale Auslegungstemperatur, $T_d$				
	ESS	CSS	PVC-U	PP-H PP-B PP-R	PVDF E-CTFE FEP PFA
Medienlisten					
— der Kategorie 1 (siehe Tabelle A.1)	40 °C	100 °C	60 °C	100 °C	100 °C
— der Kategorie 2 (siehe Tabelle A.4)	40 °C	80 °C	60 °C	80 °C	80 °C
— der Kategorie 3 (siehe Tabellen A.5 und A.8)	n. z.	60 °C	60 °C	60 °C	60 °C
Angaben des Harzherstellers	40 °C	120 °C	n. z.	n. z.	n. z.
Angaben des Thermoplastherstellers	n. z.	n. z.	60 °C	100 °C	120 °C
Betriebserfahrung	40 °C	120 °C	80 °C	100 °C	120 °C
Versuche im Labor oder vor Ort	40 °C	120 °C	80 °C	100 °C	120 °C
n. z. = nicht zutreffend					

## 5.2 Bestimmung des Teilfaktors $A_2$ nach allgemein anerkannten Medienlisten

Die im Anhang A enthaltenen Medienlisten sind mit den Schutzschichten nach Abschnitt 4 für verschiedene Temperaturen und Konzentrationen anwendbar.

Medienlisten können nur angewendet werden, wenn ein in Harzgruppen nach EN 13121-1 beschriebenes Harz verwendet wird. Bei Polyesterharz, Vinylesterharz, Furanharz und Phenolharz, die nicht in einer Harzgruppe nach EN 13121-1 enthalten sind, sind die Verfahren nach 5.3, 5.5 oder 5.6 anzuwenden.

Die in Anhang A enthaltene Medienliste ist keine vollständige Liste aller Medien, für die diese Norm anwendbar ist. Zusätzliche Angaben können mit den Verfahren nach 5.3, 5.4 oder 5.5 ermittelt werden.

Die Listen gelten für Medien der Kategorie 1 nicht für Temperaturen über 100 °C, für Medien der Kategorie 2 nicht für Temperaturen über 80 °C, für Medien der Kategorie 3 nicht über 60 °C und nicht für Mediengemische.

Die Listen gelten für Bauteile, die entsprechend den Empfehlungen der Harzhersteller nachgehärtet oder nicht nachgehärtet sind. Nachhärtung bedeutet, dass die Lamine mindestens 4 Stunden bei der *HDT* des Harzformstoffs, jedoch bei mindestens 80 °C, oder nach den Empfehlungen des Harzherstellers nachzuhärten sind.

Der Teilfaktor  $A_2$  wird unter Berücksichtigung der Kategorie des Mediums, der Temperatur, der Art der Schutzschicht, der Harzgruppe nach Tabelle 2 von EN 13121-1: 2003, der Textilglasart und der Nachhärtung bestimmt.

### 5.3 Bestimmung des Teilfaktors, $A_2$ nach den Unterlagen der Harzhersteller

#### 5.3.1 Angaben der Harzhersteller über die chemische Widerstandsfähigkeit

Die von den Harzherstellern vorgelegten Angaben zur chemischen Widerstandsfähigkeit müssen u. a. Einzelheiten über die Härtung des Werkstoffes beinhalten, wonach die maximalen Temperaturen,  $T_m$ , bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen bestimmt werden, z. B. die Härtungszeit und -temperatur einschließlich der Nachhärtung und Wärmeformbeständigkeit (*HDT*).

#### 5.3.2 Mindestwert der Wärmeformbeständigkeit (*HDT*)

Die Wärmeformbeständigkeit (*HDT*) des für den Tank bzw. Behälter vorgesehenen gehärteten Harzformstoffs muss mindestens 20 °C über der maximalen Auslegungstemperatur  $T_d$  liegen.

Die maximale Temperatur,  $T_m$ , darf vom Hersteller nur ausgenutzt werden, wenn die vom Harzhersteller angegebenen Bedingungen für die Härtung und die Nachhärtung bei der Herstellung beachtet werden.

#### 5.3.3 Teilfaktor $A_2$

Der Teilfaktor  $A_2$ , mit ESS oder CSS, ist im Verhältnis zu der vom Harzhersteller für Betriebsbedingungen angegebenen maximalen Temperatur,  $T_m$ , und zur Auslegungstemperatur,  $T_d$ , festzulegen.

Die Zuordnung der vom Harzhersteller angegebenen maximalen Temperaturen,  $T_m$ , zu den  $A_2$ -Werten ist in Tabelle 3 festgelegt.

**Tabelle 3 — Teilfaktor,  $A_2$ , im Verhältnis zur maximalen Auslegungstemperatur,  $T_d$ , und maximalen Temperatur,  $T_m$**

maximale Auslegungstemperatur $T_d$ °C	$A_2$ nachgehärtet <sup>a</sup>
$T_d = T_m$	1,4
$T_d = T_m - 10$	1,4
$T_d = T_m - 20$	1,3
$T_d = T_m - 30$	1,3
$T_d = T_m - 40$	1,2
$T_d = T_m - 50$	1,2
$T_d = T_m - 60$	1,1
$T_d = T_m - 70$	1,1

<sup>a</sup> Bedingungen nach 5.2 oder nach Vereinbarung mit dem Harzhersteller.

### 5.4 Unterlagen der Thermoplasthersteller

Die Beständigkeitslisten der Hersteller von Formmassen oder Auskleidungstafeln aus Thermoplasten dürfen nur für Werkstoffe verwendet werden, die charakteristischen Eigenschaften nach EN 13121-1 aufweisen.

Eine unmittelbare Anwendung der o. a. Unterlagen ist auf die Betriebsbedingungen zu beschränken, für die der Formmassen- oder Tafelhersteller den höchsten Grad der Beständigkeit angibt.

In einigen Fällen empfiehlt der Formmassen- oder Tafelhersteller zur Vermeidung von umgebungsbedingter Spannungsrisssbildung eine entsprechend niedrige Beanspruchung für Produktion und Betrieb.

Wenn die Betriebsmedien organische Stoffe oder deren Gemische enthalten, kann eine Diffusion erfolgen, die für die TPL-Haftung am Traglaminat schädlich ist. Vor der Abnahmeprüfung ist bei diesen Medien auf die Betriebserfahrung oder Prüfdaten zu verweisen.

Tabelle 4 enthält die Mindestwerte für den Teilfaktor  $A_2$  für verschiedene Auslegungstemperaturen.

**Tabelle 4 — Teilfaktor  $A_2$  bei maximaler Auslegungstemperatur,  $T_d$ , für TPL**

TPL Formmasse	maximale Auslegungstemperatur $T_d$ °C	
	$A_2 = 1,1$	$A_2 = 1,2$
PVC-U	≤ 60	—
PP-H, PP-B, PP-R	≤ 80	≤ 100
PVDF, E-CTFE, FEP, PFA	≤ 80	≤ 120 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Bei ausreichender Betriebserfahrung, siehe 5.5 und 5.6.

## 5.5 Betriebserfahrungen

Dieses Verfahren berücksichtigt Fälle, in denen eine Anlage bereits betrieben wird und gleiche oder ähnliche Betriebsbedingungen vorliegen. Die Anlage muss in Form eines Tanks bzw. eines Behälters oder einer Rohrleitung mit der Flüssigkeit ausgeführt sein.

Der Teilfaktor,  $A_2$ , ist durch die in Anhang B angegebenen Verfahren zu ermitteln.

Der Wert des Teilfaktors,  $A_2$ , gilt in allen Fällen bei Verwendung des gleichen Harzformstoffs bzw. der gleichen Auskleidung nach der ursprünglichen Festlegung.

## 5.6 Prüfverfahren

Die im Anhang C angegebenen Verfahren beschreiben die Anforderungen für die Prüfung und die Bewertung von Laminaten mit ESS, CSS oder TPL, um deren Eignung nachzuweisen und den Teilfaktor,  $A_2$ , zu bestimmen. Die Prüfung sollte durch Beanspruchung von Werkstoffproben oder Prüfmustern durch das Betriebsmedium bei Auslegungstemperatur und über bestimmte Prüfzeiten erfolgen.

Bei der Prüfung kann der Werkstoff mit und ohne Vorspannung beansprucht werden und einseitig oder allseitig mit dem Prüfmedium beaufschlagt werden.

Als ausschlaggebend ist zu bedenken, ob der Werkstoff im Betrieb zu umgebungsbedingter Spannungsrissbildung neigen darf. Falls dies als möglich angesehen wird, sollte die Eignung des Werkstoffs durch Versuche unter Vorspannung bestimmt werden.

Als erstes Ergebnis der Versuche können die Werkstoffe mit „ungeeignet“ oder mit „geeignet“ bewertet werden. Bei der Einstufung als „geeignet“ ermöglicht das in C.3 festgelegte Verfahren dann die Bestimmung des Teilfaktors  $A_2$ .

## Anhang A (normativ)

### Bestimmung des Teilfaktors, $A_2$ , nach Medienlisten

#### A.1 Medien der Kategorie 1

Die Medien der Kategorie 1 sind in Tabelle A.1 zusammengestellt.

Für maximale Auslegungstemperaturen  $\leq 40$  °C muss die Schutzschicht eine ESS, eine CSS oder eine TPL sein. Für maximale Auslegungstemperaturen  $> 40$  °C bis  $\leq 100$  °C muss eine CSS- oder eine TPL-Schutzschicht verwendet werden.

Der Wert des Teilfaktors  $A_2$  für TPL muss Tabelle 4 entsprechen. Der Wert des Teilfaktors  $A_2$  für ESS- und für CSS-Schutzschichten muss Tabelle A.2 entsprechen.

**Tabelle A.1 — Medien der Kategorie 1**

Medium	Medium	Medium	Medium
Ammoniumbromat, aq	Fettsäuren (> 12 C-Atome) z. B. Olein-, Palmitin-, Stearinsäure	Nickelsulfat, aq	Natriumnitrat, aq
Ammoniumbromid, aq		Paraffin	Natriumphosphat, aq
Ammoniumchlorid, aq		Kaliumaluminiumsulfat, aq	Natriumsulfat, aq
Ammoniumnitrat, aq		Kaliumbromat, aq	Natriumsulfit, aq
Ammoniumphosphat, aq	Fruchtsirup ( $3 \leq \text{pH} \leq 8$ ), z. B. Himbeer-, Rüben-, Stärkesirup	Kaliumbromid, aq	Natriumthiosulfat, aq
Ammoniumsulfat, aq		Kaliumchlorat, aq	Stärke, aq ( $5 \leq \text{pH} \leq 8$ )
Bariumchlorid, aq		Kaliumchlorid, aq	
Bariumnitrat, aq		Kaliumchromat, aq	
Salzwassersole, aq, ges.	Magnesiumchlorid, aq	Kaliumhexacyanoferrat(II), aq	Zucker, z. B. Galactose Glucose, Sorbit, Fructose, Mannit, Mannose
Calciumchlorid, aq	Magnesiumnitrat, aq	Kaliumhexacyanoferrat(III), aq	
Calciumnitrat, aq	Magnesiumsulfat, aq	Kaliumjodid, aq	
Calciumsulfat, aq	Mangan(II)-chlorid, aq	Kaliumnitrat, aq	Pflanzenöl, z. B. Rizinusöl, Baumwollsamendöl, Sojaöl, Weizenkeimöl
Cobaltchlorid, aq	Mangan(II)-nitrat, aq	Nickelnitrit, aq	
Cobaltnitrat, aq	Mangan(II)-sulfat, aq	Kaliumphosphat, aq	
Kupfer(I)-chlorid, aq	Quecksilber	Kaliumsulfat, aq	
Kupfer(II)-chlorid, aq	Quecksilber-I-chlorid	Seewasser ( $3 \leq \text{pH} \leq 8$ )	
Kupfer(II)-nitrat, aq	Quecksilber(II)-chlorid	Silikonöl, -fett	
Kupfer(I)-sulfat, aq	Quecksilber(II)-nitrat	Natriumbromat, aq	
Kupfer(II)-sulfat, aq	Melasse ( $3 \leq \text{pH} \leq 8$ )	Natriumbromid, aq	
Dieselöl, Heizöl (EN 590) (aromaten- und methanolfrei)	Nickelchlorid, aq	Natriumchlorat, aq	
	Nickelnitrat, aq	Natriumchlorid, aq	
ANMERKUNG Für höhere Temperaturen können andere Verfahren angewendet werden. Siehe 5.5 und 5.6.			

In Tabelle A.2 ist die Art der Schutzschicht angegeben, die für Medien der Kategorie 1 bei den verschiedenen Temperaturen erforderlich ist. Außerdem sind die zugehörigen  $A_2$ -Faktoren für nachgehärtete Lamine angegeben.

In Tabelle A.2 sind auch die für Medien der Kategorie 1 bei den verschiedenen Temperaturen zu verwendenden Harzgruppen nach Tabelle 2 in EN 13121-1:2003 festgelegt.

Bei Temperaturen bis 60 °C darf im Traglaminat ein anderes Harz verwendet werden als in der ESS oder der CSS. Bei Temperaturen über 60 °C ist ein Wechsel des Harzes nur zulässig, wenn die jeweiligen Betriebsdaten, Angaben aus Versuchen oder des Harzherstellers vorliegen.

ANMERKUNG Bei Verwendung unterschiedlicher Harze darf die Dicke der ESS oder CSS erforderlichenfalls erhöht werden.

**Tabelle A.2 — Harzgruppen für Schutzschichten und Traglaminat bei Medien der Kategorie 1 sowie die zugehörigen  $A_2$ -Faktoren für maximale Auslegungstemperaturen  $T_d$**

Maximale Auslegungstemperaturen $T_d$	Harzgruppen			$A_2$ nachgehärtet <sup>a</sup>
	ESS	CSS	Traglaminat	
$30\text{ °C} < T_d \leq 40\text{ °C}$	1B — 8	1B — 8	1A — 8	1,2
$40\text{ °C} < T_d \leq 60\text{ °C}$	nicht zulässig	3 — 8	3 — 8	1,3
$60\text{ °C} < T_d \leq 80\text{ °C}$	nicht zulässig	4 — 8	4 — 8	1,4
$80\text{ °C} < T_d \leq 100\text{ °C}$	nicht zulässig	6 — 8	6 — 8	1,4
ANMERKUNG 1	1A — 8 siehe Tabelle 2 in EN 13121-1:2003			
ANMERKUNG 2	Für höhere Temperaturen können andere Verfahren angewendet werden. Siehe 5.5 und 5.6.			
<sup>a</sup> Bedingungen nach 5.2 oder nach Vereinbarung mit dem Harzhersteller.				

## A.2 Medien der Kategorie 2

Die Medien der Kategorie 2 sind in Tabelle A.3 zusammengestellt.

Für maximale Auslegungstemperaturen  $\leq 40\text{ °C}$  ist als Schutzschicht eine ESS, eine CSS oder eine TPL zulässig. Für maximale Auslegungstemperaturen  $> 40\text{ °C}$  bis  $\leq 80\text{ °C}$  muss eine CSS- oder eine TPL-Schutzschicht verwendet werden. Der Wert des Teilfaktors  $A_2$  für ESS und CSS muss der Tabelle A.4 entsprechen. Der Wert des Teilfaktors  $A_2$  für TPL-Schutzschichten muss 5.4, Tabelle 4, entsprechen, wobei die maximalen Auslegungstemperaturen,  $T_d$ , für den jeweiligen Auskleidungswerkstoff nach Tabelle A.3 zu beachten sind.

Tabelle A.3 — Maximale Auslegungstemperatur,  $T_d$ , für Medien der Kategorie 2

Medium	CSS $T_d$ °C	PVC-U $T_d$ °C	PP-H, PP-B, PP-R $T_d$ °C	PVDF, E-CTFE $T_d$ °C	FEP, PFA $T_d$ °C
Adipinsäure, aq	80	45	80	25	80
Alkohole (2 bis 10 C-Atome), ≤ 20 % aq <sup>a</sup> z. B. Ethanol	60	40	60	60	60
Isobutanol	40	—	—	—	80
Isodecanol	60	—	—	—	80
Isopropanol	50	25	60	60	80
Propanol	60	25	60	60	80
Benzoessäure, aq	80	40	80	80	80
Borsäure, aq	80	40	80	80	80
Citronensäure, aq (≤ 50 %)	80	40	80	80	80
Glycole, z. B. Butandiol 1,2	80	25	25	60	80
Butandiol 1,3	80	—	—	—	80
Butandiol 1,4	80	25	60	60	80
Diethylenglykol	80	—	—	—	80
Dipropylenglykol	80	—	—	—	80
Ethylenglykol	80	60	80	80	80
Glyzerin	80	60	80	80	80
Neopentylglykol	65	—	—	—	80
1,2-Propylenglykol	80	—	—	—	80
Triethylenglykol	80	—	—	—	80
Tripropylenglykol	65	—	—	—	80
Kohlenwasserstoffe (5 bis 10 C-Atome), z. B. Pentan, Penten (≤ 50 °C)	70	25	25	80	80
Hexan, Hexen (≤ 50 °C)	70	25	—	80	80
Heptan, Hepten	80	—	—	80	80
Oktan, Okten	80	—	—	80	80
Nonan, Nonen	80	—	—	80	80
Dekan, Deken	80	—	—	80	80
Milchsäure, aq (≤ 10 %)	80	25	80	25	80
Phosphorsäure, aq (≤ 80 %)	80	60	80	80	80
Phthalsäure(-n)	80	25	60	80	80
Phthalate, -ester	65	30	30	30	80
Kaliumfluorid, aq <sup>b</sup>	60	60	80	80	80
Natriumacetat, aq	80	60	80	80	80
Natriumbicarbonat, aq	80	60	80	80	80
Natriumfluorid, aq <sup>b</sup>	60	65	80	80	80
Natriumtetraborat (Borax), aq	80	40	80	80	80
Bernsteinsäure, aq	80	60	60	60	80
Weinsteinsäure, aq	80	25	60	60	80
Harnstoff, aq (5 ≤ pH ≤ 8)	60	60	60	60	80
Wasser nicht deionisiert bzw. destilliert	80	60	80	80	80
<sup>a</sup> Höhere Konzentrationen siehe Tabelle A.5, Medienklasse VIII.					
<sup>b</sup> Es sind Synthese- oder Kohlefaservliese zu verwenden.					
ANMERKUNG Für höhere Temperaturen, siehe andere Verfahren. Siehe 5.5 und 5.6.					

In Tabelle A.4 ist die Art der Schutzschicht angegeben, die für Medien der Kategorie 2 bei den verschiedenen Temperaturen erforderlich ist. Außerdem sind die zugehörigen  $A_2$ -Faktoren für nachgehärtete Laminate angegeben.



In Tabelle A.4 sind ferner die für Medien der Kategorie 2 bei den verschiedenen Temperaturen zu verwendenden Harzgruppen nach Tabelle 2 der EN 13121-1:2003 festgelegt.

Mit Ausnahme der Phosphorsäure darf bei Auslegungstemperaturen bis 60 °C im Traglaminat ein anderes Harz und eine andere Textilglasart verwendet werden als in der ESS oder CSS. Bei Auslegungstemperaturen über 60 °C ist ein Wechsel des Harzes und der Textilglasart nur zulässig, wenn einschlägige Betriebsdaten, Angaben aus Versuchen oder des Harzherstellers vorliegen.

ANMERKUNG Bei Verwendung unterschiedlicher Harze darf die Dicke der ESS oder CSS erforderlichenfalls erhöht werden.

**Tabelle A.4 — Harzgruppen für Schutzschichten und Traglamine bei Medien der Kategorie 2 sowie die zugehörigen  $A_2$ -Faktoren für verschiedene Auslegungstemperaturen  $T_d$**

Maximale Auslegungstemperaturen $T_d$	Harzgruppen			$A_2$ nachgehärtet <sup>a</sup>
	ESS	CSS	Traglaminat	
$T_d \leq 30 \text{ °C}$	1B, 2 — 8	1B, 2 — 8	1 — 8	1,2
$30 \text{ °C} < T_d \leq 40 \text{ °C}$	2 — 8	2 — 8	1 — 8	1,3
$40 \text{ °C} < T_d \leq 60 \text{ °C}$	nicht zulässig	3 — 8	3 — 8	1,4
$60 \text{ °C} < T_d \leq 80 \text{ °C}$	nicht zulässig	6 — 8	6 — 8	1,4
ANMERKUNG 1A — 8 siehe Tabelle 2 in EN 13121-1:2003.				
<sup>a</sup> Bedingungen nach 5.2 oder nach Vereinbarung mit dem Harzhersteller.				

### A.3 Medien der Kategorie 3

Die Medien der Kategorie 3 sind in die Klassen I bis X eingeteilt und die entsprechenden Anforderungen für die Harzgruppen sind in Tabelle A.5 zusammengestellt.

Als Schutzschicht ist eine CSS oder eine TPL zu verwenden.

Die Art der für die CSS zu wählenden Textilglase ist Tabelle A.6 zu entnehmen.

Der für Medien der Kategorie 3 bei einer CSS jeweils anzuwendende  $A_2$ -Faktor ist in Tabelle A.7 angegeben.

Bei Medien der Klassen III bis IX, mit Ausnahme von Salzsäure und Salpetersäure, darf bei Auslegungstemperaturen bis 40 °C im Traglaminat ein anderes Harz und eine andere Textilglasart verwendet werden als in der CSS. Bei Auslegungstemperaturen über 40 °C ist ein Wechsel des Harzes und der Textilglasart nicht zulässig.

Bei maximalen Auslegungstemperaturen  $T_d$  über 40 °C ist ein Wechsel des Harzes oder der Textilglasart für ESS und CSS nur zulässig, wenn einschlägige Betriebserfahrungen oder Angaben des Herstellers der Ausgangswerkstoffe vorliegen.

ANMERKUNG Bei Verwendung unterschiedlicher Harze darf die Dicke der ESS oder CSS erforderlichenfalls erhöht werden.

Der Wert für den Teilfaktor,  $A_2$ , für TPL-Schutzschichten muss 5.4, Tabelle 4, entsprechen, wobei die in Tabelle A.8 festgelegten maximalen Auslegungstemperaturen,  $T_d$ , für den jeweiligen Auskleidungswerkstoff zu beachten sind.

Tabelle A.5 — Für Medien der Kategorie 3 geeignete Harzgruppen

Medium	Konzentration	Auslegungstemperatur		
		$T_d \leq 30 \text{ °C}$	$30 \text{ °C} < T_d \leq 40 \text{ °C}$	$40 \text{ °C} < T_d \leq 60 \text{ °C}$
<b>I Anorganische Laugen und deren basische Salze<sup>a</sup></b>				
Ammoniumhydroxid, aq, pH > 10	≤ 5 %	4 — 8	6 — 8	6 — 8
	> 5 %, ≤ 25 %	6 — 8	6 — 8	6 — 8
Calciumhydroxid, aq, pH > 10	≤ 10 %	4 — 8	5 — 8	6 — 8
	> 10 %	4 — 8	4 — 8	6 — 8
Hydrazinhydrat, aq	≤ 16 %	6 — 8	—	—
Kaliumhydroxid, aq, pH > 10	≤ 1 %	4 — 8	6 — 8	6 — 8
	> 1 %, ≤ 20 %	5 — 8	6 — 8	6 — 8
	> 20 %, < 50 %	5 — 8	6 — 8	6, 7
Natriumaluminat, aq, pH > 10	jede	6 — 8	6 — 8	—
Natriumhydroxid, aq, pH > 10	≤ 1 %	4 — 8	6 — 8	6, 7
	≤ 20 %	5 — 8	6 — 8	6, 7
	≤ 50 %	5 — 8	6 — 8	6, 7
<b>II Anorganische oxidierende Laugen und deren basische Salze<sup>a</sup></b>				
Calciumhypochlorit, aq, pH ≥ 12	≤ 17 % Cl aktiv	4 — 8	5 — 8	6, 7
Chlorkalk, aq		5 — 8	5 — 8	6, 7
Natriumhypochlorit, aq, pH ≥ 12	≤ 16 % Cl aktiv	4 — 8	5 — 8	6, 7
<b>III Anorganische Säuren und deren saure Salze</b>				
Aluminiumsulfat	jede	1 — 8	1B, 2 — 8	3 — 8
Salzsäure	≤ 18 %	4 — 8	6 — 8	6 — 8
	> 18, ≤ 37 %	4 — 8	6 — 8	8
Eisen(II)-chlorid	jede	1B, 2 — 8	2, 4 — 8	4 — 8
Eisen(III)-chlorid	jede	1B, 2 — 8	2, 4 — 8	4 — 8
Eisen(II)-sulfat	jede	1 — 8	1B, 2 — 8	3 — 8
Eisen(III)-sulfat	jede	1 — 8	1B, 2 — 8	3 — 8
Eisen(III)-chloridsulfat	jede	1B, 2 — 8	2, 4 — 8	4 — 8
Schwefelsäure	≤ 50 %	1B, 2 — 8	4 — 8	4 — 8
	> 50, ≤ 60 %	4 — 8	4 — 8	6 — 8
<b>IV Anorganische oxidierende Säuren und deren saure Salze</b>				
Chromsäure	≤ 10 %	2B, 3 — 8	4 — 8	7, 8
Salpetersäure	≤ 30 %	4 — 8	5 — 8	—
Perchlorsäure	≤ 20 %	3 — 8	—	—
<b>V Organische Laugen</b>				
Dimethylanilin		8	8	—
Diethylanilin		8	8	—
<b>VI Organische Säuren</b>				
Essigsäure	≤ 10 %	1 — 8	1B, 2 — 8	3 — 8
	≤ 50 %	2B, 3 — 8	3 — 8	5 — 8
Ameisensäure	≤ 10 %	2B, 3 — 8	4 — 8	4 — 8
Oxalsäure, aq <sup>a</sup>	≤ 10 %	2B, 3 — 8	3 — 8	3 — 8
Toluolsulfonsäure	≤ 50 %	4 — 8	4 — 8	5 — 8

Tabelle A.5 (fortgesetzt)

Medium	Konzentration	Auslegungstemperatur		
		$T_d \leq 30 \text{ °C}$	$30 \text{ °C} < T_d \leq 40 \text{ °C}$	$40 \text{ °C} < T_d \leq 60 \text{ °C}$
<b>VII Waschrohstoffe und -additive<sup>b</sup></b>				
$3 \leq \text{pH} \leq 8$	—	2 — 8	2B, 3 — 8	3 — 8
$8 < \text{pH} \leq 9$		4 — 8	4 — 8	4 — 8
$\text{pH} > 9$		4 — 8	5 — 8	5 — 8
<b>VIII Lösemittel</b>				
Cyclohexanol	—	2, 4, 6 — 8	2B, 4, 7, 8	—
Cyclohexanon	—	4 — 8	—	—
Ethanol, aq	$> 20 \%$ , $\leq 96 \%$	2, 4 — 8	7, 8	—
<b>IX Oxidationsmittel</b>				
Wasserstoffperoxid	$\leq 30 \%$	4 — 8	7, 8	7, 8
Kaliumpermanganat	$\leq 50 \%$	2B, 3 — 8	4 — 8	6 — 8
<b>X Sonstige</b>				
Caprolactam, aq	$\leq 50 \%$	4 bis 8	4 bis 8	—
<p><sup>a</sup> Für Medien der Klassen I, II und VII sowie für Oxalsäure sind Synthese- oder Kohlefaservliese zu verwenden.</p> <p><sup>b</sup> Typische Waschrohstoffe und -additive sind:            Alkylaminopolyglykolether, Alkylarylammoniumsalze (Na-, K-), Alkylarylsulfonate, Alkyl-naphtholpolyglykolether, Alkylol-ethersulfate, Alkyloletherphosphate, Alkylphenolpolyglykolether, Alkylphenolpolyglykolethersulfate, Alkylarylphosphate, Etylendiaminpolyglykolether, Fettsäureamide, Na- und K-Salze der Etylendiamintetraessigsäure (EDTA-Salze), Na- und K-Salze der Nitrilotriessigsäure (NTA-Salze).</p>				
ANMERKUNG 1	Harzgruppe 1A — 8 siehe Tabelle 2 in EN 13121-1:2003.			
ANMERKUNG 2	Für höhere Temperaturen können andere Verfahren angewendet werden. Siehe 5.5 und 5.6.			

Tabelle A.6 — Faserarten in der CSS

Medien-klasse	Allgemeine Bezeichnung	VL	CSM
I	Anorganische Laugen und deren basische Salze	S	AR/E/E-CR
II	Anorganische oxidierende Laugen und deren basische Salze	S	AR/E/E-CR
III	Anorganische Säuren und deren saure Salze	AR/C/E-CR	AR/E-CR
IV	Anorganische oxidierende Säuren und deren saure Salze	AR/C/E-CR	AR/E-CR
V	Organische Laugen	C/E	AR/E/E-CR
VI	Organische Säuren	AR/C/E-CR	AR/E-CR
VII	Waschrohstoffe und -additive	C/E/S	AR/E/E-CR
VIII	Lösemittel	C/E	AR/E/E-CR
IX	Oxidationsmittel	C/E/S	AR/E/E-CR
X	Sonstige	C/E/S	AR/E/E-CR
ANMERKUNG AR = AR-Glas, C = C-Glas, E = E-Glas und E-CR = E CR-Glas nach Tabelle 5 in EN 13121-1:2003, S = synthetische oder Kohlenstofffasern.			

Tabelle A.7 — Teilfaktor für  $A_2$  Medien der Kategorie 3 bei verschiedenen Auslegungstemperaturen

Auslegungstemperatur, $T_d$	CSS	$A_2$ für nachgehärtet <sup>a</sup>
$T_d \leq 30 \text{ °C}$	vorgeschrieben	1,2
$30 \text{ °C} < T_d \leq 40 \text{ °C}$	vorgeschrieben	1,3
$40 \text{ °C} < T_d \leq 60 \text{ °C}$	vorgeschrieben	1,4

<sup>a</sup> Bedingungen nach 5.2 oder nach Vereinbarung mit dem Hersteller.

Tabelle A.8 — Maximale Auslegungstemperatur für TPL bei Medien der Kategorie 3

Medium	Konzentration	Maximale Auslegungstemperatur, $T_d$ , °C				
		PVC-U	PP-H, PP-B, PP-R	PVDF	E-CTFE	FEP, PFA
<b>I Anorganische Laugen und deren basische Salze</b>						
Ammoniumhydroxid, aq	$\leq 5 \%$	60	60	—	60	60
	$\leq 25 \%$	40	60	—	60	60
Calciumhydroxid, aq	$\leq 10 \%$	60	60	—	60	60
	$> 10 \%$	60	60	—	60	60
Hydrazinhydrat, aq	$\leq 16 \%$	—	40	25	—	—
Kaliumhydroxid, aq	$< 1 \%$	60	60	—	60	60
	$\leq 20 \%$	60	60	—	60	60
	$> 20 \%$	40	60	—	60	60
Natriumhydroxid, aq	$\leq 1 \%$	60	60	—	60	60
	$\leq 20 \%$	60	60	—	60	60
	$> 20 \%$	40	60	—	60	60
<b>II Anorganische oxidierende Laugen und deren basische Salze</b>						
Calciumhypochlorit, aq	jede	60	40	25	60	60
Chlorkalk, aq		60	25	25	60	60
Natriumhypochlorit, aq	$< 16 \%$ Cl aktiv	60	—	25	60	60
<b>III Anorganische Säuren und deren saure Salze</b>						
Aluminiumsulfat	jede	60	60	60	60	60
Salzsäure	$\leq 18 \%$	60	40	60	60	60
	$\leq 37 \%$	40	25	60	60	60
Eisen(II)-chlorid	jede	60	25	60	60	60
Eisen(III)-chlorid	jede	60	25	60	60	60
Eisen(II)-sulfat	jede	60	25	60	60	60
Eisen(III)-sulfat	jede	60	25	60	60	60
Eisen(III)-chloridsulfat	jede	60	25	60	60	60
Schwefelsäure	$< 50 \%$	60	25	60	60	60
<b>IV Anorganische oxidierende Säuren und deren saure Salze</b>						
Chromsäure	$\leq 10 \%$	40	—	60	60	60
	$\leq 30 \%$	40	—	60	60	60
Salpetersäure	$\leq 5 \%$	60	30	60	60	60
	$\leq 30 \%$	60	—	60	60	60
Perchlorsäure	$\leq 20 \%$	40	40	60	60	60

Tabelle A.8 (fortgesetzt)

Medium	Konzentration	Maximale Auslegungstemperatur, °C				
		PVC-U	PP-H, PP-B, PP-R	PVDF	E-CTFE	FEP, PFA
<b>V Organische Laugen</b>						
N, N-Dimethylanilin		—	—	50	—	60
N, N-Diethylanilin		—	—	50	—	60
<b>VI Organische Säuren</b>						
Essigsäure	≤ 10 %	40	60	60	60	60
	≤ 50 %	40	60	60	60	60
Ameisensäure	≤ 10 %	40	40	60	60	60
Oxalsäure	≤ 10 %	40	40	60	60	60
Toluolsulfonsäure	≤ 50 %	—	—	40	50	60
<b>VII Waschrohstoffe und -additive (siehe Tabelle A.5)</b>						
3 < pH < 8		60	—	60	60	60
8 < pH < 9		60	—	—	60	60
pH > 9		60	—	—	60	60
<b>VIII Lösemittel</b>						
Cyclohexanol		40	40	40	60	60
Cyclohexanon		—	20	25	25	60
Ethanol, aq	> 20 % und ≤ 96 %	40	60	25	60	60
<b>IX Oxidationsmittel</b>						
Wasserstoffperoxid	≤ 30 %	60	—	—	60	60
Kaliumpermanganat	≤ 50 %	60	—	60	60	60
<b>X Sonstige</b>						
Caprolactam, aq	< 50 %	—	—	—	—	—
ANMERKUNG Für höhere Temperaturen müssen andere Verfahren angewendet werden. Siehe 5.5 und 5.6.						

## Anhang B (normativ)

### Bestimmung des Teilfaktors $A_2$ anhand von Betriebserfahrungen

#### B.1 Verwendung bei gleichen oder ähnlichen Bedingungen nach mehr als 3 Betriebsjahren

Bei dokumentierten Erfahrungen unter gleichen oder ähnlichen Betriebsbedingungen über mehr als 3 Jahre sollte der gleiche Teilfaktor  $A_2$ , der bei dem bestehenden Anlagenteil vorgeschrieben war, für nachfolgende oder ähnliche Betriebsbedingungen verwendet werden.

Ist der Teilfaktor  $A_2$  nicht gegeben, kann er auf der Grundlage der ursprünglichen Auslegungskriterien errechnet werden.

#### B.2 Verwendung bei gleichen oder ähnlichen Bedingungen nach mehr als 3 Betriebsjahren und Durchführung innerer Prüfungen

Bei dokumentierten Erfahrungen unter gleichen oder ähnlichen Betriebsbedingungen über mehr als 3 Jahre und unter der Voraussetzung, dass bei einer inneren Prüfung des Anlagenteils eine mängelfreie Beschaffenheit nach den Kriterien in Tabelle C.1 nachgewiesen worden ist, darf für nachfolgende oder ähnliche Betriebsbedingungen ein herabgesetzter  $A_2$ -Wert festgelegt werden. Der herabgesetzte Teilfaktor sollte den ursprünglichen Teilfaktor  $A_2$  um nicht mehr als 0,1 unterschreiten, wobei der untere Grenzwert von 1,1 gilt.

Ist der Teilfaktor  $A_2$  nicht gegeben, kann er auf der Grundlage der ursprünglichen Auslegungskriterien errechnet werden.

#### B.3 Verwendung bei gleichen oder ähnlichen Bedingungen nach weniger als 3 Betriebsjahren und Durchführung innerer Prüfungen

Bei dokumentierten Erfahrungen unter gleichen oder ähnlichen Betriebsbedingungen über weniger als 3 Jahre, jedoch mehr als 6 Monate und unter der Voraussetzung, dass bei einer inneren Prüfung des Anlagenteils eine mängelfreie Beschaffenheit nachgewiesen worden ist, darf für nachfolgende oder ähnliche Betriebsbedingungen der gleiche Teilfaktor  $A_2$  festgelegt werden.

Ist der Teilfaktor  $A_2$  nicht gegeben, kann er auf der Grundlage der ursprünglichen Auslegungskriterien errechnet werden.

## Anhang C (informativ)

### Bestimmung des Teilfaktors $A_2$ anhand von Vor-Ort- oder von Laborversuchen

#### C.1 Prüfverfahren für Laminat

##### C.1.1 Vorbereitung der Prüfmuster

###### C.1.1.1 Herstellung

Prüfmuster sollten nach folgendem Verfahren hergestellt werden:

Die Oberfläche einer sauberen, ebenen Metall- oder Glasplatte zur Entformung des Laminats mit einer geeigneten Polyester-Trennfolie abdecken.

Die Harzmasse nach Empfehlung des Harzherstellers durch Zugabe von Härter und Beschleuniger für eine Gelierzeit von etwa 30 min bei Raumtemperatur ansetzen.

Die textilen Verstärkungen auf die erforderliche Größe zuschneiden. Dabei beachten, dass Schlichte und Binder der Textilglasmatten mit dem zu untersuchenden Harz verträglich sind.

An den Rändern der Platten ein 3,0 mm dickes Distanzstück befestigen.

Harzmasse auf die Trennfolie gießen und mit einem geeigneten Roller gleichmäßig verteilen.

Das Oberflächenvlies einlegen (siehe 6.2 von EN 13121-1:2003).

Mit einem geeigneten Roller auf die Harzmasse aufrollen.

Weitere Harzmasse aufgießen und gleichmäßig verteilen.

Textilglas-Schnittmatten von 450 g/m<sup>2</sup> oder 300 g/m<sup>2</sup> einlegen, bis die Masse je Flächeneinheit insgesamt 900 g/m<sup>2</sup> beträgt (siehe 6.3 von EN 13121-1:2003).

Nacheinander mit einem geeigneten Roller auf die Harzmasse aufrollen.

Ein weiteres Oberflächenvlies einlegen.

Mit einem geeigneten Roller auf die Harzmasse aufrollen.

Eine geeignete Polyester-Trennfolie auf die Laminat-Oberfläche auflegen.

Mit einem Flachroller aufrollen.

Eine saubere Metall- oder Glasplatte darauflegen.

Mindestens 16 h anhärteln und abkühlen lassen.

Für die Versuche nach C.1.2 oder C.1.3 in passende Prüfstücke schneiden.

Eine Kantenversiegelung der Prüfstücke sollte dokumentiert werden.

Das Prüfstück über eine Zeit und bei einer Temperatur nach den Empfehlungen des Harzherstellers in einem Heißluftofen nachhärten. Die Nachhärtebedingungen sollten dokumentiert werden.

Das Prüfstück langsam auf Raumtemperatur abkühlen lassen.

### C.1.1.2 Beschreibung

Die Dicke des Prüfstückes sollte mit einem geeigneten Gerät gemessen werden und die Toleranz  $\pm 0,2$  mm betragen.

Die Barcol-Härte sollte an einem Referenzstück gemessen werden.

Das Glas-/Harzverhältnis sollte an repräsentativen Prüfmustern nach ISO 1172 bestimmt werden und die Anforderungen nach 4.3 erfüllen.

Die Art und die genaue Menge des Harzes, des Härters, des Beschleunigers und der textilen Verstärkungen sollten dokumentiert werden.

Die Prüfstücke sollten in geeigneter Weise gekennzeichnet werden.

### C.1.2 Prüfung mit einseitiger Beanspruchung

#### C.1.2.1 Allgemeines

Bei der Prüfung wird jeweils eine Seite eines Prüfstückes mit der Flüssigphase und der Dampfphase eines Prüfmediums bei einer bestimmten Prüftemperatur über eine bestimmte Zeit beansprucht.

Die Prüftemperatur sollte der Auslegungstemperatur entsprechen.

Eine ausreichende Anzahl von Prüfstücken, jedoch mindestens 8, sollte verwendet werden, damit alle Voraussetzungen für die Beurteilung der Prüfergebnisse gegeben sind.

#### C.1.2.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung (Bild C.1) besteht aus einem Zylinder mit Anschlüssen für ein Thermometer und einen Rückkühler sowie einer thermostatisch geregelten Heizeinrichtung.

Es sollten mindestens 4 Prüfeinrichtungen verwendet werden.

Der Werkstoff des Zylinders sollte gegen das Prüfmedium chemisch beständig sein.

Die beiden Zylinderenden sollten mit Prüfstücken verschlossen, abgedichtet und angemessen befestigt werden.

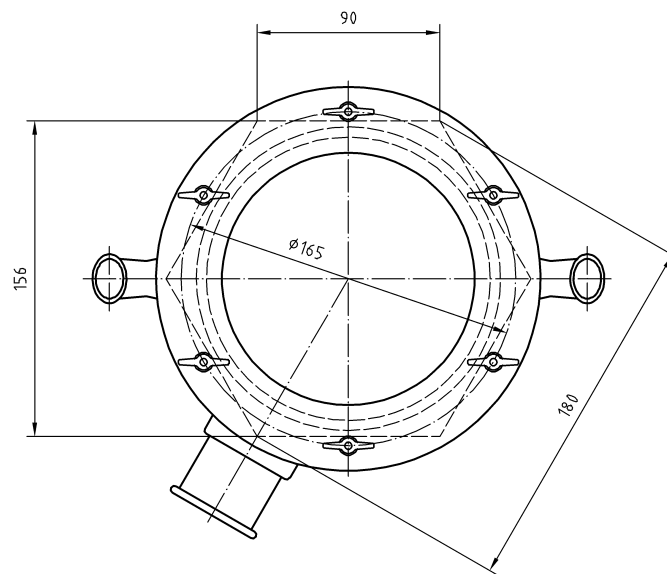
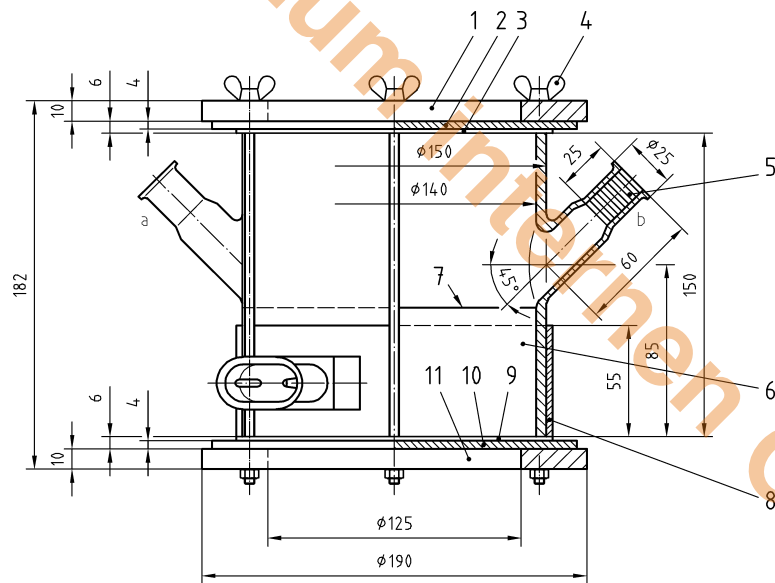
Die Heizeinrichtung sollte die Prüftemperatur der Flüssigkeit auf  $\pm 2$  °C halten.

Das Prüfgerät darf in senkrechter (siehe Bild C.1) oder in waagerechter Lage benutzt werden.

Es dürfen andere Geräte verwendet werden, sofern der Versuch sinngemäß durchgeführt werden kann.

Die Erwärmung darf durch eine außen oder innen, jeweils unterhalb des Flüssigkeitsspiegels angebrachte Heizeinrichtung erfolgen. Die Prüfeinrichtung darf mit einer Dämmung versehen sein.





### Legende

- |   |   |    |                           |
|---|---|----|---------------------------|
| 1 | Flansch   | 6  | Glaszylinder              |
| 2 | Prüfstück (Dampfphase)                                    | 7  | Flüssigkeitsspiegel       |
| 3 | Dichtung (z. B. aus PTFE)                                 | 8  | Heizeinrichtung           |
| 4 | Sechs Gewindebolzen (M6 × 200)                            | 9  | Dichtung (z. B. aus PTFE) |
| 5 | Zwei Anschlussstutzen<br>(für Thermometer und Rückkühler) | 10 | Prüfstück (Flüssigphase)  |
|   |   | 11 | Flansch                   |

**Bild C.1 — Prüfgerät für einseitige Beanspruchung durch das Prüfmedium**

Vor Beginn der Prüfung sollten die chemische Zusammensetzung und die kennzeichnenden Eigenschaften, z. B. Farbe, Dichte, pH-Wert, des Prüfmediums bestimmt und dokumentiert werden. Die Prüfstücke sollten den Prüfmustern nach C.1.1.1 entnommen werden.

Die Reststücke sollten als Referenzstücke zur Bestimmung der Referenzwerte nach Tabelle C.1 verwendet werden.

Die Zylinder der Prüfeinrichtung sollten etwa zur Hälfte mit dem Prüfmedium befüllt werden.

Falls möglich, sollte an jedem Zylinder der Füllstand vor Erwärmung auf Prüftemperatur markiert werden.

### C.1.2.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung beginnt, wenn die Prüftemperatur erreicht ist.

Jede Prüfeinrichtung sollte für eine bestimmte Prüfdauer vorgesehen sein, z. B. für 1, 4, 8, 16 Wochen. Die längste der Prüfzeiten sollte mindestens 16 Wochen betragen.

Während der Prüfung sollte das Aussehen des Prüfmediums beobachtet werden. Das Prüfmedium sollte regelmäßig ausgetauscht werden, um seine ursprünglichen Eigenschaften beizubehalten. Der Austausch des Prüfmediums sollte jeweils dokumentiert werden.

Nach jeder Prüfzeit und nach Abkühlung des Prüfmediums auf Raumtemperatur sollte das Prüfstück entnommen werden. Das Prüfstück sollte mit Wasser gereinigt oder mit einem Reinigungsmittel behandelt werden, das das Prüfstück nicht angreift. Nach der Reinigung sollte das Prüfstück durch Abtupfen mit einem Tuch getrocknet werden, ohne die Oberfläche zu schädigen, und unmittelbar danach einer Sichtprüfung unterzogen werden.

### C.1.2.4 Prüfergebnisse

Nach der Reinigung und Trocknung des Prüfstückes sollten die in Tabelle C.1 angegebenen Kriterien bewertet werden.

Die Prüfung der mechanischen Eigenschaften sollte innerhalb von 7 Tagen an luftdicht gelagerten Prüfständen erfolgen.

Zur Ermittlung der Festigkeit und des Elastizitätsmoduls im Biegeversuch nach ISO 14125, Verfahren A (Dreipunktbelastung), sollten die Prüfkörper den Prüfständen und Referenzstücken am Versuchstag entnommen werden. Die medienbeanspruchte Seite sollte im Versuch zugbelastet sein.

### C.1.2.5 Prüfbericht

Im Prüfbericht sollte Folgendes angegeben sein:

- Hinweis auf diese Europäische Norm;
- Beschreibung des Prüfmusters und des Prüfmediums;
- alle sachdienlichen Prüfparameter nach diesem Prüfverfahren;
- alle sachdienlichen Prüfparameter in Abweichung von diesem Prüfverfahren;
- Einzel- und Mittelwerte der kennzeichnenden Eigenschaften für jedes Prüfstück;
- alle unplanmäßigen Einzelheiten und anderen Umstände, die die Prüfergebnisse beeinflussen könnten;
- die Prüftermine;
- Name und Unterschrift der verantwortlichen Prüfperson.

Der Prüfbericht, die Prüfstände und die Reste der Prüfmuster sollten mindestens 6 Monate durch das Labor oder an einem Platz verwahrt werden, der zwischen Besteller und Labor vereinbart wurde.

## C.1.3 Prüfung mit allseitiger Beanspruchung

### C.1.3.1 Allgemeines

Eine ausreichende Anzahl von Prüfständen, jedoch mindestens 4, sollte verwendet werden, damit alle Voraussetzungen für die Beurteilung der Prüfergebnisse gegeben sind.

### C.1.3.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung besteht aus einem Behälter, der gegen das Prüfmedium chemisch beständig ist, und der mit Anschlüssen für ein Thermometer und einen Rückkühler sowie einer thermostatisch geregelten Heizeinrichtung ausgerüstet ist.

Die Heizeinrichtung sollte die Prüftemperatur der Flüssigkeit auf  $\pm 2$  °C halten.

### C.1.3.3 Vorbereitung der Prüfung

Vor Beginn der Prüfung sollten die chemische Zusammensetzung und die kennzeichnenden Eigenschaften, z. B. Farbe, Dichte, pH-Wert, des Prüfmediums bestimmt und dokumentiert werden.

Die 100 mm × 125 mm großen Prüfstücke sollten Prüfmustern entnommen werden, die nach C.1.1 hergestellt sind. Die Reststücke sollten als Referenzstücke zur Bestimmung der Referenzwerte nach Tabelle C.1 verwendet werden.

Alle Prüfstücke sollten ohne gegenseitige Berührung und ohne Berührung mit den Wandungen in den Behälter eingelegt werden.

Der Behälter sollte bis zum vollständigen Untertauchen aller Prüfstücke mit dem Prüfmedium befüllt werden.

Der Füllstand sollte vor Erwärmung auf Prüftemperatur am Behälter markiert werden.

### C.1.3.4 Durchführung der Prüfung

Die Durchführung der Prüfung sollte nach C.1.2.4 durchgeführt werden.

### C.1.3.5 Prüfergebnisse

Die Prüfergebnisse sollten nach C.1.2.5 bestimmt werden.

### C.1.3.6 Prüfbericht

Der Prüfbericht sollte nach C.1.2.6 abgefasst werden.

## C.1.4 Prüfung „Vor-Ort“

### C.1.4.1 Allgemeines

Bei dieser Prüfung werden Prüfstücke der Beanspruchung eines Betriebsmediums bei Betriebstemperatur ausgesetzt. Die Prüfung darf bei zweiseitiger oder einseitiger Beanspruchung, in einer betrieblichen Tank-, Behälter- oder Rohrleitungsanlage oder in Form eines kurzen Rohrabschnitts unter Betriebsbedingungen durchgeführt werden.

Eine ausreichende Anzahl von Prüfstücken, jedoch mindestens 4, sollte verwendet werden, damit alle Voraussetzungen für die Beurteilung der Versuchsergebnisse gegeben sind.

### C.1.4.2 Vorbereitung der Prüfung

Vor Beginn der Prüfung sollten die chemische Zusammensetzung und die kennzeichnenden Eigenschaften, z. B. Farbe, Dichte, pH-Wert, des Prüfmediums dokumentiert werden.

Die Prüfstücke dürfen nach C.1.1 hergestellt werden. Andere Prüfstücke, z. B. ein Rohrstück, dürfen verwendet werden, sofern der Versuch sinngemäß durchgeführt werden kann.

Es sollte sichergestellt sein, dass alle Prüfstücke den gleichen Prüfbedingungen ausgesetzt sind und sich nicht berühren.

#### **C.1.4.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung beginnt, wenn die Prüfstücke eingesetzt bzw. eingelegt und die Betriebsbedingungen erreicht sind.

Falls möglich, sollten die Prüfstücke regelmäßig herausgenommen werden. Die Prüfung sollte mindestens 3 Monate dauern.

Nach Entnahme sollte das Prüfstück mit Wasser gereinigt oder mit einem Reinigungsmittel behandelt werden, das die Prüfstücke nicht angreift. Das gereinigte Prüfstück sollte trockengewischt und in einem luftdichten Behälter gelagert werden, um ein Ausdampfen des Prüfmediums bis zur Prüfung zu verhindern.

#### **C.1.4.4 Prüfergebnisse**

Die Prüfstücke sollten nach C.1.2.5 beurteilt werden.

#### **C.1.4.5 Prüfbericht**

Der Prüfbericht sollte nach C.1.2.6 abgefasst werden.

### **C.2 Prüfverfahren für Thermoplastauskleidungen und Schweißverbindungen**

#### **C.2.1 Prüfung mit einseitiger Beanspruchung**

Die Prüfung sollte nach C.1.2 durchgeführt werden. Die Dicke der Prüfstücke sollte den Angaben in Tabelle 1 entsprechen.

#### **C.2.2 Prüfung mit allseitiger Beanspruchung**

Der thermoplastische Formstoff sollte unter vollständiger Einlagerung im Betriebsmedium bei Auslegungstemperatur nach ISO 4433-1 untersucht werden.

Die Dicke der Prüfstücke sollte den Angaben in Tabelle 1 entsprechen.

Es sollte sichergestellt sein, dass alle Prüfstücke den gleichen Prüfbedingungen ausgesetzt sind und sich nicht berühren.

Eine ausreichende Anzahl von Prüfstücken, jedoch mindestens 5, sollte verwendet werden, damit alle Voraussetzungen für die Beurteilung der Versuchsergebnisse gegeben sind.

#### **C.2.3 Prüfung der umgebungsbedingten Spannungsrissbildung**

Bei einigen Betriebsmedien dürfen die im Betrieb auftretenden Spannungen in der Auskleidung zu Rissbildungen führen. Diese Spannungen ergeben sich aus:

- (1) Eigenspannungen der Auskleidungstafeln bei Anlieferung,
- (2) zusätzliche Spannungen durch Verformen und/oder Schweißen der Auskleidungstafeln,
- (3) betriebsbedingte Spannungen.

Die Möglichkeit der Spannungsrissbildung sollte angegeben werden. Falls diese nicht auszuschließen ist, sollte die mögliche Spannungsrissbildung durch einen Einlagerungsversuch unter Spannung nach den Bedingungen der EN ISO 4599 oder EN ISO 6252 oder einem anderen Verfahren überprüft werden, das mit einer sachkundigen Person vereinbart wird. Eine ausreichende Anzahl von Prüfstücken, jedoch mindestens 5, sollte verwendet werden, damit alle Voraussetzungen für die Beurteilung der Versuchsergebnisse gegeben sind.

Falls Spannungsrisse bei diesen Prüfungen festgestellt werden, ist der Auskleidungswerkstoff nicht geeignet.

### C.2.4 Prüfungen „Vor-Ort“

Der Auskleidungswerkstoff sollte nach C.1.4 geprüft werden. Die Dicke der Prüfstücke sollte den Angaben in Tabelle 1 entsprechen.

## C.3 Bestimmung des Teilfaktors $A_2$

### C.3.1 Lamine mit ESS und CSS

#### C.3.1.1 Allgemeines

Der Teilfaktor  $A_2$  sollte durch Anwendung der in Tabelle C.1 angegebenen Gewichtungsfaktoren und Bewertungskriterien bestimmt werden.

Alle Kriterien sollten bewertet werden. Falls eines der Kriterien nicht bewertet wird, ist dies zu erläutern. Eine Bewertung der mechanischen Eigenschaften sollte immer erfolgen.

**Tabelle C.1 — Kriterien zur Bewertung der chemischen Widerstandsfähigkeit**

Kriterien	Gewichtung bei einseitiger Beanspruchung	Gewichtung bei allseitiger Beanspruchung	Bewertung
<b>Erscheinungsbild</b>			
Verfärbung	2	2	0 — 5
Glanzverlust	3	3	0 — 5
Eintrübung	3	3	0 — 5
Klebrigkeit	4	4	0 — 5
Hervortreten der Faserstruktur	4	4	0 — 5
Abtrag von Oberflächenharz	5	5	0 — 5
Blasenbildung	5	5	0 — 5
Mikrorissbildung	5	5	0 — 5
Rissbildung	5	5	0 — 5
Delamination	5	5	0 — 5
<b>Maßhaltigkeit</b>			
Quellung (Dickenänderung)	8	4	0 — 5
Massenänderung	10	5	0 — 5
Härteänderung (Barcol-Härte) nach EN 59	5	5	0 — 5
<b>Beibehaltung mechanischer Eigenschaften</b>			
Biegefestigkeit	20	10	0 — 10
Biege-E-Modul	20	10	0 — 10

Alle Kriterien sollten nach der jeweiligen Prüfzeit bewertet werden.

### C.3.1.2 Bewertung

#### C.3.1.2.1 Erscheinungsbild

**Verfärbungen** der Oberfläche nach Medienbeanspruchung sollten mit 0 (keine Änderung der ursprünglichen Färbung) bis 5 (vollständige Verfärbung und Undurchsichtigkeit) bewertet werden.

**Glanzverlust** der Oberfläche nach Medienbeanspruchung sollte mit 0 (kein Glanzverlust) bis 5 (matte Oberfläche) bewertet werden.

**Eintrübung** nach Medienbeanspruchung sollte mit 0 (keine Änderung) bis 5 (völlige Undurchsichtigkeit und Bleichung des Faserstoffes) bewertet werden.

**Klebrigkeit** nach Medienbeanspruchung sollte mit 0 (keine wahrnehmbare Klebrigkeit der Oberfläche) bis 5 (klebrige Oberfläche mit Materialablösung bei Berührung) bewertet werden. Bei der Bewertung mit 5 sollte der Formstoff allein aufgrund dieses Befunds als ungeeignet zurückgewiesen werden.

**Hervortreten der Faserstruktur** — der Ausgangszustand sollte 0 sein, Faserbleichung sollte mit 1 bis 5 (deutliches Hervortreten der Faserstruktur durch Blasenbildung und kleine runde Blasen an Faserkreuzungen) bewertet werden.

**Abtrag von Harzformstoff** — kein Abtrag sollte mit 0, deutlicher Abtrag mit 5 bewertet werden. Bei Abtrag sowohl der Faserstruktur als auch des Harzformstoffs sollte der Werkstoff allein aufgrund dieses Befunds zurückgewiesen werden.

**Blasenbildung** — sollte nach Größe und Verteilung mit 0 (keine Blasenbildung), 1 (einige Blasen, 1 — 2 mm Durchmesser) bis 5 (wenige Blasen mit über 5 mm Durchmesser) bewertet werden.

Bei einer größeren Anzahl Blasen > 5 mm Durchmesser oder vereinzelt größeren Blasen > 20 mm sollte der Werkstoff allein aufgrund dieses Befundes zurückgewiesen werden.

**Mikrorissbildung** sollte mit 0 (keine Mikrorisse) bis 5 (Mikrorisse auf höchstens 50 % der Prüffläche) bewertet werden.

Bei Mikrorissbildung auf mehr als 50 % der Prüffläche sollte der Werkstoff allein aufgrund dieses Befundes zurückgewiesen werden.

**Rissbildung** sollte mit 0 (keine Rissbildung) bis 5 (mehrfache Rissbildung) bewertet werden. Bei tiefer Rissbildung bis zum Aufbrechen des Werkstoffs sollte der Werkstoff allein aufgrund dieses Befundes zurückgewiesen werden.

**Delamination** sollte mit 0 (keine Delamination) bis 5 (bis 25 mm lange Delamination) bewertet werden.

#### C.3.1.2.2 Maßhaltigkeit

**Quellung** sollte mit 0 (keine Dickenänderung) bis 5 (20 % Dickenzunahme) bewertet werden.

**Massenänderung** sollte mit 0 (keine Massenänderung) bis 5 (5 % Massenänderung) bewertet werden.

#### C.3.1.2.3 Barcol-Härte

Härteänderungen sollten mit 0 (praktisch unverändert) bis 5 (Härteänderung von etwa 50 %) bewertet werden.

#### C.3.1.2.4 Beibehaltung mechanischer Eigenschaften

Die aus Biegeprüfungen ermittelten Werte der Biegefestigkeit und des Biege-E-Moduls werden über dem Logarithmus der Zeit aufgetragen, asymptotisch einem Wert unter 50 % des Ausgangswertes angenähert oder zumindest linear auf 50 % des Ausgangswerts extrapoliert. Falls dieser Punkt für eine der Eigenschaften bei einer Zeit von 10 Jahren liegt, sollten die Anforderungen hinsichtlich der Betriebs- und der Prüfbedingungen als nicht erfüllt gelten und der Werkstoff allein aufgrund dieses Befundes zurückgewiesen werden.

Keine Eigenschaftsänderung nach der Prüfung sollte mit 0, und eine Eigenschaftsänderung von 50 % nach 10 Jahren mit 10 bewertet werden.

Die beiden Eigenschaften (Festigkeit und E-Modul) sollten nach dem gleichen Schema bewertet werden.

### C.3.1.3 Erläuterung des Bewertungsschemas

Die Bewertungsnote für jedes der Beurteilungskriterien sollte mit dem entsprechenden Gewichtungsfaktor multipliziert werden und als Summe der gewichteten Bewertungsnoten zusammengefasst werden. Diese Summe sollte auf den Höchstbetrag aus der Summe der ungünstigsten gewichteten Bewertungsnoten für die angewendeten Kriterien bezogen werden. Wenn beispielsweise die Bewertungsnoten für Verfärbung, Klebrigkeit, Rissbildung sowie für Biegefestigkeit und Biege-E-Modul bei einseitiger/zweiseitiger Medienbeanspruchung zur Beurteilung herangezogen werden, würde sich folgender Höchstbetrag der ungünstigsten gewichteten Bewertungsnoten ergeben:

$$2 \times 5 + 4 \times 5 + 5 \times 5 + 5 \times 10 + 5 \times 10 = 155$$

Die Eignung des Werkstoffs für den vorgesehenen Anwendungsfall sollte als nachgewiesen gelten, wenn sich eine Gesamtwertung von  $\leq 50$  % ergibt.

### C.3.1.4 Festlegung des Teilfaktors $A_2$

Der Teilfaktor  $A_2$  sollte unter Anwendung des Bewertungsschemas nach Tabelle C.2 festgelegt werden.

Falls die Mindestanforderung erfüllt ist, d. h., die Gesamtwertung einschließlich der Bewertung der mechanischen Eigenschaften beträgt  $\leq 50$  % der insgesamt möglichen Bewertungsskala, sollte der  $A_2$ -Wert mit höchstens 1,4 angenommen werden.

Wenn während der Bewertung keine Verschlechterung eingetreten ist, d. h., die Gesamtwertung  $\leq 20$  % der insgesamt möglichen Bewertungsskala beträgt, sollte der  $A_2$ -Wert mit 1,1 angenommen werden.

**Tabelle C.2 — Bestimmung des Teilfaktors  $A_2$**

% der Gesamtwertungsskala	$A_2$
$\leq 20$	1,1
$\leq 30$	1,2
$\leq 40$	1,3
$\leq 50$	1,4
$> 50$	nicht geeignet

### C.3.2 Lamine mit TPL

Polyolefin-Formstoffe sollten nach den Anforderungen in ISO 4433-2 bewertet und eingestuft werden.

PVC-U-Formstoffe sollten nach den Anforderungen in ISO 4433-3 bewertet und eingestuft werden.

Formstoffe aus PVDF, E-CTFE, FEP und PFA sollten nach den Anforderungen in ISO 4433-4 bewertet und eingestuft werden.

Das Verfahren zur Einstufung anderer Auskleidungswerkstoffe aus Thermoplast sollte zwischen Besteller und Hersteller vereinbart werden.

In den Fällen, in denen der Werkstoff in die Klasse „S“ (ausreichend widerstandsfähig) eingestuft werden kann, sollte ein  $A_2$ -Wert nach Tabelle 4 angenommen werden.

## Anhang ZA (informativ)

### Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinien 97/23/EC (PED)

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der wesentlichen Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption "Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte" vorzusehen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften im Rahmen dieser Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA aufgeführten Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

**Tabelle ZA 1 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 97/23/EG**

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm EN 13121-2	Wesentliche Anforderungen (Ers) der Richtlinie 97/23/EG	Erläuterungen/Anmerkungen
4.1; 4.2; 4.3; 4.4	Anhang I, 4.1	Werkstoffeigenschaften
5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6	Anhang I, 2.6	Chemische Einflüsse
Anhang A	Anhang I, 4.1	Werkstoffeigenschaften

**WARNING — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien anwendbar sein.**