

NA 005 Normenausschuss Bauwesen (NABau)

[NA 005-02-18 AA](#) Arbeitsausschuss Sandwich-Elemente mit metallischer Oberfläche (Sp CEN/TC 128/SC 11)

E-Mail des Bearbeiters im DIN: [joachim.simon@din.de](mailto:joachim.simon@din.de)

**EN 14509 (D) tr**

Datum des Dokumentes 2006-10-25

Aktion Stellungnahme  
Antworttermin 2006-11-06

Sollten Sie noch redaktionelle Kommentare haben, so teilen Sie uns diese bitte bis spätestens 2006-11-06 mit.

**CEN/TC 128**

Datum: 2006-11

**EN 14509:2006**

CEN/TC 128

Sekretariat: IBN

## **Selbstragende Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten — Werkmäßig hergestellte Produkte — Spezifikationen**

*Panneaux sandwichs autoportants, isolants, double peau à parements métalliques — Produits manufacturés —  
Spécifications*

*Self-supporting double skin metal faced insulating panels — Factory made products — Specifications*

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm  
Dokument-Untertyp:  
Dokument-Stage: Annahme  
Dokument-Sprache: D

# Inhalt

	Seite
<b>1</b>	<b>Anwendungsbereich .....5</b>
<b>2</b>	<b>Normative Verweisungen .....5</b>
<b>3</b>	<b>Begriffe .....8</b>
<b>4</b>	<b>Symbole und Abkürzungen .....9</b>
<b>5</b>	<b>Anforderungen, Eigenschaften und Prüfverfahren..... 12</b>
<b>5.1</b>	<b>Anforderungen an die Werkstoffe der Elemente ..... 12</b>
<b>5.2</b>	<b>Eigenschaften der Elemente..... 14</b>
<b>5.3</b>	<b>Anforderungen an Beanspruchbarkeit und Sicherheitsniveau ..... 20</b>
<b>6</b>	<b>Konformitätsbewertung, Prüfung, Beurteilung und Probenahmeverfahren ..... 21</b>
<b>6.1</b>	<b>Allgemeines ..... 21</b>
<b>6.2</b>	<b>Typprüfung – ITT..... 21</b>
<b>6.3</b>	<b>Werkseigene Produktionskontrolle (FPC)..... 25</b>
<b>7</b>	<b>Klassifizierung und Bezeichnung ..... 31</b>
<b>8</b>	<b>Kennzeichnung, Etikettierung und Verpackung..... 32</b>
<b>8.1</b>	<b>Kennzeichnung und Etikettierung ..... 32</b>
<b>8.2</b>	<b>Verpackung, Transport, Lagerung und Handhabung ..... 33</b>
<b>Anhang A (normativ)</b>	<b>Verfahren zur Prüfung von Werkstoffeigenschaften ..... 34</b>
<b>A.1</b>	<b>Querzugversuche senkrecht zum Paneel ..... 34</b>
<b>A.2</b>	<b>Druckfestigkeit und Druck-E-Modul des Kernwerkstoffs ..... 37</b>
<b>A.3</b>	<b>Schubversuche für das Kernmaterial ..... 38</b>
<b>A.4</b>	<b>Prüfung zur Bestimmung der Schubeigenschaften am gesamten Paneel ..... 43</b>
<b>A.5</b>	<b>Prüfung zur Bestimmung des aufnehmbaren Biegemoments und der Steifigkeit eines Einfeld-Elements ..... 45</b>
<b>A.6</b>	<b>Bestimmung des Kriechfaktors (<math>\phi_t</math>) ..... 53</b>
<b>A.7</b>	<b>Interaktion zwischen Biegemoment und Auflagerkraft ..... 56</b>
<b>A.8</b>	<b>Bestimmung der Rohdichte des Kerns und der Elementmasse ..... 59</b>
<b>A.9</b>	<b>Prüfung des Widerstandes gegen Punktlasten und wiederholte Belastungen ..... 60</b>
<b>A.10</b>	<b>Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (<math>U</math>) eines Elements ..... 62</b>
<b>A.11</b>	<b>Wasserdurchlässigkeit — Beständigkeit gegen Schlagregen bei pulsierendem Druck ..... 67</b>
<b>A.12</b>	<b>Luftdurchlässigkeit ..... 68</b>
<b>A.13</b>	<b>Luftschalldämmung ..... 68</b>
<b>A.14</b>	<b>Schallabsorption ..... 69</b>
<b>A.15</b>	<b>Aufnehmbare Endauflagerkraft ..... 69</b>
<b>A.16</b>	<b>Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse ..... 72</b>
<b>Anhang B (normativ)</b>	<b>Verfahren zur Prüfung der Dauerhaftigkeit von Sandwichelementen ..... 74</b>
<b>B.1</b>	<b>Kurzbeschreibung ..... 74</b>
<b>B.2</b>	<b>Prüfung DUR1 ..... 74</b>
<b>B.3</b>	<b>Prüfung DUR2 ..... 76</b>
<b>B.4</b>	<b>Prüfbericht zu den Dauerhaftigkeitsprüfungen ..... 79</b>
<b>B.5</b>	<b>Klebeverbindung zwischen Deckschichten und vorgefertigten Kernwerkstoffen (Keilprüfung) ..... 80</b>
<b>B.6</b>	<b>Prüfung mit wiederholter Belastung ..... 81</b>
<b>B.7</b>	<b>Prüfung mit plötzlichem Temperaturwechsel ..... 82</b>
<b>Anhang C (normativ)</b>	<b>Prüfungen des Brandverhaltens — Zusätzliche Vorschriften und direkter Anwendungsbereich ..... 84</b>
<b>C.1</b>	<b>Brandverhalten ..... 84</b>
<b>C.2</b>	<b>Feuerwiderstand ..... 91</b>

<b>C.3</b>	<b>Brandprüfungen nach ENV 1187 – Brandverhalten von Bedachungen bei Feuer von außen</b> .....	<b>94</b>
<b>C.4</b>	<b>Bestimmung der Menge und Dicke der Klebstoffschicht</b> .....	<b>95</b>
<b>Anhang D</b> (normativ)	<b>Grenzabmaße</b> .....	<b>98</b>
<b>D.1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>98</b>
<b>D.2</b>	<b>Grenzabmaße</b> .....	<b>98</b>
<b>Anhang E</b> (normativ)	<b>Bemessungsverfahren</b> .....	<b>109</b>
<b>E.1</b>	<b>Begriffe und Symbole</b> .....	<b>109</b>
<b>E.2</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>111</b>
<b>E.3</b>	<b>Beanspruchungen</b> .....	<b>112</b>
<b>E.4</b>	<b>Widerstand</b> .....	<b>113</b>
<b>E.5</b>	<b>Kombinationsregeln</b> .....	<b>116</b>
<b>E.6</b>	<b>Kombinationskoeffizienten und Sicherheitsbeiwerte</b> .....	<b>119</b>
<b>E.7</b>	<b>Berechnung der Beanspruchungseinwirkungen</b> .....	<b>122</b>
<b>Anhang ZA</b> (informativ)	<b>Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der EG-Bauprodukten-Richtlinie</b> .....	<b>131</b>
<b>ZA.1</b>	<b>Anwendungsbereich und relevante Merkmale</b> .....	<b>131</b>
<b>ZA.2</b>	<b>Verfahren zur Konformitätsbescheinigung von Sandwichelementen</b> .....	<b>133</b>
<b>ZA.3</b>	<b>CE-Kennzeichnung und Beschriftung</b> .....	<b>138</b>
	<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>151</b>

## **Vorwort**

Dieses Dokument (EN 14509:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 128 „Dacheindeckungsprodukte für überlappende Verlegung und Produkte für Außenwandverkleidung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom IBN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2008 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

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

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an werkmäßig hergestellte selbsttragende Sandwichelemente mit beidseitigen Metalldeckschichten fest, die für elementweise Verlegung mit übergreifenden oder überlappenden Längsfugen in folgenden Anwendungen bestimmt sind:

- a) Dächer und Dachdeckungen;
- b) Außenwände und Wandbekleidungen;
- c) Wände (einschließlich Trennwände) und (Unter-)Decken innerhalb der Gebäudehülle.

Die von dieser Europäischen Norm abgedeckten Dämmkernwerkstoffe sind Polyurethan-Hartschaum, expandiertes Polystyrol, extrudierter Polystyrolschaum, Phenolharzschaum, Schaumglas und Mineralwolle.

ANMERKUNG Polyurethan (PUR) schließt Polyisocyanurat (PIR) ein.

Dämmelemente (im Folgenden „Elemente“ genannt) mit Fugenausführungen, für die andere Werkstoffe als die für den Hauptdämmkern verwendet werden, sind Bestandteil dieses Dokuments.

Dämmelemente für Kühllageranwendungen sind Bestandteil dieser Europäischen Norm. Dämmelemente, die als Bauteil für einen Kühllagerraum, für Gebäude und/oder als Bausatz für die Gebäudehülle auf den Markt gebracht werden, werden von der ETA-Richtlinie 021 „Bausätze für Kühlhäuser“ abgedeckt.

Diese Europäische Norm gilt nicht für:

- a) Sandwichelemente mit einer Soll-Wärmeleitfähigkeit des Dämmkerns größer als  $0,06 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  bei  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- b) Produkte, die aus zwei oder mehr eindeutig festgelegten Schichten unterschiedlicher Dämmkernwerkstoffe bestehen (Mehrschicht-Produkte);
- c) Elemente mit perforierter/perforierten Deckschicht(en);
- d) gekrümmte Elemente.

## 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 485-2, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bänder, Bleche und Platten — Teil 2: Mechanische Eigenschaften*

EN 485-4, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bänder, Bleche und Platten — Teil 4: Grenzabmaße und Formtoleranzen für kaltgewalzte Erzeugnisse*

EN 502, *Dachdeckungsprodukte aus Metallblech — Festlegungen für vollflächig unterstützte Bedachungselemente aus nichtrostendem Stahlblech*

EN 508-1, *Dachdeckungsprodukte aus Metallblech — Festlegungen für selbsttragende Bedachungselemente aus Stahlblech, Aluminiumblech oder nichtrostendem Stahlblech — Teil 1: Stahl*

EN 826, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung*

EN 1172, *Kupfer- und Kupferlegierungen — Bleche und Bänder für das Bauwesen*

ENV 1187, *Prüfverfahren zur Beanspruchung von Bedachungen durch Feuer von außen*

## EN 14509:2006 (D)

- EN 1363-1, *Feuerwiderstandsprüfungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- EN 1364-1:1999, *Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile — Teil 1: Wände*
- EN 1364-2, *Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile — Teil 2: Unterdecken*
- EN 1365-2, *Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile — Teil 2: Decken und Dächer*
- EN 1396, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bandbeschichtete Bleche und Bänder für allgemeine Anwendungen — Spezifikationen*
- EN 1602, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Rohdichte*
- EN 1607, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene*
- EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*
- EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke (alle Teile)*
- EN 10002-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*
- EN 10088-1, *Nichtrostende Stähle — Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle*
- EN 10143, *Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Blech und Band aus Stahl — Grenzabmaße und Formtoleranzen*
- EN 10169-1, *Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Flacherzeugnisse aus Stahl — Teil 1: Allgemeines (Definitionen, Werkstoffe, Grenzabweichungen, Prüfverfahren)*
- EN 10169-2, *Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Flacherzeugnisse aus Stahl — Teil 2: Erzeugnisse für den Bauaußeneinsatz*
- EN 10169-3, *Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Flacherzeugnisse aus Stahl — Teil 3: Erzeugnisse für den Bauinneneinsatz*
- EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*
- EN 10326, *Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus Baustählen — Technische Lieferbedingungen*
- EN 10327, *Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen*
- EN 12085, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der linearen Maße von Probekörpern*
- EN 12114, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Luftdurchlässigkeit von Bauteilen — Laborprüfverfahren*
- EN 12524, *Baustoffe und -produkte — Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte*
- EN 12865, *Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Bauteilen — Bestimmung des Widerstandes des Außenwandsystems gegen Schlagregen bei pulsierendem Luftdruck*
- EN 13162, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) — Spezifikation*
- EN 13163, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) — Spezifikation*
- EN 13164, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) — Spezifikation*

- EN 13165, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) — Spezifikation*
- EN 13166, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzhartschaum (PF) — Spezifikation*
- EN 13167, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG) — Spezifikation*
- CEN/TC 13381-1, *Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen — Teil 1: Horizontale Schutzmembranen*
- EN 13501-1, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*
- EN 13501-2, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Produkten für Lüftungsanlagen*
- EN 13501-5, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen*
- EN 13823, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten — Thermische Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand für Bauprodukte mit Ausnahme von Bodenbelägen*
- EN 14135, *Brandschutzbekleidungen — Bestimmung der Brandschutzwirkung*
- EN ISO 140-3, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen*
- EN ISO 354, *Akustik — Messung der Schallabsorption in Hallräumen*
- EN ISO 717-1, *Akustik — Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 1: Luftschalldämmung*
- EN ISO 1182, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten — Nichtbrennbarkeitsprüfung*
- EN ISO 1716, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten — Bestimmung der Verbrennungswärme*
- EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren*
- EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen*
- EN ISO 9445, *Kontinuierlich gewalztes Kaltband, Kaltbreitband, Blech und Kaltband in Stäben aus nichtrostenden Stählen — Grenzabmaße und Formtoleranzen (ISO 9445:2002)*
- EN ISO 10211-1, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren*
- EN ISO 10211-2, *Wärmebrücken im Hochbau — Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 2: Linienförmige Wärmebrücken*
- EN ISO 10456, *Baustoffe und -produkte — Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte*
- EN ISO 11654, *Akustik — Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden — Bewertung der Schallabsorption (ISO 11654)*
- EN ISO 11925-2, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten — Teil 2: Entzündbarkeit bei direkter Flammeneinwirkung*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### **Selbsthaftung**

automatische Haftung des Kerns an der Deckschicht (den Deckschichten) ohne Anwendung eines Klebstoffs

#### 3.2

##### **Kleber**

##### **Verklebung**

Haftung zwischen der Deckschicht (den Deckschichten) und dem Kern, die üblicherweise durch Verkleben entsteht

#### 3.3

##### **Decke**

##### **Unterdecke**

Eindeckung über einem Innenbereich

#### 3.4

##### **Kern**

Schicht aus einem Werkstoff mit Wärme dämmenden Eigenschaften, die zwischen zwei Metalldeckschichten haftet

#### 3.5

##### **Dauerhaftigkeit**

Fähigkeit des Elements, den Klimaeinflüssen zu widerstehen und die daraus folgende Abnahme der mechanischen Festigkeit auszugleichen, die sich mit der Zeit auf Grund von Faktoren, wie z. B. Temperatur, Luftfeuchte, Frost-Tau-Wechsel und deren verschiedene Kombinationen, ergibt

#### 3.6

##### **Kante**

##### **Längskante**

Seite des Elements, an der benachbarte Elemente in derselben Ebene angrenzen

#### 3.7

##### **Deckschicht**

ebenes, leicht profiliertes oder profiliertes dünnes Metallblech, das kraftschlüssig mit dem Kern verbunden ist

#### 3.8

##### **glatte Deckschicht**

Deckschicht ohne Profilierung sowie ohne hervorstehende Verstärkungsrippen

#### 3.9

##### **Fuge**

Berührungsfläche zwischen zwei Elementen, bei denen die aufeinander treffenden Kanten so ausgebildet sind, dass die Elemente in derselben Ebene aneinander grenzend verlegt werden können

ANMERKUNG 1 Die Fuge kann ineinander greifende Teile umfassen, die die mechanischen Eigenschaften des Systems sowie dessen wärmetechnische und akustische Eigenschaften und das Brandverhalten verbessern sowie die Luftbewegung begrenzen.

ANMERKUNG 2 Der Begriff „Fuge“ bezieht sich nicht auf eine Stoßstelle zwischen geschnittenen Elementen oder auf eine Stoßstelle, bei der die Elemente nicht in derselben Ebene eingebaut sind.

**3.10****Lamelle**

Kernwerkstoff aus Mineralwolle, die vor dem Kleben geschnitten und mit den Fasern senkrecht zu den Deckschichten ausgerichtet wurde

**3.11****leicht profilierte Deckschicht**

Deckschicht mit einem gerollten oder gepressten Profil von nicht mehr als 5 mm Tiefe

**3.12****vorgefertigt, vorgeformt**

Bauteil oder Werkstoff, das/der dem Hersteller in einem für den direkten Einbau in das Sandwichelement bereiten Zustand geliefert wird

**3.13****Sandwichelement**

Bauprodukt, das aus zwei beiderseits eines Kerns angeordneten Metalldeckschichten besteht, wobei der Kern aus einem Wärme dämmenden Werkstoff besteht und so kraftschlüssig mit den beiden Deckschichten verbunden ist, dass die drei Bestandteile bei Belastung gemeinsam wirken

**3.14****selbsttragendes Element**

Element, das auf Grund seines Werkstoffs und seiner Form in der Lage ist, sowohl seine Eigenlast als auch – im Falle von Elementen, die an tragenden Auflagern mit Zwischenabständen befestigt sind – alle auf es einwirkenden Lasten (z. B. Schnee, Wind, Innenluftdruck) zu tragen und in die Auflager abzuleiten

**3.15****(Arbeits-)Schicht**

Produktionszeitraum während eines Arbeitstages, dessen Dauer üblicherweise 6 h bis 8 h beträgt, jedoch auch kürzer sein kann

**3.16****Längsstoß**

Profilierung eines oder beider Deckschichtwerkstoffe(s) parallel zur Längskante des Elements, die so am benachbarten Element anliegt, dass eine ineinander greifende oder elementweise Fuge entsteht

**4 Symbole und Abkürzungen**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

<i>A</i>	Querschnittsfläche
<i>B</i>	Biegesteifigkeit, Gesamtbreite des Elements/Probekörpers, Auflagerbreite ( $B_g$ )
<i>C</i>	Verhältnis
<i>D</i>	Gesamthöhe des Elements
<i>E</i>	Elastizitätsmodul
<i>F</i>	Kraft, Last/Belastung, Auflagerreaktion
<i>G</i>	Schubmodul, ständige Beanspruchung
<i>I</i>	Trägheitsmoment
<i>L</i>	Stützweite, Abstand

## EN 14509:2006 (D)

$M$	Biegemoment
$N$	Axiale Druckkraft
$Q$	Veränderliche Beanspruchung
$R$	Widerstand/Beständigkeit, Schalldämm-Maß ( $R_w$ ), Reflexionsvermögen ( $R_G$ ), Zugfestigkeit ( $R_{DUR}$ , $R_{24}$ )
$S$	Schubsteifigkeit, Wert einer Lasteinwirkung, Einwirkung einer Beanspruchung
$T$	Temperatur
$U$	Wärmedurchgangskoeffizient
$V$	Querkraft
$a$	Abstand zwischen den Clips (A.10.4)
$b$	Breite eines Probekörpers, Elementbreite, Breite der Rippen/Untergurte, Krümmung
$d$	Tiefe eines Deckschichtprofils oder der Sicken, Kernhöhe ( $d_c$ )
$e$	Abstand zwischen den Deckschicht-Schwerlinien, Basis des natürlichen Logarithmus ( $e = 2,718\ 282$ )
$f$	Festigkeit, Streckgrenze, Beiwert des Wärmedurchgangskoeffizienten ( $f_{joint}$ )
$h$	Profilhöhe, Dicke (z. B. Kleber)
$k$	Parameter (E.4.3.2 Lastaufnahmevermögen des Auflagers), Korrekturfaktor
$l$	Länge, Abweichung
$m$	Gewicht
$n$	Anzahl der Prüfungen, Anzahl der Schrauben, Anzahl der Stege
$p$	Profilraster
$q$	Verkehrslast
$r$	Radius
$s$	Steglänge ( $s_{w1}$ )
$t$	Dicke des Deckschichtbleches
$v$	Varianz
$w$	Durchbiegung, Verschiebung, Druck, Baubreite
$x, y, z$	Koordinaten
$\alpha$	Parameter (A.5.5.4), Wärmeausdehnungskoeffizient, Schallabsorption ( $\alpha_w$ )
$\beta$	Parameter (A.5.5.4 und Tabelle E.10.2 Bemessungsgleichungen)
$\delta$	Abweichung
$\phi$	Winkel

$\gamma$	Schubgleitung, Teilsicherheitsbeiwerte
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit, $\lambda_{\text{Design}}$ (Bemessungswert)
$\varphi$	Kriechfaktor
$\theta$	Parameter (Tabelle E.10.1 Bemessungsgleichungen)
$\sigma$	Spannung, Druckfestigkeit $\sigma_m$ , Standardabweichung
$\tau$	Schubspannung
$\psi$	Kombinationskoeffizient (Anhang E), längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient von Fugen (A.10.3)
$\rho$	Koeffizient, Dichte

### Indizes

C	Kern
D	deklariertes Wert ( $R_D$ )
F	Deckschicht, Beanspruchung ( $\gamma_F$ )
G	Eigenlast, Grad
M	Werkstoff ( $\gamma_M$ )
Q	veränderliche Beanspruchung
S	Sandwichteil des Querschnitts
adj	korrigiert
b	Biege- bzw. Biegung, elastische Dehnung
c	Druck, Kern, Träger (C.4.3.2), Clip ( $f_{\text{joint, c}}$ )
d	Bemessung
e	außen, zusätzliche Dicke der Hauptprofile ( $\Delta e$ )
eff	wirksam
f	Last, Deckschicht ( $\lambda_{fi}$ )
i	innen ( $\lambda_{fi}$ )
i, j	Index
k	charakteristischer Wert
lin	Linear
m	Werkstoff
n	Nenn-
nc	ohne Clip ( $f_{\text{joint, nc}}$ )
obs	beobachtet (z. B. Ergebnis)
q	gleichförmige Last
s	Auflager ( $L_s =$ Auflagerbreite), Sicken, Oberfläche ( $R_{s1}$ )

t	Zug, Zeit
tol	Toleranz/Grenzabmaß (Normalfall oder Sonderfall)
tr	Verkehr ( $C_{tr}$ )
u	Grenz-, Höchst- ( $F_u$ )
v	Schub-, bzw. Varianz
w	Wind, Steg, Knitter- ( $\sigma_w$ ), bewertet ( $R_w$ )
y	Streckgrenze
0	Ausgangswert, Breitereinheit, Zeit (z. B. $t = 0$ )
1	äußere Deckschicht, Oberseite
2	innere Deckschicht, Unterseite

## **Abkürzungen**

CG	Schaumglas ( <b>C</b> ellular <b>G</b> lass)
CWFT	Ohne weitere Prüfung klassifiziert ( <b>C</b> lassified <b>W</b> ithout <b>F</b> urther <b>T</b> esting)
EPS	Expandiertes Polystyrol ( <b>E</b> xpanded <b>P</b> oly <b>S</b> tylene)
FPC	Werkseigene Produktionskontrolle ( <b>F</b> actory <b>P</b> roduction <b>C</b> ontrol)
ITT	Erstprüfung ( <b>I</b> nitial <b>T</b> ype <b>T</b> est)
MW	Mineralwolle ( <b>M</b> ineral <b>W</b> ool)
NPD	Keine Leistungsfähigkeit bestimmt ( <b>N</b> o <b>P</b> erformance <b>D</b> etermined)
PCS	Spezifische Verbrennungswärme ( <b>G</b> ross <b>C</b> alorific <b>P</b> otential)
PUR	Polyurethan-Hartschaum (Rigid <b>P</b> oly <b>U</b> rethane foam) (die Abkürzung PUR umfasst auch <b>P</b> oly <b>I</b> so- <b>c</b> yanu <b>R</b> at-Schaum (PIR))
PF	Phenolharzschaum ( <b>P</b> henolic <b>F</b> oam)
XPS	Extrudierter Polystyrolschaum ( <b>E</b> Xtruded <b>P</b> oly <b>S</b> tylene foam)

## **5 Anforderungen, Eigenschaften und Prüfverfahren**

### **5.1 Anforderungen an die Werkstoffe der Elemente**

#### **5.1.1 Allgemeines**

Das Produkt ist unter Verwendung von Werkstoffen und Bauteilen nach 5.1.2 bis 5.1.4 herzustellen.

#### **5.1.2 Metalldeckschichten**

##### **5.1.2.1 Stahldeckschichten**

Stahldeckschichten (mit Ausnahme von nichtrostendem Stahl) müssen eine Mindest-Streckgrenze von 220 N/mm<sup>2</sup> aufweisen und müssen die Anforderungen der entsprechenden Normen nach Tabelle 1 erfüllen.

Tabelle 1 — Normen für Stahl mit metallischen Überzügen

Metallische Überzüge	Europäische Norm
Zink, 5 % Al-Zn, 55 % Al-Zn und Aluminiumsilikon	EN 10326 oder EN 10327
Die Mindestnenngewichte der metallischen Überzüge müssen den Festlegungen von EN 508-1 entsprechen. Falls die Metalldeckschicht über ihre gesamte Fläche mit einem Hartschaumkern mit geschlossener Zellstruktur verbunden ist, muss das Gewicht des rückseitigen metallischen Überzuges mindestens 50 g/m <sup>2</sup> betragen.	

Organische Schutzbeschichtungen sind entsprechend ihrer Dauerhaftigkeit in der Einsatzumgebung auszuwählen. Stahlbleche mit organischen Beschichtungen müssen den Anforderungen nach EN 10169-1, EN 10169-2 und EN 10169-3 entsprechen. Mehrschicht-Überzüge müssen EN 508-1 entsprechen.

Die Metallsorte, die Dicke und das Toleranzsystem für jede Deckschicht sind durch den Elementehersteller anzugeben. Dickentoleranzen müssen den „Sonderfall-“ oder „Normalfall-“Toleranzen in den zutreffenden Normen entsprechen. Die Dicke von Stahldeckschichtblechen ist nach EN 10143 zu bestimmen.

ANMERKUNG Nicht alle der in Tabelle 1 genannten Stähle sind für Sandwichelemente in allen vorgesehenen Endanwendungen geeignet.

### 5.1.2.2 Deckschichten aus nichtrostendem Stahl

Deckschichten aus nichtrostendem Stahl müssen eine Mindest-Streckgrenze von 220 N/mm<sup>2</sup> aufweisen. Die chemische Zusammensetzung von Deckschichten aus nichtrostendem Stahl und deren physikalische Eigenschaften müssen EN 10088-1 entsprechen.

Die Metallsorte, die Dicke und das Toleranzsystem für jede Deckschicht sind durch den Elementehersteller anzugeben. Dickentoleranzen müssen den „Sonderfall-“ oder „Normalfall-“Toleranzen in den zutreffenden Normen entsprechen. Die Dicke von Stahldeckschichten ist nach EN ISO 9445 zu bestimmen.

ANMERKUNG Nicht alle der in EN 10088-1 genannten Stähle sind für Sandwichelemente in allen vorgesehenen Endanwendungen geeignet.

Die Eigenschaften des Überzuges aus nichtrostendem Terneblech müssen EN 502 entsprechen. Als Nenngewicht für den Überzug gilt das Gesamtgewicht der Überzüge auf beiden Seiten, und diese muss mindestens 40 g/m<sup>2</sup> betragen.

### 5.1.2.3 Aluminiumdeckschichten

Aluminiumdeckschichten müssen einen Mindestrechenwert der Spannung bei der 0,2 %-Dehngrenze (im Folgenden zur Vereinfachung auch „Streckgrenze“ genannt) von 140 N/mm<sup>2</sup> aufweisen. Die chemische Zusammensetzung, der Härtegrad und die mechanischen Eigenschaften des Aluminiums müssen EN 485-2 oder EN 1396 entsprechen.

Mit einer organischen Beschichtung versehene Aluminiumbleche müssen den Anforderungen nach EN 1396 entsprechen.

Die Metallsorte, die Dicke und das Toleranzsystem für jede Deckschicht sind durch den Elementehersteller anzugeben. Dickentoleranzen müssen den „Sonderfall-“ oder „Normalfall-“Toleranzen in den zutreffenden Normen entsprechen. Die Dicke von Aluminiumdeckschichtblechen ist nach EN 485-4 oder EN 1396 zu bestimmen.

ANMERKUNG Nicht alle der von EN 485-2 oder EN 1396 abgedeckten Aluminiumlegierungen sind für Sandwichelemente in allen vorgesehenen Endanwendungen geeignet.

#### **5.1.2.4 Kupferdeckschichten**

Kupferdeckschichten müssen einen Mindestrechenwert der Spannung bei der 0,2 %-Dehngrenze (im Folgenden zur Vereinfachung „Streckgrenze“ genannt) von 180 N/mm<sup>2</sup> aufweisen. Die chemische Zusammensetzung, der Härtegrad, die mechanischen Eigenschaften und die Dickentoleranzen von Kupferdeckschichten müssen EN 1172 entsprechen.

Die Metallsorte, die Dicke und das Toleranzsystem für jede Deckschicht sind durch den Elementehersteller anzugeben. Dickentoleranzen müssen den „Sonderfall-“ oder „Normalfall-“Toleranzen in den zutreffenden Normen entsprechen. Die Dicke von Kupferdeckschichtblechen ist nach EN 1172 zu bestimmen.

ANMERKUNG Nicht alle der in EN 1172 genannten Kupferdeckschichten sind für Sandwichelemente in allen vorgesehenen Endanwendungen geeignet.

#### **5.1.3 Kernwerkstoffe**

##### **5.1.3.1 Wärmetechnisches Verhalten**

Der Nennwert und der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von Kernwerkstoffen sind nach 5.2.2 zu bestimmen.

##### **5.1.3.2 Wärmebeständigkeit von Kernwerkstoffen**

Die Dämmkernwerkstoffe müssen den in den entsprechenden Normen EN 13162 bis EN 13167 festgelegten Anforderungen an die Wärmebeständigkeit und das Schwinden entsprechen.

##### **5.1.4 Kleber und Haftung**

Kleber und Haftung müssen 5.2.1.6 und 5.2.3.1 entsprechen.

Die Haftung zwischen dem Kern und den Deckschichten des Elements ist von fundamentaler Bedeutung für die zufrieden stellende Funktionsweise des Elements. Die Oberflächenvorbereitung der Deckschichtwerkstoffe muss für den Klebstoff bzw. das Klebeverfahren geeignet sein.

### **5.2 Eigenschaften der Elemente**

#### **5.2.1 Mechanische Eigenschaften des Elements**

##### **5.2.1.1 Allgemeines**

Sofern nicht anders angegeben, sind für die mechanischen Eigenschaften der Mittelwert und der charakteristische Wert (5 %-Fraktilwert unter der Annahme eines Vertrauensniveaus von 75 % für jede Grundgesamtheit der Prüfergebnisse) nach ISO 12491 zu bestimmen.

Deklarierte Werte sind auf zwei tragende Ziffern anzugeben.

##### **5.2.1.2 Schubfestigkeit ( $f_{Cv}$ ) und Schubmodul ( $G$ )**

Der charakteristische Kennwert der Schubfestigkeit des Kerns ist nach A.3 oder A.4 zu bestimmen und durch den Hersteller in Megapascal (MPa) anzugeben.

ANMERKUNG 1 Prüfung A.3 ist die Standardprüfung, die für Kernwerkstoffe ohne Fugen angewendet werden sollte. Sie darf bei Werkstoffen mit Fugen angewendet werden, wenn der Einfluss der Fugen auf Steifigkeit und Festigkeit berücksichtigt wird. Prüfung A.4 sollte angewendet werden, wenn das Vorkommen von Fugen als wesentlich angesehen wird. Prüfung A.5.6 darf angewendet werden, um einen verlässlicheren Wert des Schubmoduls für alle Kernwerkstoffe zu bestimmen.

Der deklarierte Wert darf maximal dem charakteristischen Wert entsprechen

Der Mittelwert des Schubmoduls des Kerns ist anzugeben und der 5 %-Fraktilewert zum Zwecke der FPC nach A.3, A.4 bzw. A.5.6 aufzuzeichnen. Es ist lediglich der Mittelwert des Schubmoduls anzugeben, der aus den verfügbaren Prüfergebnissen erhalten wurde.

ANMERKUNG 2 Der Mittelwert des Schubmoduls ist für Berechnungszwecke erforderlich. Niedrige Werte für den Schubmodul können mit niedrigen Werten der Knitterspannung verbunden sein.

### 5.2.1.3 Kriechfaktor ( $\varphi$ )

Der Kriechfaktor ist nach A.6 zu bestimmen und als Zahl anzugeben.

Der Kriechfaktor ist bei allen als Dach oder Decke verwendeten Elementen zu bestimmen, die für die Aufnahme von lang anhaltenden oder dauerhaften Belastungen, z. B. durch Schnee und Eigenlast, bemessen sind.

### 5.2.1.4 Druckfestigkeit ( $\sigma_m$ ) oder Druckspannung ( $\sigma_{10}$ )

Die Druckfestigkeit des Kerns  $\sigma_m$  oder dessen Druckspannung bei 10%iger Stauchung  $\sigma_{10}$  (je nachdem, welcher Wert zuerst erreicht wird) ist nach dem in A.2 angegebenen Verfahren zu bestimmen und durch den Hersteller in Megapascal (MPa) anzugeben.

### 5.2.1.5 Schubfestigkeit nach Langzeitbelastung ( $f_{Cv}$ Langzeit)

Falls erforderlich, ist die Schubfestigkeit nach einer Langzeitbelastung nach A.3.6 zu bestimmen.

Dieser Wert ist bei allen als Dach oder Decke verwendeten Elementen zu bestimmen, die für die Aufnahme von lang anhaltenden oder dauerhaften Belastungen, z. B. durch Schnee und Eigenlast, bemessen sind. Der deklarierte Wert darf höchstens dem charakteristischen Wert ( $f_{Cv}$ ) entsprechen und ist vom Hersteller in Megapascal (MPa) anzugeben.

### 5.2.1.6 Querkzugfestigkeit des Elements ( $f_{Ct}$ )

Die Querkzugfestigkeit des Elements senkrecht zu den Elementdeckschichten muss bei Prüfung nach A.1 größer als 0,018 MPa sein und ist durch den Hersteller in Megapascal (MPa) anzugeben.

Der charakteristische Wert der Zugfestigkeit muss mindestens 0,018 MPa betragen.

Der deklarierte Wert dürfen höchstens dem charakteristischen Wert entsprechen.

ANMERKUNG Eine geringe Zugfestigkeit kann die Knitterspannung herabsetzen und deren Streuung erhöhen. Dies wird in A.5.5.5 berücksichtigt ( $k_2$ -Faktor).

### 5.2.1.7 Aufnehmbares Biegemoment ( $M_u$ ) und Knitterspannung ( $\sigma_w$ )

Das aufnehmbare Biegemoment ist durch Prüfung nach A.5 zu bestimmen und durch den Hersteller in Kilonewtonmeter je Meter Breite (kNm/m) anzugeben.

Bei Elementen mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten ist die Knitterspannung nach A.5.5 zu berechnen und durch den Hersteller in Megapascal (MPa) anzugeben.

### 5.2.1.8 Aufnehmbares Biegemoment und Knitterspannung über einem inneren Auflager

Sofern gefordert, ist das aufnehmbare Biegemoment über einem inneren Auflager nach A.7 zu bestimmen. Bei Elementen mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten ist die Knitterspannung anschließend nach A.5.5 zu berechnen.

**ANMERKUNG** Das aufnehmbare Biegemoment über einem inneren Auflager ist erforderlich, wenn über zwei oder mehr Stützweiten durchgehende Elemente durch Berechnung nach Anhang E zu bemessen sind. In diesen Fällen wird der Vergleich der Widerstands-Bemessungswerte nach E.2 üblicherweise hinsichtlich der Spannungen durchgeführt. Sofern das Element eine oder mehrere profilierte Deckschicht(en) aufweist, erfordert die Bestimmung der Knitterspannung aus dem aufnehmbaren Biegemoment die Berechnung nach E.7.5. Es wird empfohlen, diese Berechnung während der Prüfung durchzuführen.

## **5.2.2 Wärmedurchgangskoeffizient**

Der Wert des Wärmedurchgangskoeffizienten für das Element ( $U$ ), einschließlich der Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit des Kernwerkstoffs ( $\lambda_{\text{Design}}$ ), der Fugen sowie aller profilierten Deckschichten, ist nach A.10 zu berechnen.

## **5.2.3 Dauerhaftigkeit und andere Auswirkungen von Langzeitbeanspruchungen**

### **5.2.3.1 Mit der Zeit verminderte Zugfestigkeit als Folge der Alterung (Dauerhaftigkeit)**

Elemente müssen die Kriterien zur Verminderung der Zugfestigkeit nach dem in Anhang B beschriebenen entsprechenden Prüfverfahren DUR1 bzw. DUR2 (siehe Tabelle 2) erfüllen.

Dauerhaftigkeitsprüfungen sind an Elementen durchzuführen, die für den Einsatz im Außenbereich bemessen sind. Die Prüfungen beruhen auf den Auswirkungen der beschleunigten Alterung infolge von Temperatur oder Luftfeuchte, die sich aufgrund von Langzeiterfahrungen als kritisch für den jeweiligen Kernwerkstoff erwiesen haben. Die Verwendung von EPS- und XPS-Elementen ist auf Anwendungen beschränkt, bei denen Temperaturen von +80 °C nicht überschritten werden.

Falls erforderlich, dürfen die Dauerhaftigkeitsprüfungen für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit von Sandwichelementen für den Innenbereich herangezogen werden.

**ANMERKUNG** Mit diesen Prüfungen wird die Verminderung der Zugfestigkeit in Abhängigkeit von Temperatur oder Feuchte als „bestanden“/„nicht bestanden“ bewertet.

PUR-Elemente, die unter Verwendung der von EN 13165:2001, einschließlich Änderungen A.1 und A.2:2004, abgedeckten Treibmittel und einer Kombination dieser Treibmittel hergestellt wurden, nicht jedoch CO<sub>2</sub>-getriebene Schäume, sind ohne Prüfung als den Anforderungen an die Dauerhaftigkeit bestanden anzusehen. PUR-Elemente, die unter Verwendung anderer Treibmittel hergestellt wurden, sind nach dem Verfahren DUR1 zu prüfen, und die Stufen des Farbreflexionsvermögens sind anzugeben (B.2.5).

Tabelle 2 — Dauerhaftigkeitsprüfungen und Kriterien für eine zufrieden stellende Beurteilung

Dämmkernwerkstoff	Prüfverfahren (Anhang B)	Anmerkung
Mineralwolle (MW)	DUR2	DUR2 einschließlich der Keilprobe (B.5)
Polystyrol (EPS oder XPS)	DUR1	DUR1 einschließlich der Keilprobe (B.5)
Polyurethan (PUR), selbstklebend	DUR1	Bei Elementen, die unter Verwendung der von EN 13165:2001, einschließlich Änderungen A.1 und A.2:2004, abgedeckten Treibmittel und Kombinationen dieser Treibmittel hergestellt wurden, nicht jedoch CO <sub>2</sub> -getriebenen Schäumen, ist <u>keine Prüfung</u> erforderlich. Schäume mit anderen Treibmitteln sind nach DUR1 zu prüfen.
Polyurethan (PUR), verklebt	DUR1	Bei Elementen, die unter Verwendung der von EN 13165:2001, einschließlich Änderungen A.1 und A.2:2004, abgedeckten Treibmittel und Kombinationen dieser Treibmittel, hergestellt wurden, nicht jedoch CO <sub>2</sub> -getriebenen Schäumen, ist <u>keine Prüfung</u> erforderlich. Schäume mit anderen Treibmitteln sind nach DUR1 einschließlich der Keilprobe (B.5) zu prüfen. Die Keilprobe (B.5) ist durchzuführen.
Phenolharzschaum (PF)	DUR1 und wiederholte Belastung, B.6	PF-Elemente mit einer Klebeverbindung sind nach DUR1 einschließlich der Keilprobe (B.5) zu prüfen.
Schaumglas (CG)	DUR1, plötzlicher Temperaturwechsel, B.7 und wiederholte Belastung, B.6	Einschließlich Keilprobe (B.5)

### 5.2.3.2 Beständigkeit gegen Punktlasten und Beanspruchung durch Begehen – Deckenelemente

Falls erforderlich, ist die Beständigkeit von Sandwichelementen gegen Punktlasten und Beanspruchung durch Begehen nach A.9.1 zu bestimmen. Bei Anwendungen, bei denen die Elemente stärkeren Beanspruchungen als nur gelegentlichem Betreten ausgesetzt sind (siehe Anmerkung 2), ist auch das Verfahren nach A.9.2 durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Das über die Stützweite vorliegende Lastaufnahmevermögen eines Deckenelements und seines Auflagersystems sollte vor der Freigabe für das Begehen überprüft werden.

ANMERKUNG 2 Deckenelemente sind im Allgemeinen nicht für regelmäßiges Begehen geeignet.

ANMERKUNG 3 Werden Elemente in regelmäßig benutzten Fußgängerwegen oder Arbeitsbereichen eingesetzt, sollten sie sowohl während des Einbaus als auch im Hinblick auf die eigentliche Benutzung geschützt werden. Die Elemente sollten einem sie betretenden Fuß eine ausreichend breite und sichere Trittläche bieten und keine dauerhaften Verformungen aufweisen, wenn sie nur gelegentlich für den Zugang oder die Instandhaltung betreten werden. Für Instandhaltungszwecke sollte ein Element nur von einer einzelnen Person betreten werden.

## **5.2.4 Brandkennwerte**

### **5.2.4.1 Allgemeines**

Sandwichelemente sind so weit wie möglich unter Endanwendungsbedingungen zu prüfen. Das bedeutet, dass das Verhalten einer Einheit aus mehreren Elementen zu bewerten ist, d. h. die in ein Gebäude einzubauende Elemente-Einheit einschließlich des Produkts mit seinen Überzügen, im Werk angebrachten Dichtungen, genormten Fugen, repräsentativen Abdeckblechen sowie unter Anwendung eines für die Prüfung angemessenen Befestigungsverfahrens.

### **5.2.4.2 Brandverhalten**

Die Klassifizierung des Produkts hinsichtlich seines Brandverhaltens ist nach EN 13501-1 vorzunehmen. Die Klassifizierung gilt für die in Abschnitt 1 (Anwendungsbereich) dieser Europäischen Norm definierten Anwendungen der Elemente.

Prüfanordnungen für Brandverhaltensprüfungen sind in Abhängigkeit von der Brandklasse in Übereinstimmung mit folgenden Normen zu wählen:

- EN ISO 1182;
- EN ISO 1716, einschließlich der Bestimmung der in C.4 festgelegten Klebstoffe;
- EN 13823 und EN ISO 11925-2, zusammen mit den Ergänzungen nach C.1.

### **5.2.4.3 Feuerwiderstand**

Falls erforderlich, ist die Feuerwiderstandsklasse des Produkts nach EN 13501-2 zu bestimmen.

Die Prüfverfahren für Sandwichelemente müssen den nachstehenden Normen entsprechen:

- EN 1364-1 (nicht tragende Wände), zusammen mit den Ergänzungen nach C.2.1;
- EN 1364-2 (Unterdecken), zusammen mit den Ergänzungen nach C.2.1;
- CEN/TS 13381-1 (Decken – horizontaler Schutz), zusammen mit den Ergänzungen nach C.2.1;
- EN 1365-2 (tragende Dächer), zusammen mit den Ergänzungen nach C.2.1 und C.2.2;
- EN 14135 (Brandschutzwirkung).

### **5.2.4.4 Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen – Bedachungen**

Sofern der Hersteller das Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen angeben möchte (z. B. bei Vorliegen gesetzlicher Anforderungen), ist das Produkt nach EN 13501-5 zu prüfen und zu klassifizieren.

Sandwichelemente, die die Kriterien nach C.3.1 erfüllen, sind in Übereinstimmung mit der Entscheidung XXXX/XX/EG<sup>1)</sup> [1] ohne die Notwendigkeit einer weiteren Prüfung als den Anforderungen an das charakteristische Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen entsprechend anzusehen. Bei allen Prüfverfahren ist diesen Produkten die Klassifizierung B<sub>ROOF</sub> zuzuordnen.

Anordnungen für Prüfungen des Verhaltens bei Beanspruchung durch Feuer von außen müssen in Verbindung mit den Ergänzungen nach C.3.2 bis C.3.5 der ENV 1187 entsprechen.

---

1) Die Verweisung ist vor der Veröffentlichung mit der korrekten Entscheidungsnummer zu versehen oder zu entfernen.

### 5.2.5 Grenzabmaße bei Sandwichelementen

Die Grenzabmaße bei Sandwichelementen müssen Tabelle 3 entsprechen.

**Tabelle 3 — Grenzabmaße bei Elementen**

Maß	Grenzabmaß (maximal zulässig)	Messverfahren
Dicke des Elements <sup>a</sup>	$D \leq 100 \text{ mm}$ $\pm 2 \text{ mm}$ $D > 100 \text{ mm}$ $\pm 2 \%$	D.2.1
Abweichung von der Ebenheit (in Abhängigkeit von der Messlänge $L$ )	Für $L = 200 \text{ mm}$ – Abweichung von der Ebenheit 0,6 mm Für $L = 400 \text{ mm}$ – Abweichung von der Ebenheit 1,0 mm Für $L > 700 \text{ mm}$ – Abweichung von der Ebenheit 1,5 mm	D.2.2
Höhe des Metallprofils (Gurte) (mm)	$5 \text{ mm} < h \leq 50 \text{ mm}$ $\pm 1 \text{ mm}$ $50 \text{ mm} < h \leq 100 \text{ mm}$ $\pm 2,5 \text{ mm}$	D.2.3
Sickentiefe und Tiefe der leichten Profilierung	$d_s \leq 1 \text{ mm}$ $\pm 30 \%$ von $d_s$ $1 \text{ mm} < d_s \leq 3 \text{ mm}$ $\pm 0,3 \text{ mm}$ $3 \text{ mm} < d_s \leq 5 \text{ mm}$ $\pm 10 \%$ von $d_s$	D.2.4
Länge des Elements	$L \leq 3 \text{ m} \pm 5 \text{ mm}$ $L > 3 \text{ m} \pm 10 \text{ mm}$	D.2.5
Baubreite des Elements	$w \pm 2 \text{ mm}$	D.2.6
Abweichung von der Rechtwinkligkeit	$0,006 \times w$ (Baubreite)	D.2.7
Abweichung von der Geradheit (bezogen auf die Länge)	1 mm je Meter, höchstens 5 mm	D.2.8
Krümmung	2 mm je Meter Länge, höchstens 10 mm 8,5 mm je Meter Breite für gesickte und ebene Deckschichten – $h \leq 10 \text{ mm}$ 10 mm je Meter Breite für Profilierungen – $h > 10 \text{ mm}$	D.2.9
Profilraster	Wenn $h \leq 50 \text{ mm}$ $\pm 2 \text{ mm}$ Wenn $h > 50 \text{ mm}$ $\pm 3 \text{ mm}$	D.2.10
Obergurtbreite ( $b_1$ ) und Untergurtbreite ( $b_2$ )	Für $b_1$ $\pm 1 \text{ mm}$ Für $b_2$ $\pm 2 \text{ mm}$	D.2.11

<sup>a</sup> Zur Berechnung der Dicke von Elementen mit profilierten Deckschichten siehe Bild D.1.

### 5.2.6 Wasserdurchlässigkeit

Falls erforderlich, ist die Wasserdurchlässigkeit (Widerstand gegen Schlagregen) bei einer vollständigen Bauteilgruppe von Sandwichelementen zu beurteilen, d. h. die in ein Gebäude einzubauende Bauteilgruppe, einschließlich des Produkts mit seinen Überzügen, im Werk angebrachten Dichtungen, genormten Fugen, auf der Baustelle angebrachten Dichtungen, repräsentativen Abdeckblechen sowie unter Anwendung eines für die Prüfung angemessenen Befestigungsverfahrens.

Die Klassifizierung des Widerstandes einer Bauteilgruppe von Sandwichelementen gegen Schlagregen bei pulsierendem Luftdruck ist nach A.11 durchzuführen. Das Prüfverfahren ist sowohl bei Außenwand- als auch bei Dachanwendungen einzusetzen.

Sandwichelemente nach diesem Dokument verfügen über Metalldeckschichten. Sofern sie ordnungsgemäß hergestellt wurden und eine geeignete Sichtprüfung zufrieden stellend bestanden haben, dürfen sie als wasserundurchlässig angesehen werden. Die Wasserdichtheit der Bauteilgruppe ist eine Funktion ihres Einbaus. Wasserdurchlässigkeit betrifft lediglich die Fugen und Befestigungen.

### **5.2.7 Luftdurchlässigkeit ( $m^3/m^2h$ bei 50 Pa)**

Falls erforderlich, ist die Luftdurchlässigkeit einer vollständigen Bauteilgruppe von Sandwichelementen zu beurteilen, d. h. die in ein Gebäude einzubauende Bauteilgruppe, einschließlich des Produkts mit seinen Überzügen, im Werk angebrachten Dichtungen, genormten Fugen, auf der Baustelle angebrachten Dichtungen, repräsentativen Abdeckblechen sowie unter Anwendung eines für die Prüfung angemessenen Befestigungsverfahrens.

Die Messung der Luftdurchlässigkeit einer Bauteilgruppe von Sandwichelementen muss A.12 entsprechen. Dieses Prüfverfahren ist sowohl bei Außenwand- als auch bei Dachanwendungen einzusetzen.

Sandwichelemente nach dieser Europäischen Norm verfügen über Metalldeckschichten. Sofern sie ordnungsgemäß hergestellt wurden und eine geeignete Sichtprüfung zufrieden stellend bestanden haben, dürfen sie als luftundurchlässig angesehen werden. Die Luftdichtheit der Bauteilgruppe ist eine Funktion ihres Einbaus. Luftdurchlässigkeit betrifft lediglich die Fugen und Befestigungen.

### **5.2.8 Wasserdampfdurchlässigkeit**

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm wird der Koeffizient der Wasserdampfdurchlässigkeit der verwendeten Metalldeckschichten als unendlich angenommen. Sandwichelemente mit Metalldeckschichten gelten folglich als wasserdampfdurchlässig.

### **5.2.9 Luftschalldämmung [ $R_w(C;C_{tr})$ ]**

Falls erforderlich, ist die Luftschalldämmung einer Bauteilgruppe von Sandwichelementen nach A.13 zu bestimmen. Das Ergebnis ist als  $R_w(C;C_{tr})$ -Bewertung nach EN ISO 717-1 anzugeben.

$C$  ist ein mit A-bewertetem rosa Rauschen berechneter Spektrumanpassungswert.  $C_{tr}$  ist ein mit A-bewerteten städtischen Verkehrsgeräuschen berechneter Spektrumanpassungswert.

### **5.2.10 Schallabsorption ( $\alpha_w$ )**

Falls erforderlich, ist die Schallabsorption einer Bauteilgruppe von Sandwichelementen nach A.14 zu bestimmen. Das Ergebnis ist als Einzahl-Bewertung nach EN ISO 11654 anzugeben.

## **5.3 Anforderungen an Beanspruchbarkeit und Sicherheitsniveau**

### **5.3.1 Mechanische Beanspruchbarkeit bei Bemessungslasten**

Das Produkt muss von ausreichender mechanischer Beanspruchbarkeit sein, um den Bemessungslasten auf Grund der Beanspruchung durch Eigenlast, Schnee, Wind, Temperatur- und Druckgradienten und Begehen widerstehen zu können, wobei diese Lasten so zu wichten sind, dass sie weder allein noch in Kombination die Brauchbarkeit des Produkts beeinträchtigen.

Die Sicherheit des Produkts ist durch Bemessungsverfahren auf der Grundlage des Konzepts der Grenzzustände nachzuweisen. Das erfordert, dass der „Bemessungswert der Beanspruchbarkeit“ größer als der „Bemessungswert der Beanspruchung“ ist, und diese Anforderung muss sowohl beim Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit als auch beim Grenzzustand der Tragfähigkeit erfüllt sein. Der Nachweis muss durch Berechnung nach Anhang E erfolgen.

Es müssen Informationen erstellt werden, die alle erforderlichen Werte für die Herstellung der Bemessungslasttabellen enthalten, die während der Erstprüfung und der werkseigenen Produktionskontrolle als charakteristische Werte festgestellt wurden. Für diesen Zweck ist diese Europäische Norm bezüglich dieser Angaben als Teil des Produktes anzusehen.

### 5.3.2 Beanspruchungen und Beanspruchungskombinationen

Für die Bemessung in Bezug auf die mechanische Beanspruchbarkeit sind folgende Beanspruchungen einzubeziehen: ständige Beanspruchungen, veränderliche Beanspruchungen sowie Beanspruchungen durch Langzeit-Einwirkungen. Sie sind entweder einzeln oder, unter Verwendung der in Anhang E angegebenen Kombinationskoeffizienten, in Kombination zu betrachten.

## 6 Konformitätsbewertung, Prüfung, Beurteilung und Probenahmeverfahren

### 6.1 Allgemeines

Die Konformität eines Sandwichelements mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm und den festgelegten Werten, einschließlich der Klassen, ist nachzuweisen durch:

- Erst-Typprüfung (ITT);
- werkseigene Produktionskontrolle (FPC) durch den Hersteller, einschließlich Beurteilung des Produkts;
- Erstinspektion (FPC), falls erforderlich;
- laufende Überwachung (FPC), falls erforderlich.

Zur Verringerung der Prüfkosten darf das Prinzip des Zusammenfassens von Produkten in Familien angewendet werden. Eine Familie ist eine Gruppe von Produkten, bei denen die Prüfergebnisse für einen oder mehrere charakteristische(n) Wert(e) eines Produkts in der Familie auch für alle weiteren Produkte innerhalb der Familie gelten. Entsprechend der Festlegung durch den Hersteller kann es unterschiedliche Familien für unterschiedliche charakteristische Werte geben. Für die Anwendung von Familien in Übereinstimmung mit dieser Produktnorm muss das Prinzip der „ungünstigsten Bedingung“ gelten.

Sofern der Hersteller in mehr als einer Produktionslinie oder in mehr als einem Werk Produkte herstellt, die die gleichen physikalischen und chemischen Merkmale haben, besteht keine Notwendigkeit, die Erst-Typprüfung in den verschiedenen Produktionslinien zu wiederholen.

Sofern zwischen den charakteristischen Werten bei Produkten aus zwei unterschiedlichen Produktionslinien Unterschiede bestehen, sind die ungünstigsten Werte zu verwenden.

### 6.2 Typprüfung – ITT

#### 6.2.1 Erstprüfung

Die Erstprüfung ist durchzuführen, um die Konformität mit dieser Europäischen Norm nach Tabelle 4 nachzuweisen.

Sofern es zu einer Änderung am Produkt, am Rohstoff, hinsichtlich des Zulieferers der Komponenten oder im Produktionsprozess (Gegenstand der Festlegung einer Familie) kommt, die ein oder mehrere Merkmal(e) wesentlich verändern würde, sind die Erstprüfungen für das/die entsprechende(n) Merkmal(e) zu wiederholen.

Weiterhin ist die Erstprüfung am Anfang der Produktion eines neuen Elementtyps (außer, wenn es sich um ein Element derselben Familie handelt) oder am Anfang eines neuen Produktionsverfahrens durchzuführen, wenn das neue Verfahren die angegebenen Produkteigenschaften oder die Produktkonformität beeinträchtigen könnte.

Merkmale, die für besondere Anwendungen, z. B. Durchlässigkeiten oder akustische Eigenschaften, erforderlich sind, sind nach dem „falls erforderlich“-Prinzip zu prüfen.

Daten aus Prüfungen, die bereits zuvor nach den Festlegungen dieser Europäischen Norm durchgeführt wurden (gleiches Produkt, gleiche Merkmale, gleiches Prüfverfahren, gleiches Probenahmeverfahren, gleiches System der Konformitätsbescheinigung usw.), dürfen verwendet werden.

## **6.2.2 Probeentnahme zum Zwecke der ITT und der Überwachung**

### **6.2.2.1 Allgemeines**

Die Proben müssen für das auf den Markt zu bringende Produkt repräsentativ sein, und der Hersteller muss ausreichende Berichte als Teil seiner werkseigenen Produktionskontrolle aufbewahren.

Alle Probekörper müssen vorzugsweise aus derselben Charge stammen bzw., falls dies nicht durchführbar ist, muss der Hersteller die Verfügbarkeit ausreichender Nachweise sicherstellen, die den Vergleich der Ergebnisse der ITT oder der Überwachungsprüfergebnisse mit denen für Proben aus anderen Chargen ermöglichen.

Die Anzahl der Probekörper (für die ITT) muss mit den Prüfverfahren nach Tabelle 4 übereinstimmen. Die entnommene Probe, d. h. ein Element, muss eine einfache Zufallsprobe sein, die aus einer begrenzten Elementgrundgesamtheit entnommen wurde.

Werden Probekörper einem einzelnen Element entnommen, sind sie an einer Reihe von Stellen zu entnehmen, die die gesamte Elementbreite abdecken. Mindestens ein Probekörper ist jeweils aus der Mitte sowie von einer Stelle nahe des Elementrandes zu entnehmen; dabei darf sich die erste Schnittkante nicht weiter als 10 % der Baubreite des Elements von der Außenkante entfernt befinden.

Sofern im Prüfverfahren nicht anders festgelegt, dürfen die Probekörper vor oder nach der Prüfung nicht konditioniert werden.

Das Mindestalter der Probekörper für die Erstprüfungen muss mindestens 24 h betragen. Das Datum und die Uhrzeit der Herstellung sind bei der Probenentnahme aufzuzeichnen.

**ANMERKUNG** Probekörper reagieren äußerst empfindlich auf den Schneidvorgang und in Bezug auf die Prüfgenaugigkeit, insbesondere bei den Messungen während der Zugprüfung. Große Vorsicht ist beim Schneidvorgang erforderlich, vor allem, wenn der Kernwerkstoff relativ weich ist oder eine Versprödungstendenz aufweist. Das Schneiden kann mit einer Bandsäge mit fein gezahntem Blatt durchgeführt werden. Es kann von Vorteil sein, den Probekörper zwischen zwei Stücke Sperrholz oder ein vergleichbares Material zu legen, um die Schwingung während des Schneidvorgangs zu verringern. Es wird empfohlen, die Probekörper nach dem Schneiden sorgfältig zu untersuchen. Probekörper, die auf Grund des Schneidvorgangs Delamination aufweisen, sollten verworfen werden (bis zu höchstens 30 % derjenigen, die für die jeweilige Prüffamilie geschnitten wurden).

### **6.2.2.2 Kennzeichnung und Aufzeichnungen bei der Probeentnahme**

Alle Proben, die für die Zwecke der ITT vorgesehen sind, sind wie folgt zu kennzeichnen:

- Datum und Uhrzeit der Probenentnahme;
- Produktionslinie oder -einheit;
- Kennzeichen.

Die Aufzeichnungen der Probeentnahme müssen mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Fertigungsstätte;
- Ort der Probeentnahme;

- Bestands- oder Chargenmenge (aus der die Proben entnommen wurden);
- Probenmenge;
- Verweisung auf diese Europäische Norm, d. h. EN 14509;
- Kennzeichnung des Produkts durch den Hersteller;
- Kennzeichen der Proben;
- zu prüfende Eigenschaften;
- Ort und Datum;
- Unterschrift(en) der für die Probeentnahme verantwortlichen Person(en).

ANMERKUNG Sofern eine dritte Stelle für die Probeentnahme verantwortlich ist, dürfen die Probeentnahmeaufzeichnungen dieser dritten Stelle verwendet werden.

### **6.2.3 Prüfung und Übereinstimmungskriterien – ITT**

Sofern zutreffend, sind alle Merkmale aus Tabelle 4 den Erstprüfungen zu unterziehen; ausgenommen ist das Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen, wenn die CWFT-Option angewendet wird, bei der die Messung nach C.3.1 erforderlich ist, um sicherzustellen, dass das Produkt die für die CWFT geforderte Festlegung erfüllt.

Sofern im Prüfverfahren nicht anders gefordert, sind alle Prüfungen unter Laborbedingungen, ohne jegliche Sonderbedingungen durchzuführen.

Sofern nicht anders festgelegt, sind für die mechanischen Eigenschaften der Mittelwert und der charakteristische Wert (5 %-Fraktilewert unter Annahme einer Versagenswahrscheinlichkeit von 75 %) für jede Grundgesamtheit von Prüfergebnissen mit Hilfe der Gleichungen und Fraktilefaktoren in A.16.3 nach ISO 12491 zu ermitteln.

Die Ergebnisse für alle Typprüfungen sind aufzuzeichnen und durch den Hersteller für mindestens 10 Jahre ab dem Datum der letzten Herstellung des Produkts (der Produkte), für die sie gelten, aufzubewahren.

Tabelle 4 — Prüfverfahren, Probekörper, Prüfungstyp und Bedingungen für die ITT

Merkmal	Prüfverfahren	Prüfungstyp	Mindestanzahl von ITT-Probekörpern	Übereinstimmungskriterien und besondere Bedingungen
5.1.2 Mechanische Eigenschaften einer Deckschicht	EN 10002-1a		3 <sup>a</sup>	
Mechanische Eigenschaften eines Elements und seines Kernwerkstoffes:				
5.2.1.2 Schubfestigkeit und Schubmodul	A.3 oder A.4 oder A.5.6	ITT	3	Angabe der deklarierten Werte
5.2.1.4 Druckfestigkeit und -modul	A.2	ITT	6	
5.2.1.5 Verminderte Schubfestigkeit <sup>c</sup>	A.3.2	ITT	1/10 <sup>d</sup>	
5.2.1.6 Querkzugfestigkeit des Elements: (und -modul <sup>b</sup> )	A.1	ITT	6	
5.2.1.7 Aufnehmbares Biegemoment und Knitterspannung	A.5	ITT	3	
5.2.1.8 Aufnehmbares Biegemoment über einem mittigen Auflager	A.7	ITT	3	
5.2.1.3 Kriechfaktor <sup>c</sup>	A.6	ITT	1	
Querzugmodul eines Elements bei erhöhten Temperaturen <sup>b,f</sup>	A.1.6	ITT	3	[Anzahl]
Dichte	A.8	ITT Aufzeichnung		Höchste, geringste und mittlere Dichte aufzuzeichnen
5.2.2 Wärmedurchgangskoeffizient	A.10	ITT	Siehe A.10	Grenzwert nach A.10
5.2.3 Dauerhaftigkeit <sup>e</sup>	Anhang B	ITT		Bestanden (siehe 5.2.3 und Anhang B)
5.2.4.2 Brandverhalten	EN ISO 1716, EN ISO 1182	ITT	Wie in EN 13501-1 festgelegt	Klassifizierung in Übereinstimmung mit EN 13501-1
	EN 13823 (SBI)			
	EN ISO 11925-2			
5.2.4.3 Feuerwiderstand <sup>e</sup>	EN 1364-1 oder EN 1364-2	ITT	1	Klassifizierung in Übereinstimmung mit EN 13501-2 Sonderbedingungen siehe C.2
	EN 1365-2 oder CEN/TS 13381-1			
	EN 14135			
5.2.4.4 Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen – Bedachung <sup>e</sup>	ENV 1187	CWFT oder ITT	siehe ENV 1187	Klassifizierung in Übereinstimmung mit EN 13501-5 Sonderbedingungen siehe C.3
5.2.6 Wasserdurchlässigkeit <sup>e</sup>	EN 12865	ITT	1	EN 12865 und in Übereinstimmung mit A.11
5.2.7 Luftdurchlässigkeit <sup>e</sup>	EN 12114	ITT	1	EN 12114 und in Übereinstimmung mit A.12
5.2.9 Luftschalldämmung <sup>e</sup>	EN ISO 140-3	ITT	1	Angabe $R_{w}(C;C_{p})$ (siehe A.13)
5.2.10 Schalldämmung <sup>e</sup>	EN ISO 354	ITT	1	EN ISO 11654 (siehe A.14)
5.2.5 Grenzabmaße	Anhang D	ITT	1	—
<sup>a</sup> Diese Werte sind erforderlich, um die Prüfergebnisse in Übereinstimmung mit A.5.4 zu korrigieren. <sup>b</sup> Nur für Bemessungszwecke erforderlich – nicht deklariert. <sup>c</sup> Nur für Anwendungen in Dächern/Unterdecken. <sup>d</sup> 1/10 = eine einzelne Prüfreihe mit 10 Probekörpern. <sup>e</sup> Falls erforderlich. <sup>f</sup> Nicht deklariert. Für die Berechnung der Knitterspannung bei erhöhten Temperaturen erforderlich.				

## 6.3 Werkseigene Produktionskontrolle (FPC)

### 6.3.1 Allgemeines

Der Hersteller muss ein FPC-System einführen, dokumentieren und aufrechterhalten um sicherzustellen, dass die auf den Markt gebrachten Produkte mit den angegebenen Leistungsmerkmalen übereinstimmen. Das FPC-System muss aus Verfahren, regelmäßigen Inspektionen und Prüfungen und/oder Beurteilungen sowie der Anwendung der Ergebnisse bestehen, so dass Roh- und andere zugelieferte Werkstoffe oder Bauteile, Ausrüstungen sowie der Herstellungsprozess und das Produkt selbst kontrolliert werden können.

Ein FPC-System, das den Anforderungen der EN ISO 9001 entspricht und an die Anforderungen dieser Europäischen Norm angepasst wurde, ist als ein System anzusehen, das die vorstehenden Anforderungen erfüllt.

Die Ergebnisse von Inspektionen, Prüfungen oder Beurteilungen, die Maßnahmen erfordern, sind ebenso wie die eingeleiteten Maßnahmen aufzuzeichnen. Die im Falle der Nichtübereinstimmung durchzuführenden Verfahren und Maßnahmen sind ebenfalls eindeutig anzugeben.

Wenn Produkte derselben Familie (siehe 6.1) unter Verwendung der gleichen Verfahrensausrüstung hergestellt werden, darf der Hersteller unter der Voraussetzung des Nachweises der Konformität gemeinsame ITT-Ergebnisse verwenden; in diesem Fall müssen die Verfahren der werkseigenen Produktionskontrolle gleich sein.

Sofern ein Hersteller unterschiedliche Produktionslinien oder -einheiten im selben Werk bzw. Produktionslinien oder -einheiten in unterschiedlichen Werken betreibt, die von einem einzigen gemeinsamen FPC-System abgedeckt werden, muss der Hersteller Kontrollberichte für jede einzelne Produktionslinie oder -einheit führen.

Zusätzlich zu den Prüfergebnissen sind die folgenden Mindestangaben aufzuzeichnen:

- Datum und Uhrzeit der Herstellung;
- Typ des Produkts;
- Produktspezifikation, einschließlich Werkstoffe und Bauteile.

### 6.3.2 Ergebnisse der FPC-Prüfungen

Jeder Einzelwert einer deklarierten, durch die FPC bestimmten mechanischen Eigenschaft muss größer oder gleich dem deklarierten Wert aus der Ersttypenprüfung sein. Sofern ein oder mehrere Wert(e) niedriger ist/sind, sind entweder eine statistische Bewertung dieser Eigenschaft für das Vorjahr durchzuführen und der 5 %-Fraktilwert zu bestimmen bzw., wenn die FPC dieser Eigenschaft für weniger als ein Jahr durchgeführt wurde, alle verfügbaren Ergebnisse in diese Bewertung einzubeziehen. Dieser 5 %-Fraktilwert muss gleich dem deklarierten Wert sein oder über diesem liegen.

Sofern die Fraktilwerte kleiner als die deklarierten Werte sind, sind für die jeweiligen deklarierten Werte zusätzliche FPC-Prüfungen an Werkstoffen aus der gleichen Charge durchzuführen, und ein korrigierter 5 %-Fraktilwert ist zu bestimmen. Sofern dieser Wert kleiner als der deklarierte Wert ist, ist die Charge zu verwerfen.

Sofern vorliegende FPC-Ergebnisse darauf hinweisen, dass der deklarierte Wert nicht eingehalten werden kann, ist entweder der deklarierte Wert auf der Grundlage der vorhandenen Erstprüfungen zu vermindern, oder es ist eine neue Serie von Erstprüfungen durchzuführen und ein neuer Wert für die entsprechende Eigenschaft anzugeben.

ANMERKUNG 1 Die Anzahl geforderter zusätzlicher Prüfungen liegt in der Verantwortung des Herstellers.

ANMERKUNG 2 Sofern die FPC-Ergebnisse beständig den deklarierten Wert überschreiten, können diese Ergebnisse zur Bestimmung des 5 %-Fraktilwertes verwendet werden, der als Grundlage für eine Erhöhung des deklarierten Wertes dienen kann.

### 6.3.3 Prüfeinrichtung

Prüfungen zum Nachweis der Konformität des Fertigprodukts mit dieser Europäischen Norm sind unter Anwendung einer Prüfeinrichtung nach den entsprechenden, in dieser Europäischen Norm in Bezug genommenen Prüfverfahren durchzuführen.

Die gesamte zum Erreichen eines Nachweises der Konformität erforderliche Wäge-, Mess- und Prüfeinrichtung ist zu kalibrieren oder nachzuweisen und regelmäßig entsprechend den dokumentierten Verfahren, Häufigkeiten und Kriterien einer Inspektion zu unterziehen. Das Kalibrieren und/oder Überprüfen muss von Prüfeinrichtungen oder Probekörper erfolgen, die auf zutreffende national oder international anerkannte Referenz-Probekörper (Normale) zurückzuführen sind. Wenn derartige Referenz-Probekörper nicht zur Verfügung stehen, sind die für interne Überprüfungen und die Kalibrierung verwendeten Grundlagen zu dokumentieren.

Alle im Herstellungsprozess verwendeten Ausrüstungen sind regelmäßig zu überprüfen und instand zu halten, um sicherzustellen, dass Gebrauch, Verschleiß oder Ausfälle nicht zu Unregelmäßigkeiten im Herstellungsprozess führen.

Inspektionen und Instandhaltungsarbeiten sind in Übereinstimmung mit den schriftlichen Verfahren des Herstellers durchzuführen und aufzuzeichnen, und die Aufzeichnungen sind für den in den FPC-Verfahren des Herstellers festgelegten Zeitraum aufzubewahren.

Der Hersteller muss sicherstellen, dass Handhabung, Schutz und Lagerung der Prüfeinrichtung so durchgeführt werden, dass deren Genauigkeit und Gebrauchstauglichkeit aufrechterhalten werden.

Wenn die Produktion Unterbrechungen unterworfen ist, muss der Hersteller sicherstellen, dass jegliche Prüfeinrichtung, die durch die Unterbrechung beeinträchtigt werden könnte, vor Wiederaufnahme des Betriebs in geeigneter Weise überprüft und/oder kalibriert wird.

Die Kalibrierung der gesamten Prüfeinrichtung ist bei Reparaturen oder Ausfällen, die die Kalibrierung beeinträchtigen könnten, zu wiederholen.

### 6.3.4 Rohstoffe und Bauteile

#### 6.3.4.1 Allgemeines

Die Spezifikationen aller zugelieferten Rohstoffe und Bauteile sowie der Prüfplan für den Nachweis ihrer Konformität sind zu dokumentieren.

Der Hersteller muss über schriftliche Verfahrensabläufe verfügen, in denen festgelegt ist, wie mit fehlerhaften Rohstoffen und Bauteilen zu verfahren ist. Treten derartige Vorkommnisse auf, sind sie aufzuzeichnen, und diese Aufzeichnungen sind für den in den schriftlichen Verfahren des Herstellers festgelegten Zeitraum aufzubewahren.

Die Konformität von Metalldeckschichten muss 6.3.4.2, die von vorgefertigten Kernmaterialien 6.3.4.3 und die von Klebern 6.3.4.4 entsprechen.

#### 6.3.4.2 Metalldeckschichten

Falls die Deklarationen durch den Hersteller der Deckschichten zur Verfügung gestellt werden, müssen diese Angaben EN 10204, Dokument-Typ 3.1 entsprechen und für je 50 t Coilmaterial vorhanden sein.

### 6.3.4.3 Vorgefertigte Lamellen und vorgeformter Kernwerkstoff

Vorgeformte Werkstoffe für die Kerne von Sandwichelementen sind Prüfungen im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle zu unterziehen (siehe Tabelle 5). Der Hersteller der Elemente muss für die folgenden Eigenschaften in Übereinstimmung mit der entsprechenden Dämmproduktnorm (EN 13162 bis EN 13167) eine Herstellerangabe machen oder einholen:

- Grenzabmaße/Toleranzen (insbesondere Übereinstimmung hinsichtlich der Dicke);
- Wärmeleitfähigkeit.

ANMERKUNG Im Sinne dieser Europäischen Norm bedeutet „Angabe“ die formelle Angabe der Eigenschaften durch den Lieferanten.

### 6.3.4.4 Kleber

Der Elementehersteller muss für Folgendes die Angaben des Lieferanten einholen:

- Beschreibung und Spezifikation;
- Viskosität/Geschwindigkeit;
- Lagerfähigkeit.

## 6.3.5 Produktprüfung und -beurteilung – FPC

### 6.3.5.1 Allgemeines

Der Hersteller muss Verfahren festlegen, um sicherzustellen, dass die deklarierten Werte zu sämtlichen Merkmalen nach 6.3.5.2 und 6.3.5.3 eingehalten werden.

Die Verfahren der werkseigenen Produktionskontrolle sind so zu organisieren, dass in der statistischen Kontrolle jeder Produkttyp in einem näherungsweise Verhältnis zum Produktionsvolumen erscheint.

Zulieferer, die Produkte von einem Hersteller mit Produktionsstätte außerhalb des EWR beschaffen, müssen Verfahren festlegen, um sicherzustellen, dass die Sollwerte aller Merkmale nach 6.3.6 eingehalten werden.

### 6.3.5.2 FPC-Verfahren für Elemente

Das Mindest-Verfahren im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle für die Herstellung von Elementen muss die Prüfungen nach Tabelle 5 umfassen.

Die Prüfungen der werkseigenen Produktionskontrolle sind entweder an gealterten Probekörpern oder an unmittelbar nach der Produktion entnommenen Probekörpern durchzuführen.

Die Anzahl der Probekörper für die FPC muss den Prüfverfahren nach Tabelle 5 entsprechen.

Die Probekörper sind an einer Reihe von Stellen zu entnehmen, die die gesamte Elementbreite abdecken. Mindestens ein Probekörper ist jeweils aus der Mitte sowie aus dem Bereich nahe der Elementkante zu entnehmen; dabei darf sich die erste Schnittkante nicht weiter als 10 % der Baubreite des Elements von der Außenkante entfernt befinden.

ANMERKUNG 1 Probekörper reagieren äußerst empfindlich auf den Schneidvorgang und in Bezug auf die Prüfgenaugigkeit, insbesondere bei den Messungen während der Zugprüfung. Große Vorsicht ist beim Schneidvorgang erforderlich, vor allem, wenn der Kernwerkstoff relativ weich ist oder Versprödungstendenz aufweist. Das Schneiden kann mit einer Bandsäge mit fein gezahntem Blatt durchgeführt werden. Es kann von Vorteil sein, den Probekörper zwischen zwei Stücke Sperrholz oder ein vergleichbares Material zu legen, um die Schwingung während des Schneidvorgangs zu verringern. Es wird empfohlen, die Probekörper nach dem Schneiden sorgfältig zu untersuchen. Probekörper, die auf

Grund des Schneidvorgangs Delamination aufweisen, dürfen verworfen werden (bis zu höchstens 30 % derjenigen, die für die jeweilige Prüffamilie geschnitten wurden).

Wird die Knitterspannung durch Berechnung bestimmt, ist die FPC-bezogene Überprüfung der Zug- und Druckmoduln nach Tabelle 5 auszuführen.

Wird die Knitterspannung nicht mindestens einmal je Woche überprüft, ist die FPC-bezogene Überprüfung der Zug- und Druckmoduln nach Tabelle 5 auszuführen.

**Tabelle 5 — FPC-Verfahren für Elemente**

Prüfungstyp	Prüfverfahren	Mindestanzahl der Probekörper	Mindestprüfhäufigkeit
Dichte des Kernwerkstoffs	A.8	3	1-mal je Arbeitsschicht/alle 6 h oder 8 h <sup>a</sup>
Querzugfestigkeit und -modul des Elements (mit Deckschichten)	A.1	3	1-mal je Arbeitsschicht/alle 6 h oder 8 h <sup>a</sup>
Druckfestigkeit und -modul des Kernwerkstoffs	A.2	3	1-mal je Woche <sup>a</sup>
Schubfestigkeit und Schubmodul des Kernwerkstoffs	A.3	3	1-mal je Woche <sup>a</sup>
Zugfestigkeit des Deckschichtwerkstoffs (oder Angabe — 6.3.4.2)	—	3	Jede Lieferung
Dicke des Deckschichtwerkstoffs (oder Angabe — 6.3.4.2)	—	3	Jede Lieferung
Schubfestigkeit des gesamten Elements <sup>b</sup>	A.4	1	1-mal alle 2 Wochen <sup>a</sup>
Knitterspannung (optional, siehe Text oben)	A.5	1	1-mal je Woche <sup>a</sup>
Überprüfung der Maße: — Elementdicke — Abweichung von der Ebenheit — Profilhöhe — Sickentiefe — Elementlänge — Baubreite — Abweichung von der Rechtwinkligkeit — Abweichung von der Geradheit — Längs- und Querwölbung — Profilraster — Gurtbreiten	— D.2.1 D.2.2 D.2.3 D.2.4 D.2.5 D.2.6 D.2.7 D.2.8 D.2.9 D.2.10 D.2.11	1	1-mal je Arbeitsschicht/alle 6 h oder 8 h
Brandverhalten — (6.3.5.3) <sup>c</sup>	—	—	Angabenprotokoll
Feuerwiderstand — (6.3.5.3) <sup>c</sup>			
Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen — (6.3.5.3) <sup>c</sup> oder CWFT			

Tabelle 5 (fortgesetzt)

Prüfungstyp	Prüfverfahren	Mindestanzahl der Probekörper	Mindestprüfhäufigkeit
Leistung der Wärmedämmung	A.10.2.1.1d	1	1-mal je Monat
Wasserdurchlässigkeit – 5.2.6 Luftdurchlässigkeit – 5.2.7 Wasserdampfdurchlässigkeit – 5.2.8	Sichtprüfung <sup>a</sup>	—	—
<p><sup>a</sup> Liegt das Produktionsvolumen unter 2 000 m<sup>2</sup> je Arbeitsschicht, muss der Hersteller nur alle 2 000 m<sup>2</sup> oder mindestens einmal alle drei Monate prüfen. Kontrollprüfungen der Maße und Inspektionen hinsichtlich der Durchlässigkeit müssen jedoch in jeder Arbeitsschicht erfolgen.</p> <p><sup>b</sup> Nur bei Elementen mit MW-Lamellendämmkern.</p> <p><sup>c</sup> Angabenprotokoll des Herstellers (siehe 6.3.5.3) oder Erklärung des Lieferanten zum Brandverhalten von Bauteilen.</p> <p><sup>d</sup> Verfahrensprüfungen <math>\lambda_1</math> (einfaches Prüfergebnis der Wärmeleitfähigkeit) in Übereinstimmung mit der entsprechenden Produktnorm für den Kernwerkstoff (A.10.2.1.1) und repräsentativ für den Werkstoff zum Herstellungszeitpunkt des Elements.</p>			
<p>ANMERKUNG 1 Die Überprüfung der Dicke von vorgefertigtem Kernwerkstoff oder Lamellen und die Anordnung der Fugen zwischen einzelnen Platten/Tafeln sind von außerordentlicher Bedeutung und sollten häufig überprüft werden (z. B. alle 2 h).</p> <p>ANMERKUNG 2 Die typische zulässige Differenz der Schnittdicke zwischen benachbarten vorgefertigten Teilen zur Herstellung mit starren Distanzplatten beträgt <math>\pm 0,5</math> mm.</p>			

### 6.3.5.3 FPC-bezogene Überprüfungen der Brandkennwerte

FPC-bezogene Überprüfungen der Brandkennwerte sind wie folgt durchzuführen:

- Bei Elementen, deren Wärmedämmung durch Aufschäumen (chemische Reaktion) während des Fertigungsprozesses erzeugt wurde, ist die Überprüfung durch Angabe der genauen Spezifikation aller chemischen Komponenten, Flammschutzmittel usw. für jede Produktionscharge einschließlich der Herkunft, der verwendeten Anteile usw. durchzuführen. Bei von einem Fremdhersteller gelieferten chemischen Systemen ist eine ausreichende Erklärung der Spezifikation zur Verfügung zu stellen. Die Elementausführung bzw. der Elementtyp sind aufzuzeichnen, um die Einzelheiten zu den Fugen zwischen den Elementen zu bestätigen.
- Elemente mit durch Kleben erzeugter vorgeformter oder lamellenförmiger Dämmung sind durch Aufzeichnung der genauen Spezifikation zu allen vorgeformten oder lamellenförmigen Bauteilen für jede Produktionscharge zu überprüfen – einschließlich der vollständigen chemischen Spezifikation, sofern zutreffend, der Dichte, der Flammschutzmittel, der Bindemittel und Klebstoffe bzw. der weiteren organischen Materialien, wiederum einschließlich der Rückseitenbeschichtungen usw. Bei durch Fremdhersteller gelieferten vorgeformten oder lamellenförmigen Bauteilen und weiteren Bestandteilen (d. h. Klebstoffe) ist eine ausreichende Angabe der Spezifikation zur Verfügung zu stellen. Die Elementausführung bzw. der Elementtyp sind aufzuzeichnen, um die Einzelheiten zu den Fugen zwischen den Elementen zu bestätigen.

Indirekte Prüfungen an Komponenten sind entsprechend Tabelle 6 durchzuführen.

**Tabelle 6 — Mindestprüfhäufigkeiten der Brandkennwerte von Komponenten**

<b>Bestandteil</b>	<b>Prüfverfahren</b>	<b>Häufigkeit</b>
Kernwerkstoff	Prüfung des Rohstoffs oder der chemischen Zusammensetzung und der Dichte (A.8)	1-mal täglich
Klebstoff	Prüfung der maximalen Menge und der Dicke der Klebstoffschicht (C.4)	1-mal täglich
Deckschichten	Herstellerangabe	1-mal je Woche

### 6.3.6 Konformität der werkseigenen Produktionskontrolle – Beschaffung durch Zulieferer

#### 6.3.6.1 Allgemeines

Wenn ein Zulieferer das Produkt von einem Hersteller beschafft, dessen Fertigungsstätte sich außerhalb des EWR befindet, liegt der Nachweis der Konformität des Produkts mit 6.3.6.2 vollständig in der Verantwortung des Zulieferers.

Sofern ein Zulieferer das Produkt von einem Hersteller beschafft, der kein FPC-System nach 6.3 dieses Dokuments betreibt, ist entweder der Hersteller zu verpflichten, ein derartiges System in Betrieb zu nehmen, oder der Zulieferer muss die volle Verantwortung für das Produkt nach 6.3.6.2 übernehmen.

#### 6.3.6.2 FPC-Verfahren – durch den Zulieferer beschaffte Produkte

Sofern ein Produkt unter den Bedingungen nach 6.3.6.1 durch einen Zulieferer beschafft wird, muss der Zulieferer die volle Verantwortung für den Nachweis der Konformität des Produkts übernehmen und ein FPC-System, einschließlich Prüfeinrichtung und Verfahren für den Fall der Nichtübereinstimmung, unterhalten, um sicherzustellen, dass die Konformität mit dem gleichen Grad der Genauigkeit aufrechterhalten wird, die bei einem vollständigen FPC-System nach 6.3 erreicht würde.

Die Konformität muss auf der Produktprüfung des vollständigen Elements oder der Probekörper beruhen, die entsprechend Tabelle 7 aus einem Element entnommen wurden.

Darüber hinaus sind nach 6.3.4.2 und 6.3.4.3 Werte für die folgenden Merkmale anzugeben:

- Druckfestigkeit und -modul des Kernwerkstoffs;
- Schubfestigkeit und Schubmodul des Kernwerkstoffs;
- Zugfestigkeit des Deckschichtwerkstoffs (oder Angabe – 6.3.4.2);
- Dicke des Deckschichtwerkstoffs (oder Angabe – 6.3.4.2).

Die Prüfhäufigkeit für diese Merkmale muss einmal je 2 000 m<sup>2</sup> und mindestens einmal je Lieferung betragen.

Tabelle 7 — Beschaffung über Lieferanten: FPC-Systemanforderungen an die Elemente

Prüfungstyp	Prüfverfahren	Mindestanzahl der Probekörper	Mindesthäufigkeit
Dichte des Kernwerkstoffs	A.8	3	Jede Lieferung
Querkzugfestigkeit und -modul des Elements (mit Deckschichten)	A.1	3	
Schubfestigkeit des vollständigen Elements <sup>a</sup>	A.4	1	
Überprüfung der Maße:	—	—	—
— Elementdicke	D.2.1	1	Jede Lieferung
— Abweichung von der Ebenheit	D.2.2		
— Profilhöhe	D.2.3		
— Sickentiefe	D.2.4		
— Elementlänge	D.2.5		
— Baubreite	D.2.6		
— Abweichung von der Rechtwinkligkeit	D.2.7		
— Abweichung von der Geradheit	D.2.8		
— Längs- und Querwölbung	D.2.9		
— Profilraster	D.2.10		
— Gurtbreiten	D.2.11		
Brandverhalten – (6.3.5.3) <sup>b</sup>	—	—	Angabenprotokoll
Feuerwiderstand – (6.3.5.3) <sup>b</sup>	—	—	
Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen — (6.3.5.3) <sup>b</sup> oder CWFT	—	—	
Leistung der Wärmedämmung — 5.2.2	A.10		Alle 3 Monate
Wasserdurchlässigkeit — 5.2.6	Sichtprüfung	—	Jede Lieferung
Luftdurchlässigkeit — 5.2.7			
Wasserdampfdurchlässigkeit — 5.2.8			
<sup>a</sup> Nur bei Elementen mit MW-Lamellendämmkernen. <sup>b</sup> Angabenprotokoll des Herstellers (siehe 6.3.5.3) oder Erklärung des Lieferanten zum Brandverhalten von Bauteilen.			

## 7 Klassifizierung und Bezeichnung

Falls erforderlich, sind Sandwichelemente nach Tabelle 8 zu klassifizieren und zu bezeichnen, z. B., wenn sie gesetzlichen Anforderungen unterliegen. Deklarierte Werte sind auf zwei signifikante Ziffern anzugeben.

Tabelle 8 — Klassifizierung und Bezeichnung

Abschnitt	Bezeichnung	Einheiten oder Klasse
5.2.1	Mechanische Eigenschaften:	
	— Metallsorte/Dicke/Toleranzsystem	Angabe
	— Querkzugfestigkeit des Elements	MPa
	— Schubfestigkeit (Kern)	MPa
	— Schubmodul (Kern)	MPa
	— Kriechfaktor <sup>a</sup>	(Zahl)
	— Druckfestigkeit (Kern)	MPa
	— Langzeit-Schubfestigkeit <sup>a</sup>	MPa
	— Biegemomenten-Tragfähigkeit <sup>c</sup>	kNm/m
	— Knitterspannung <sup>c</sup>	MPa
5.2.2	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m <sup>2</sup> · K)
5.2.3	Mechanische Eigenschaften nach Langzeitbelastung — Dauerhaftigkeit	Bestanden (Farben – siehe Anhang B)/Nicht Bestanden
5.2.4.2	Brandverhalten	Siehe EN 13501-1
5.2.4.3	Feuerwiderstand	Siehe EN 13501-2 <sup>b</sup>
5.2.4.4	Verhalten von Dächern bei Beanspruchung durch Feuer von außen	B <sub>ROOF</sub> (CWFT) oder EN 13501-5 <sup>b</sup>
5.2.6	Wasserdurchlässigkeit	Klasse: z. B. A (1 200 Pa): B (600 Pa): C (300 Pa) <sup>b</sup> .
5.2.7	Luftdurchlässigkeit	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> · h) bei 50 Pa <sup>b</sup>
5.2.9	Luftschalldämmung	Bewertung: R <sub>w</sub> (C: C <sub>tr</sub> ) <sup>b</sup>
5.2.10	Schallabsorption	Einzahl-Bewertung: a <sub>w</sub> <sup>b</sup>
<sup>a</sup> Dieses Merkmal ist nur bei Elementen gefordert, die für Dächer und Unterdecken verwendet werden. <sup>b</sup> Diese Merkmale dürfen mit NPD (keine Leistung bestimmt, siehe ZA.3) bezeichnet werden, sofern die vorgesehene Anwendung keinen gesetzlichen Anforderungen unterliegt. <sup>c</sup> Die Biegemomenten-Tragfähigkeit ist sowohl für die positive als auch für die negative Biegung anzugeben. Sofern eine oder beide Deckschicht(en) eben oder leicht profiliert ist/sind, ist die Knitterspannung für diese Deckschichten anzugeben (A.5.5.3).		

## 8 Kennzeichnung, Etikettierung und Verpackung

### 8.1 Kennzeichnung und Etikettierung

Mit oder befestigt an jedem Stapel oder Pack von Sandwichelementen muss der Hersteller die folgenden Angaben liefern:

- a) Name oder eingetragenes Kennzeichen des Herstellers sowie Anschrift der Fertigungsstätte oder, sofern zutreffend, Kennzeichen des im EWR ansässigen Bevollmächtigten des Herstellers;
- b) Nummer dieser Europäischen Norm, d. h. EN 14509

- c) Angaben zum Produkttyp, einschließlich Referenz/Name;
- d) Gewicht des Produkts, in kg/m<sup>2</sup>;
- e) Dicke des Produkts;
- f) Beschreibung der Metalldeckschichten und Überzüge, wie verwendet;
- g) Beschreibung des Kernwerkstoffs, einschließlich Werkstoffidentifikation, Dicke, Dichte usw.;
- h) Werte zu den in Tabelle 8 genannten Merkmalen.

Wenn ZA.3 dieselben Angaben wie 8.1 enthält, sind die Anforderungen nach diesem Unterabschnitt erfüllt.

Hersteller wünschen möglicherweise, mit dem Produkt weitere entsprechende Angaben bereitzustellen.

## **8.2 Verpackung, Transport, Lagerung und Handhabung**

Alle Anweisungen hinsichtlich Transport, Lagerung und Handhabung müssen auf der Verpackung oder in der Begleitdokumentation deutlich lesbar sein.

ANMERKUNG 1 Falls während des Transports, der Lagerung oder der Bearbeitung mit schwierigen Betriebsbedingungen zu rechnen ist, darf das Produkt mit einem zusätzlichen Schutz in Form eines vorübergehenden, abziehbaren Folienüberzugs bzw. einem Schutz aus Wachs oder Öl geliefert werden.

ANMERKUNG 2 Bei der Auswahl von Schutzüberzügen sollten Typ, Dicke, Klebeeigenschaften, Formbarkeit, Reißfestigkeit und Lichtechtheit berücksichtigt werden. Alle Schutzüberzüge können nur für eine begrenzte Zeit ohne Schaden den äußeren Witterungsbedingungen ausgesetzt werden.

## Anhang A (normativ)

### Verfahren zur Prüfung von Werkstoffeigenschaften

#### A.1 Querzugversuche senkrecht zum Paneel

##### A.1.1 Kurzbeschreibung

Mit dieser Prüfung wird die Querzugfestigkeit des Elements und des Zug-E-Modules des Kernwerkstoffs gemessen.

Der charakteristische Wert der Querzugfestigkeit des Elements ist nach EN 1607 und den folgenden Abschnitten zu bestimmen.

##### A.1.2 Prüfeinrichtung

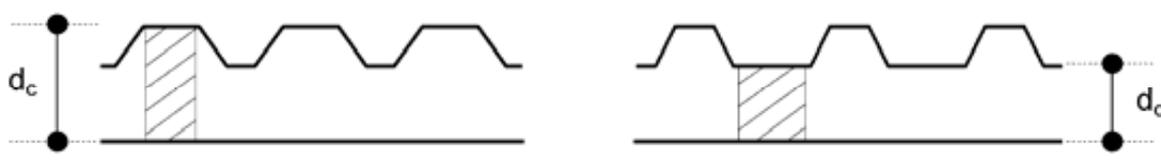
Die Zugprüfmaschine muss EN 1607 entsprechen.

##### A.1.3 Probekörper

Die Probenahme und das Konditionieren der Probekörper müssen 6.2.2 und 6.2.3 entsprechen.

Bei der Durchführung der Prüfung müssen die Deckschichten des Elements unversehrt (an der Probe) sein, um so die Haftzugfestigkeit zwischen den Deckschichten und dem Kern zu erfassen oder den hinreichenden Verbund nachweisen zu können.

Bei Elementen mit profilierten Deckschichten sind die Probekörper aus einem Bereich zu schneiden, der die am häufigsten auftretende Dicke aufweist (siehe Beispiele in Bild A.1).



**Bild A.1 — Schneiden der Probekörper**

Probekörper müssen einen quadratischen Querschnitt mit Seitenmaßen zwischen 100 mm und 300 mm aufweisen. Sofern zutreffend, muss der Probekörper die volle Lamellenbreite einschließen.

Die Maße des Probekörpers sind nach EN 12085 zu messen. Das Grenzabmaß im Seitenmaß muss  $\pm 3$  mm betragen.

**ANMERKUNG 1** Probekörper reagieren äußerst empfindlich auf den Schneidvorgang und in Bezug auf die Prüfgenaugigkeit, insbesondere bei den Messungen während der Zugprüfung. Große Vorsicht ist beim Schneidvorgang erforderlich, vor allem, wenn der Kernwerkstoff relativ weich ist oder Versprödungstendenz aufweist. Das Schneiden kann mit einer Bandsäge mit fein gezahntem Blatt durchgeführt werden. Es kann von Vorteil sein, den Probekörper zwischen zwei Stücke Sperrholz oder ein vergleichbares Material zu legen, um die Schwingung während des Schneidvorgangs zu verringern. Es wird empfohlen, die Probekörper nach dem Schneiden sorgfältig zu untersuchen. Probekörper, die auf Grund des Schneidvorgangs Delamination aufweisen, sind zu verwerfen (bis zu höchstens 30 % derjenigen, die für die jeweilige Prüffamilie geschnitten wurden).

Sofern es auf Grund des Profils der Deckschichten nicht möglich ist, einen Probekörper mit zwei ebenen Deckschichten zu schneiden, ist der Probekörper mit einem entsprechend geformten Füllstück herzustellen, das an die profilierte Deckschicht geklebt wird (siehe Beispiele in Bild A.2).

ANMERKUNG 2 Zusätzliche dünne Schichten dürfen an den Deckschichten angeklebt werden, um sicherzustellen, dass die Lastaufbringungsplatten der Prüfmaschine zu Beginn der Zugprüfung parallel verlaufen.

ANMERKUNG 3 Als eine Alternative zur Verwendung geformter Füllstücke und bei geeigneter Form der profilierten Deckschicht kann es möglich sein, zwei Probekörper derart miteinander zu verkleben, dass die profilierten Deckschichten ineinander passen.



**Bild A.2 — Beispiele für Probekörper mit geformten Füllstücken**

#### A.1.4 Durchführung

Die Prüfung ist durch kontinuierliche oder in mindestens 10 Stufen erfolgende Belastung des Probekörpers mit Hilfe einer Zugprüfmaschine durchzuführen. Die Dehngeschwindigkeit muss  $10 \text{ mm} \pm 10 \%$  je Minute betragen. Während der Prüfung ist die Dehnung mit einer Genauigkeit von 1 % zu messen.

Die Prüfung ist bis zum Erreichen der Grenzlast ( $F_u$ ) fortzusetzen (Bild A.3). Wenn der Probekörper keine deutliche Grenzlast anzeigt, ist die Prüfung bei Überschreiten einer relativen Verformung von 20 % zu beenden.

Die Prüfungen sind unter üblichen Laborbedingungen bezüglich Temperatur und Luftfeuchte durchzuführen, außer wenn die Prüfung bei erhöhten Temperaturen erfolgt (A.1.6).

#### A.1.5 Berechnungen und Ergebnisse

##### A.1.5.1 Querkzugfestigkeit des Elements ( $f_{Ct}$ )

Es ist eine Last-Dehnungs-Kurve zu zeichnen (siehe Bild A.3), und die Zugfestigkeit ist wie folgt zu berechnen.

Die Zugfestigkeit  $f_{Ct}$  ist gegeben durch Gleichung (A.1):

$$f_{Ct} = \frac{F_u}{A} \quad (\text{A.1})$$

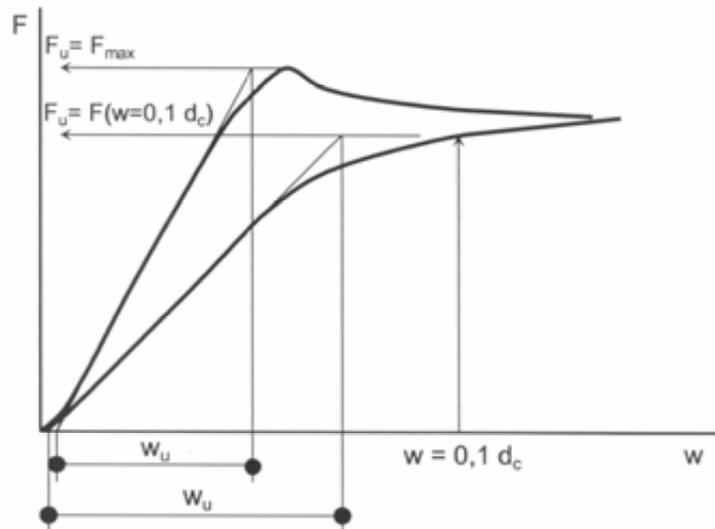
Dabei ist

$F_u$  die Grenzlast;

$A$  die aus den gemessenen Maßen bestimmte Querschnittsfläche des Probekörpers.

ANMERKUNG 1 Bei Probekörpern, bei denen keine deutliche Grenzlast angezeigt wird, darf  $F_u$  alternativ als die Last bei einer festgelegten relativen Verformung definiert werden. Bei Polyurethanschäumen darf eine relative Verformung von

10 % ( $0,1d_c$ ) als angemessener Grenzwert angesehen werden. Bei Werkstoffen mit steiferer oder ohne Zellstruktur darf ein niedrigerer Wert angesetzt werden.



**Bild A.3 — Last-Dehnungs-Kurve ( $F_u$  gegen Verschiebung  $w$ )**

Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

Im Prüfbericht sind der charakteristische Wert (6.2.3) der Zugfestigkeit und die Versagensart anzugeben, d. h. ob das Versagen in der Klebstoffschicht oder im Kern aufgetreten ist.

ANMERKUNG 2 Bei der Bestimmung des Versagensortes sollten insbesondere die Fälle beachtet werden, in denen das Versagen in unmittelbarer Nähe zur Klebstoffschicht auftritt.

#### A.1.5.2 Zug-E-Modul des Kerns ( $E_{Ct}$ )

Im Prüfbericht ist auch der charakteristische E-Modul des Kernwerkstoffs anzugeben.

Der Zug-Modul  $E_{Ct}$  ist gegeben durch Gleichung (A.2):

$$E_{Ct} = \frac{F_u d_C}{w_u A} \tag{A.2}$$

Dabei ist

$F_u$  die Grenzlast;

$d_C$  die Dicke;

$w_u$  die ideelle Verschiebung bei Grenzlast, beruhend auf dem linearen Teil der Kurve nach Bild A.3;;

$A$  die aus den gemessenen Maßen bestimmte Querschnittsfläche des Probekörpers.

### A.1.6 Querzugmodul des Elements bei erhöhter Temperatur

Falls für die Bemessung und die ITT – nicht jedoch für FPC-Verfahren von Außenelementen – erforderlich, ist die in A.1.1 bis A.1.5 beschriebene Prüfung auch an Probekörpern durchzuführen, die in einer Wärmekammer für 20 h bis 24 h bei einer Temperatur von  $\left(80 \begin{smallmatrix} +3 \\ -1 \end{smallmatrix}\right)^\circ\text{C}$  erwärmt wurden. Die Zugprüfung ist unverzüglich durchzuführen, bevor sich der Probekörper abgekühlt hat.

ANMERKUNG Die Prüfung darf durchgeführt werden, indem die Probekörper zusammen mit den Lasteinleitungsplatten auf eine Temperatur leicht über  $80^\circ\text{C}$  erwärmt werden und dann die Zugprüfung erfolgt, bevor der Probekörper unter  $80^\circ\text{C}$  abgekühlt ist (Grenzwerte  $\left(80 \begin{smallmatrix} +3 \\ -1 \end{smallmatrix}\right)^\circ\text{C}$ ).

Der charakteristische Wert für den E-Modul bei erhöhter Temperatur ist in den Prüfbericht aufzunehmen.

## A.2 Druckfestigkeit und Druck-E-Modul des Kernwerkstoffs

### A.2.1 Kurzbeschreibung

Mit dieser Prüfung werden die Druckfestigkeit und das Druck-E-Modul des Kernwerkstoffs unter Druck bestimmt.

Der charakteristische Wert der Druckfestigkeit des Kernwerkstoffs ist nach EN 826 und den folgenden Abschnitten zu bestimmen.

### A.2.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung muss EN 826 entsprechen.

### A.2.3 Probekörper

Die Probenahme und das Konditionieren der Probekörper müssen 6.2.2 und 6.2.3 entsprechen.

Die Probekörper sind nach A.1.3 herzustellen. Sofern das Profil der Deckschicht(en) die Verwendung von Füllstücken erfordert, dürfen diese nicht mit den Lasteinleitungsplatten verklebt werden.

### A.2.4 Durchführung

Der Probekörper ist zwischen die beiden parallelen steifen Lasteinleitungsplatten einer Druckprüfmaschine einzubringen. Die Beanspruchungsgeschwindigkeit muss ausreichend sein, um eine Verschiebung entsprechend 10 % der Dicke  $\pm 25\%$  je Minute zu erzeugen. Während der Prüfung ist die Stauchung mit einer Messunsicherheit von 1 % zu messen, und eine Last-Stauchungs-Kurve ist zu zeichnen (siehe Bild A.3).

Die Prüfungen sind unter üblichen Laborbedingungen bezüglich Temperatur und Luftfeuchte durchzuführen.

### A.2.5 Berechnungen und Ergebnisse

#### A.2.5.1 Druckfestigkeit ( $f_{Cc}$ )

Die Druckfestigkeit,  $f_{Cc}$ , des Kernwerkstoffs ist nach der folgenden Gleichung (A.3) zu berechnen:

$$f_{Cc} = \frac{F_u}{A} \quad (\text{A.3})$$

Dabei ist

$F_u$  die Grenzlast;

$A$  die aus den gemessenen Maßen bestimmte Querschnittsfläche des Probekörpers.

**ANMERKUNG** Bei Probekörpern, bei denen keine deutliche Grenzlast angezeigt wird, darf  $F_u$  alternativ als die Last bei einer festgelegten relativen Verformung definiert werden. Bei Polyurethanschäumen darf eine relative Verformung von 10 % ( $0,1d_c$ ) als angemessener Grenzwert angesehen werden (siehe Bild A.3). Bei Werkstoffen mit steiferer oder ohne Zellstruktur darf ein niedrigerer Wert angesetzt werden.

### **A.2.5.2 Druck-E-Modul des Kerns ( $E_{Cc}$ )**

Der Prüfbericht muss auch den charakteristischen E-Modul des Kernwerkstoffs angeben.

Der Druck-E-Modul  $E_{Cc}$  des Kernwerkstoffs ist nach der folgenden Gleichung (A.4) zu berechnen:

$$E_{Cc} = \frac{F_u d_C}{w_u A} \quad (\text{A.4})$$

Dabei ist

$F_u$  die Grenzlast;

$d_C$  die Dicke;

$w_u$  die ideelle Verschiebung bei Grenzlast, beruhend auf dem linearen Teil der Kurve nach Bild A.3;

$A$  die aus den gemessenen Maßen bestimmte Querschnittsfläche des Probekörpers.

Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

Der Prüfbericht muss den charakteristischen Wert (6.2.3) der Druckfestigkeit und den E-Modul des Kernwerkstoffs angeben.

## **A.3 Schubversuche für das Kernmaterial**

### **A.3.1 Kurzbeschreibung**

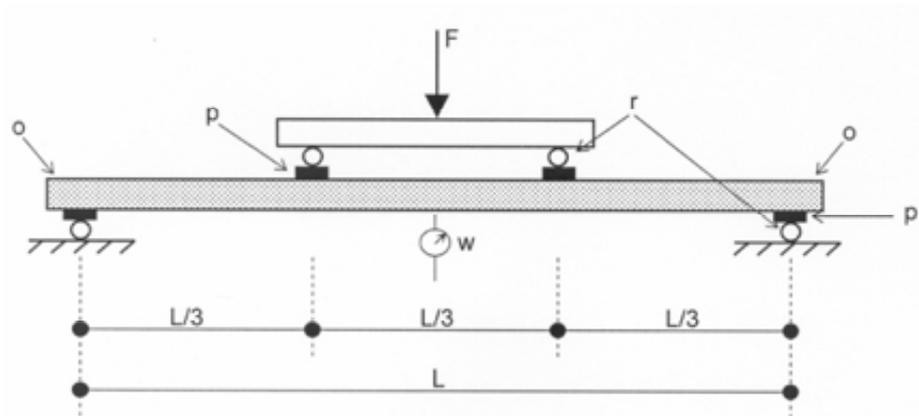
Die Schubfestigkeit und der Schubmodul des Kernwerkstoffs sind mit Hilfe eines Vierpunkt-Biegeversuchs zu bestimmen (siehe Bild A.4). Es ist die vom Probekörper beim Schubversagen erreichte Grenzlast zu messen, und der Schubmodul ist aus der Last-Durchbiegungs-Kurve zu berechnen.

### **A.3.2 Prüfeinrichtung**

Das Vierpunkt-Biegeprüfgerät ist in Bild A.4 dargestellt.

Lastverteilungsplatten aus Stahl ( $p$ ) werden unter den Lastpunkten und über den Auflagern benötigt. Die Dicke der Lastverteilungsplatten muss zwischen 8 mm und 12 mm liegen.

Die Breite  $L_s$  der Lastverteilungsplatten am Auflager und an den Lasteinleitungspunkten muss mindestens 60 mm betragen. Dieser Wert ist, falls erforderlich, auf bis zu 100 mm zu steigern, um ein örtliches Eindringen des Kerns zu verhindern. Wenn  $L_s$  größer als 100 mm ist, muss für die ITT eine genauere Bestimmung des Schubmoduls  $G_C$  erfolgen, d. h. mit Hilfe des Prüfverfahrens nach A.5.6.



### Legende

- $F$  aufgebrachte Last
- $r$  Walzen, Radius 15 mm
- $w$  gemessene Durchbiegung
- $p$  Lastverteilungsplatten aus Metall mit der Breite  $L_s$
- $o$  maximaler Überstand von 50 mm

**Bild A.4 — Vierpunkt-Biegeversuch**

### A.3.3 Probekörper

Das Konditionieren der Probekörper muss 6.2.2 und 6.2.3 entsprechen.

Die Probekörper sind längs des Elements zu schneiden. Die Stelle ist so zu wählen, dass die Deckschichten des Probekörpers eben und parallel sind.

ANMERKUNG 1 Die Deckschichten dürfen leicht profiliert sein.

Bei allen Kernwerkstoffen, mit Ausnahme von MW-Lamellen, muss die Breite des Probekörpers ( $100 \pm 2$ ) mm betragen. Bei MW-Lamellen muss die verwendete Breite  $\geq 100$  mm betragen und ist so auszuwählen, dass mindestens eine volle Lamellenbreite eingeschlossen ist. Innerhalb der Probekörperlänge dürfen keine Querstöße der Lamellen oder des vorgeformten Kernwerkstoffs liegen.

ANMERKUNG 2 Zur Bestimmung der Schubfestigkeit und des Moduls bei Elementen mit Lamellen ist vorzugsweise die in A.4 beschriebene Prüfung zu verwenden.

Es ist eine Stützweite  $L$  zu wählen, mit der ein Schubversagen erreicht wird. Die empfohlene Stützweite beträgt 1 000 mm. Sofern sich mit der empfohlenen Stützweite kein dem Bild A.5 vergleichbares Schubversagen ergibt, ist die Stützweite in Schritten von 100 mm bis zum Schubversagen zu vermindern. Nachfolgende Prüfungen sind dann mit der verminderten Stützweite durchzuführen.

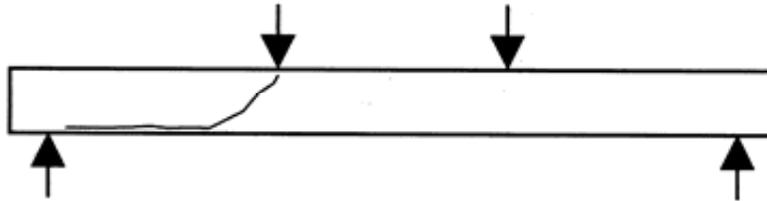


Bild A.5 — Typisches Schubversagen

### A.3.4 Durchführung

Der Probekörper ist nach Bild A.4 zu belasten. Die Belastungsgeschwindigkeit muss ausreichend sein, um eine Zunahme der maximalen Durchbiegung entsprechend 10 % der Dicke  $\pm 25$  % je Minute zu erzeugen. Während der Prüfung ist die Durchbiegung mit einer Messunsicherheit von 1 % zu messen. Die Belastung ist bis zum Versagen fortzusetzen, und eine Last-Durchbiegungs-Kurve ist zu zeichnen.

Die Prüfungen sind unter üblichen Laborbedingungen bezüglich Temperatur und relativer Luftfeuchte durchzuführen.

Es ist die Metalldicke beider Deckschichten abzüglich jeglicher Schutzüberzüge an jedem Probekörper zu messen und aufzuzeichnen.

### A.3.5 Berechnungen und Ergebnisse – Kurzzeit-Belastung

#### A.3.5.1 Schubfestigkeit des Kernwerkstoffs ( $f_{Cv}$ )

Der Grenzwert der Schubfestigkeit,  $f_{Cv}$ , des Kernwerkstoffs ist aus der beim Schubversagen maximal erreichten Belastung des Probekörpers wie folgt (A.5) zu berechnen:

$$f_{Cv} = k_v \frac{F_u}{2 B e} \quad (A.5)$$

Dabei ist

- $F_u$  die Grenzlast, die beim Probekörper zum Schubversagen führt;
- $B$  die gemessene Breite des Probekörpers;
- $e$  der gemessene Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten;
- $k_v$  der Reduktionsfaktor bei Querfugen von vorgeformten oder Lamellen-Kernen.

Die Schubfestigkeit von Elementen mit versetzt angeordneten Kernen oder Lamellen ist unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Schnittenden der Kernwerkstoffe geringe oder keine Schubfestigkeit aufweisen, zu verringern. Bei nicht lamellenförmigen Elementen mit vorgefertigten Kernen ist beim Kleben der Fugen keine Verringerung der Schubfestigkeit zu berücksichtigen.

Bei Elementen mit auf der Baustelle geschäumtem oder in einem Stück vorgefertigtem Kernwerkstoff bzw. bei Elementen mit verklebter Querfuge ist  $k_v = 1,0$ . Bei allen sonstigen Elementen mit vorgefertigtem Kern oder Lamellenkernen ist, sofern kein besseres Ergebnis durch Prüfung einer vollen Elementbreite nach A.4 nachgewiesen werden kann,  $k_v$  zu berechnen durch Gleichung (A.6):

$$k_v = \frac{\text{Mindestbreite von ungestoßenem Kernmaterial entlang einer Linie von Fugenenden}}{\text{volle Breite des Elements}} \quad (A.6)$$

Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

Der Prüfbericht muss den charakteristischen Wert (6.2.3) für die Schubfestigkeit in Megapascal (MPa) angeben. Die Stützweite ist im Prüfbericht anzugeben.

#### A.3.5.2 Schubmodul des Kernwerkstoffs ( $G_C$ )

Für jeden Probekörper ist der Schubmodul,  $G_C$ , aus der Neigung des geraden Teils der Last-Durchbiegungs-Kurve  $\left[ \frac{\Delta F}{\Delta w} \right]$  wie folgt zu berechnen (A.7):

$$\text{Biegesteifigkeit} \quad B_S = \frac{E_{F1} \cdot A_{F1} \cdot E_{F2} \cdot A_{F2}}{E_{F1} \cdot A_{F1} + E_{F2} \cdot A_{F2}} e^2$$

$$\text{Biegeverformung} \quad \Delta w_B = \frac{\Delta F \cdot L^3}{56,34 \cdot B_S}$$

$$\text{Schubverformung} \quad \Delta w_S = \Delta w - \Delta w_B$$

$$\text{Schubmodul} \quad G_C = \frac{\Delta F \cdot L}{6B \cdot d_C \cdot \Delta w_S} \quad (\text{A.7})$$

Dabei ist

- $E_{F1}$  der Elastizitätsmodul der oberen Deckschicht;
- $A_{F1}$  die gemessene Querschnittsfläche der oberen Deckschicht;
- $A_{F2}$  die gemessene Querschnittsfläche der unteren Deckschicht;
- $E_{F2}$  der Elastizitätsmodul der unteren Deckschicht;
- $e$  der gemessene Abstand zwischen den Schwerlinien der Deckschichten;
- $\Delta w$  die Durchbiegung in der Mitte der Stützweite bei einer Lastzunahme  $\Delta F$ , die aus der Neigung des linearen Teils der Last-Durchbiegungs-Kurve zu entnehmen ist;
- $d_C$  die Dicke des Kernwerkstoffs (siehe D.2.1, dabei ist  $d_C = D - (t_1 + t_2)$ , d. h., die Dicke der beiden Deckschichten);
- $B$  die gemessene Breite des Probekörpers;
- $L$  die Stützweite des Probekörpers beim Schubversagen.

Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

Der Prüfbericht muss sowohl den Mittelwert als auch die charakteristischen Werte (6.2.3) des Schubmoduls in Megapascal (MPa) angeben. Die Stützweite ist im Prüfbericht anzugeben.

### A.3.6 Prüfverfahren, Berechnungen und Ergebnisse – Langzeitbelastung

#### A.3.6.1 Kurzbeschreibung

Falls für Bemessungszwecke bei Dach- und Deckenanwendungen erforderlich und falls keine Prüfungen zur Verfügung stehen, ist die Langzeit-Schubfestigkeit bei 2 000 h und 100 000 h zu berechnen mit:

50 % des Kurzzeitwertes, wenn  $\varphi_t$  bei 2 000 h kleiner oder gleich 2,4 ist;

30 % des Kurzzeitwertes, wenn  $\varphi_t$  bei 2 000 h größer als 2,4 ist.

#### A.3.6.2 Durchführung

Mit Hilfe der in Bild A.4 beschriebenen Prüfeinrichtung sind mindestens 10 Langzeit-Belastungsprüfungen durchzuführen. Diese Prüfungen sind an nominell identischen Probekörpern bei verschiedenen Belastungen durchzuführen, die nach der ersten Belastung konstant zu halten sind. Die Belastungen sind so zu wählen, dass das Versagen bei  $n \geq 10$  Probekörpern über einen Zeitraum von  $6 \text{ min} \leq t \leq 1\,000 \text{ h}$  verteilt ist. Probekörper, die nach  $t > 1\,000 \text{ h}$  versagen, dürfen ebenfalls in die Auswertung aufgenommen werden.

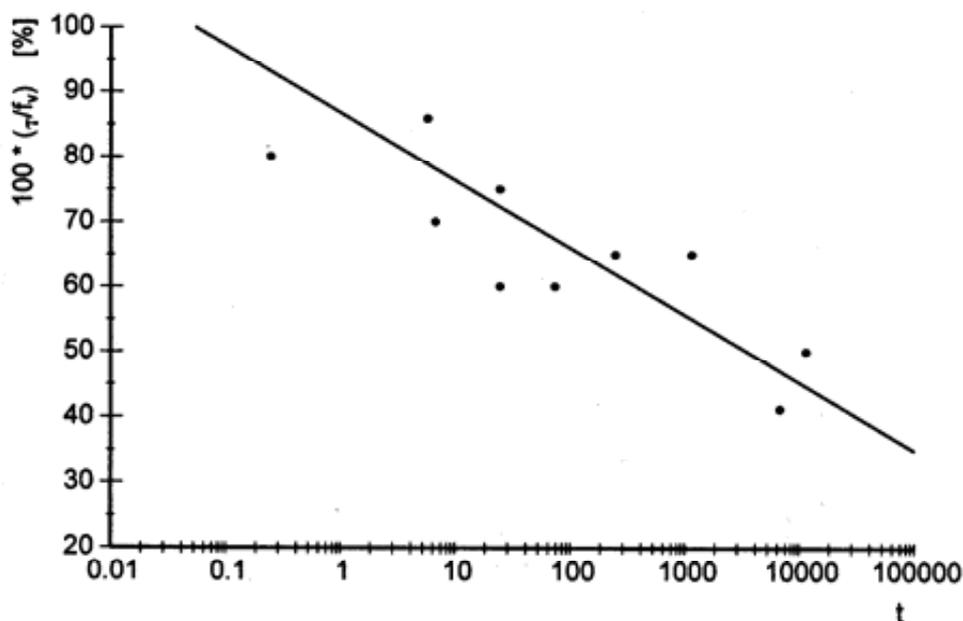
Verformungsmessungen sind nicht erforderlich.

Die Prüfungen sind unter üblichen Laborbedingungen bezüglich Temperatur und relativer Luftfeuchte durchzuführen.

#### A.3.6.3 Ergebnisse und Berechnungen

Auf der Grundlage der Prüfergebnisse der Versagensbelastungen ist eine Regressionsgerade zu berechnen (siehe Bild A.6), um die Beziehung zwischen der mittleren Langzeit-Schubfestigkeit und der Anfangs-Schubfestigkeit (Kurzzeit-Schubfestigkeit) als Funktion der Beanspruchungsdauer im logarithmischen Maßstab darzustellen.

Die Langzeit-Schubfestigkeit bei 2 000 h oder 100 000 h ist durch Extrapolation mit Hilfe der Regressionsgeraden der Mittelwerte zu bestimmen.



#### Legende

$t$  = Zeit (Stunden)

$\tau$  = Schubspannung im Probekörper beim Versagen

$f_v$  = Schubfestigkeit (bei Kurzzeit-Beanspruchung)

**Bild A.6 — Regressionsgerade für die Langzeit-Schubfestigkeit**

## A.4 Prüfung zur Bestimmung der Schubeigenschaften am gesamten Panel

### A.4.1 Kurzbeschreibung

Diese Prüfung ist eine Alternative zu A.3 und bietet ein zuverlässigeres Verfahren zur experimentellen Bestimmung der Schubfestigkeit und des Schubmoduls von Elementen mit Kernen aus Lamellen und vorgefertigten Kernen, bei denen die Querfugen zwischen den Kernelementen die Schubeigenschaften beeinträchtigen können. Der durch die Prüfung ermittelte Wert berücksichtigt den Einfluss der Querfugen auf dem Schubmodul.

ANMERKUNG 1 Diese Prüfung darf für Elemente mit profilierten Deckschichten angewendet werden.

ANMERKUNG 2 Diese Prüfung ist bei ausreichend kleinen Stützweiten der Prüfung analog zu A.5 durchzuführen. Die Prüfung nach A.5 kann eine zuverlässigere Bestimmung der Schubfestigkeit und des Schubmoduls bieten, wenn die Ergebnisse durch die Zusammendrückung des Kerns an den Auflagern oder unter Streckenlasten beeinflusst werden.

### A.4.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung ist in Bild A.4 dargestellt. Die Stützweite muss ausreichend kurz sein, um ein Schubversagen sicherzustellen. Wenn mit Luftdruck belastet wird, ist die Last mit Hilfe von Kraftmessdosen und nicht mit dem Luftdruck zu messen.

Lastverteilungsplatten aus Stahl werden unter den Lastpunkten und über den Auflagern benötigt. Die Dicke der Lastverteilungsplatten muss zwischen 8 mm und 12 mm liegen.

Die Breite  $L_s$  der Lastverteilungsplatten am Auflager und an den Lastpunkten muss mindestens 60 mm betragen. Dieser Wert ist, falls erforderlich, auf bis zu 100 mm zu steigern, um ein örtliches Eindringen des Kerns zu verhindern. Wenn  $L_s$  größer als 100 mm ist, muss für die ITT eine genauere Bestimmung des Schubmoduls  $G_C$  mit Hilfe des Prüfverfahrens nach A.5.6 erfolgen.

### **A.4.3 Probekörper**

Die Probenahme und das Konditionieren der Probekörper müssen 6.2.2 und 6.2.3 entsprechen.

Die Stützweite  $L$  ist so zu wählen, dass ein Schubversagen erreicht wird.

Bei Elementen mit Unterbrechungen im Kernwerkstoff sind die Prüfungen über die gesamte Baubreite des Elements unter Einbeziehung der Fugen im Kernwerkstoff und in der ungünstigsten der in der Praxis möglichen Anordnungen durchzuführen.

**ANMERKUNG 1** Die empfohlene Stützweite beträgt 1 000 mm. Sofern sich mit der empfohlenen Stützweite kein dem Bild A.5 vergleichbares Schubversagen ergibt, sollte die Stützweite in Stufen von 100 mm bis zum Schubversagen vermindert werden. Nachfolgende Prüfungen sollten dann mit der verminderten Stützweite durchgeführt werden.

**ANMERKUNG 2** Querfugen im Kernwerkstoff, die in der Nähe des Auflagers liegen, sind kritischer als nahe der Mitte der Stützweite liegende Querfugen.

**ANMERKUNG 3** Um im Vergleich zur Durchbiegung der Probekörper starke Eindrückungen des Kerns an den Auflagern zu vermeiden, sollte die Stützweite  $L$  nicht weiter vermindert werden, als es zum Sicherstellen des Schubversagens erforderlich ist.

Sofern es nicht möglich ist, ein Schubversagen ohne sichtbare Eindrückungen des Kernwerkstoffs an den Auflagern zu erreichen, sollten die Eindrückungen  $w_{s1}$  und  $w_{s2}$  an den Auflagern gemessen werden. Die in den Berechnungen des Schubmoduls zu verwendende Verformung  $w$  sollte dann durch Subtraktion von

$$\left( \frac{w_{s1} + w_{s2}}{2} \right) \text{ von der gemessenen Eindrückung } w \text{ modifiziert werden.}$$

Dabei ist

$w_{s1}$  und  $w_{s2}$  die gemessenen Eindrückungen der obersten Deckschicht des Probekörpers über dem rechtsseitigen bzw. linksseitigen Auflager.

Mit Ausnahme aller Beschichtungen ist die reine Metalldicke beider Deckschichten an jedem Probekörper zu messen und aufzuzeichnen. Die in den Prüfungen verwendete Anordnung der Querfugen ist im Prüfbericht zu beschreiben.

### **A.4.4 Durchführung**

Für die Prüfung ist ein kurzes Einfeld-Element mit voller Baubreite mit zwei Streckenlasten, entweder gleichförmig verteilt oder an den  $\frac{1}{4}$ -Punkten angreifend, oder Luftdruck zu belasten, der in einer Prüf-Unterdruckkammer oder mit Luftsäcken (Airbags) verursacht wird.

Der Probekörper ist wie in Bild A.4 zu belasten. Die Belastungsgeschwindigkeit muss ausreichend sein, um eine Zunahme der maximalen Durchbiegung entsprechend 10 % der Dicke  $\pm 25$  % je Minute zu erzeugen. Die Belastungsgeschwindigkeit muss gleichförmig und ausreichend groß sein, um ein Versagen innerhalb von drei Minuten vom Beginn der Belastung an zu verursachen. Während der Prüfung ist die Dehnung mit einer Genauigkeit von 1 % zu messen. Die Belastung ist bis zum Versagen fortzusetzen, und eine Last-Durchbiegungs-Kurve ist zu zeichnen.

Die Prüfungen sind unter üblichen Laborbedingungen bezüglich Temperatur und relativer Luftfeuchte durchzuführen.

## A.4.5 Berechnungen und Ergebnisse

Die Last  $F_u$  beim Versagen gibt die Schubfestigkeit des vollständigen Elements einschließlich des Beitrages von Kern und Deckschichten an.

Bei Elementen mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten, die mit zwei Streckenlasten in den 1/3-Punkten der Stützweite belastet werden, ist die Schubfestigkeit  $f_{Cv}$  wie folgt zu berechnen (A.8):

$$f_{Cv} = \frac{F_u}{2 B e} \quad (\text{A.8})$$

Dabei ist

$F_u$  die beim Schubversagen durch den Probekörper erreichte Traglast;

$B$  die gemessene Breite des Probekörpers;

$e$  die gemessene Tiefe zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten;

und der Schubmodul  $G_C$  muss der Angabe in A.3.5.2 (Gleichung (A.7)) entsprechen.

Bei Elementen mit profilierten Deckschichten und/oder sonstigen Belastungssystemen sind die Schubfestigkeit und der Schubmodul des Kernwerkstoffs durch Berechnung zu bestimmen (siehe auch A.5.6). Sofern zutreffend, sind bei dieser Berechnung die profilierten Deckschichten zu berücksichtigen.

ANMERKUNG [2] kann für Berechnungszwecke verwendet werden.

Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

Der Prüfbericht muss den charakteristischen Wert (6.2.3) der Schubfestigkeit angeben.

## A.5 Prüfung zur Bestimmung des aufnehmbaren Biegemoments und der Steifigkeit eines Einfeld-Elements

### A.5.1 Kurzbeschreibung

Diese Prüfung wird verwendet, um die Biegetragfähigkeit von Elementen zu bestimmen, bei denen die Stützweite  $L$  groß genug ist, so dass ein Biegeversagen, d. h. Knittern, Fließen oder Beulen der Deckschicht sichergestellt ist. Die Knitterspannung bei ebenen oder leicht profilierten Deckschichten, bzw. die Beulspannung oder Fließspannung profilierter Deckschichten sind dann durch Berechnung zu bestimmen.

ANMERKUNG 1 Es existiert eine Reihe alternativer Belastungssysteme, die eine auf einem Element gleichförmig verteilte Belastung simulieren. Durch alle diese Systeme ergeben sich vergleichbare Ergebnisse für die Biegetragfähigkeit und die Steifigkeit des Elements.

ANMERKUNG 2 Dieser Biegeversuch darf auch angewendet werden, um einen zuverlässigen Wert für den Schubmodul des Kernwerkstoffs zu bestimmen.

### A.5.2 Prüfeinrichtung

#### A.5.2.1 Belastungsanordnung

Bei dieser Prüfung ist ein Einfeld-Element mit vier, über die gesamte Breite des Elements angreifenden Streckenlasten (siehe Bild A.7 oder Bild A.8) oder der Einwirkung eines durch eine Prüf-Unterdruckkammer oder Luftsäcke (Airbags) erzeugten Luftdrucks (siehe Bild A.9) zu belasten.

Die Belastung ist durch Kraftmessdosen unter den Auflagern zu messen.

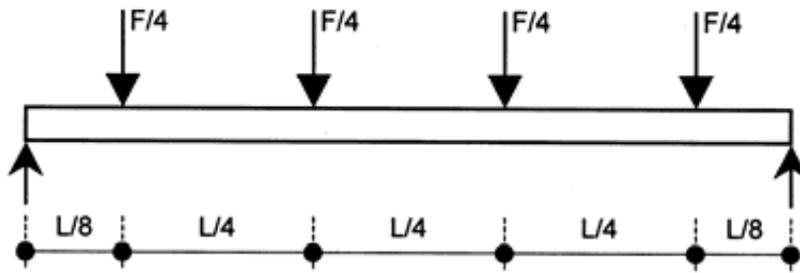


Bild A.7 — Einfeld-Element: 4 Streckenlasten

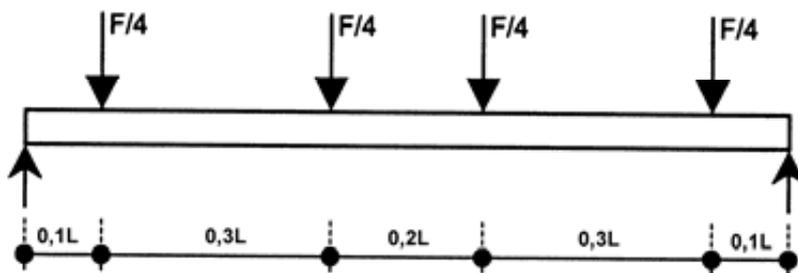
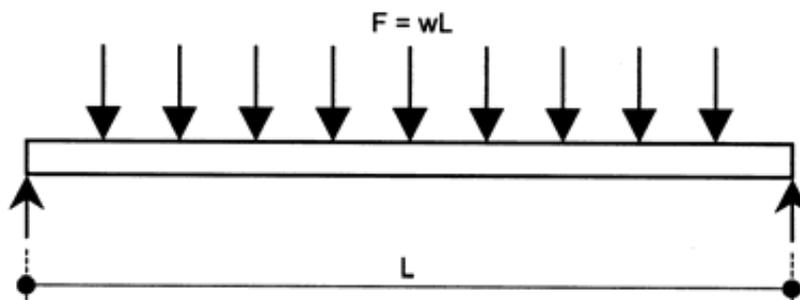


Bild A.8 — Einfeld-Element: 4 Streckenlasten (alternativ)



**Legende**

$w$  Last je Längeneinheit

Bild A.9 — Einfeld-Element: Luftdruck

**A.5.2.2 Auflagerbedingungen**

Ein geeignetes Auflagerdetail für ein Element ist in Bild A.10 dargestellt. Die Breite der Auflager muss im Bereich von 50 mm bis 100 mm liegen und ausreichen, um ein örtliches Eindringen des Kerns zu verhindern.

Das zu prüfende Element ist, wie in der Praxis üblich, entweder durch die Profil-Untergurte oder -Obergurte an den Auflagern zu befestigen.

ANMERKUNG Es können Holzklötze verwendet werden, um die Verformung einer Seitenrippe zu vermeiden, die keinen Schaumstoff enthält.

Wird diese Prüfung für die Bestimmung der Knitterspannung zur Verwendung in den Bemessungsberechnungen durchgeführt, sind die Auflagerbedingungen so zu wählen, dass die Drehung des Elements um die Auflagerlinie nicht behindert wird.



**Bild A.10 — Detail zur Auflagerausbildung**

### A.5.2.3 Lasteinleitung auf Elementdeckschichten

Werden Elemente mit leicht profilierten Deckschichten Streckenlasten ausgesetzt, sind diese durch Lastverteilungsplatten (siehe Bild A.4) aufzubringen.

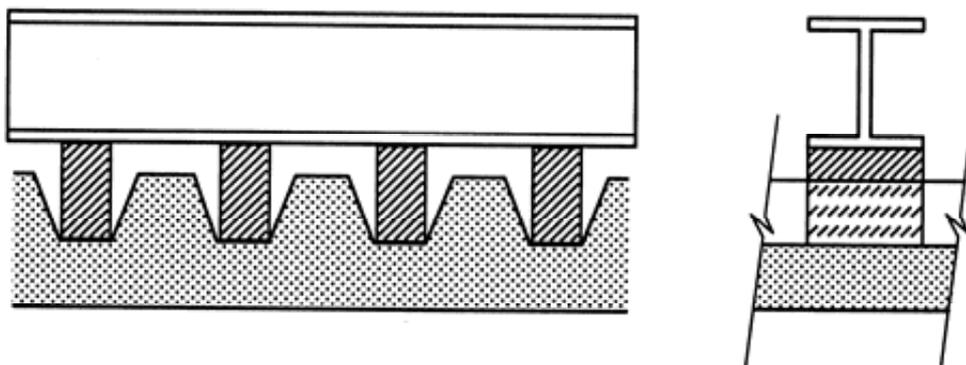
Lastverteilungsplatten aus Stahl werden unter den Lasteinleitungspunkten und über den Auflagern benötigt. Die Dicke der Lastverteilungsplatten muss zwischen 8 mm und 12 mm liegen.

Die Breite  $L_s$  der Lastverteilungsplatten am Auflager und an den Lastpunkten muss mindestens 60 mm betragen. Dieser Wert ist, falls erforderlich, auf bis zu 100 mm zu steigern, um ein örtliches Eindringen des Kerns zu verhindern.

Wenn Streckenlasten auf eine profilierte Deckschicht aufgebracht werden, muss dies mit Hilfe von Querbelastungsbalken aus Holz oder Stahl erfolgen, wobei in den Vertiefungen des Profils außerdem Holz-Lastaufbringungsplatten anzuordnen sind (siehe Bild A.11). Die Breite der Lastverteilungsplatten muss ausreichen, um ein Versagen des Kerns unter den Platten zu vermeiden.

**ANMERKUNG** Zwischen Lastverteilungsplatten und Prüfelement darf eine Lage aus Filz, Gummi oder einem vergleichbaren Werkstoff gelegt werden, um die Gefahr örtlicher Beschädigungen zu verringern.

Die Lasten sind während der gesamten Prüfung senkrecht zum Element zu halten.



**Bild A.11 — Lastaufbringungsplatten für profilierte Deckschichten**

Falls die Vertiefungen des Profils mit eingewalzten Sicken versehen sind, müssen die Lastverteilungsplatten entsprechend geformt sein (siehe Bild A.12).



Bild A.12 — Lastaufbringungsplatten für Deckschichten mit Sicken

### A.5.3 Probekörper

Die erforderliche Stützweite hängt von verschiedenen Faktoren einschließlich der Gesamthöhe  $D$  des Elements ab und ist so zu wählen, dass ein Biegeversagen entsteht.

ANMERKUNG Die Werte in Tabelle A.1 gelten als Leitwerte.

Tabelle A.1 — Anhaltswerte zur Wahl der Stützweite, um Biegeversagen zu erreichen

Gesamthöhe des Elements ( $D$ )	Indikative Stützweite ( $L$ )
$D < 40$ mm	3,0 m
$40 \text{ mm} \leq D < 60$ mm	4,0 m
$60 \text{ mm} \leq D < 100$ mm	5,0 m
$D \geq 100$ mm	6,0 m

Stellt sich heraus, dass die Stützweitenwerte nach Tabelle A.1 zu einem Schubversagen führen, sind sie in Stufen von jeweils 1,0 m so lange zu erhöhen, bis ein Biegeversagen eintritt.

Im Falle von Elementen derselben Produktfamilie (gleicher Paneeltyp) sind nur die Elemente mit der größten und der geringsten Dicke zusammen mit einem Element aus dem mittleren Dickenbereich zu prüfen. Für alle Produkte mit mittleren Dicken gilt das schlechteste Ergebnis.

Im Falle von Elementen desselben Typs, jedoch mit unterschiedlichen Deckschichtdicken, sind mindestens die Elemente mit der jeweils dünnsten Deckschicht zu prüfen.

### A.5.4 Durchführung

Bei allen Elementen, einschließlich derjenigen mit vergleichbaren oberen und unteren Deckschichten, ist diese Prüfung in beiden Lagen des Elements durchzuführen, da die Knitterspannung in großem Maße durch die Tatsache beeinflusst werden kann, ob sich die Deckschicht während der Herstellung des Elements oben oder unten befunden hat.

Vor der Prüfung ist eine geringe Last von höchstens 10 % der Versagenslast für nicht mehr als 5 min aufzubringen und anschließend zurückzunehmen.

Die Prüfungen sind unter üblichen Laborbedingungen bezüglich Temperatur und Luftfeuchte durchzuführen.

Das Element ist stetig in mindestens 10 Stufen bis zum Versagen zu belasten. Die Durchbiegungsgeschwindigkeit darf zu keinem Zeitpunkt der Prüfung mehr als 1/50 der Stützweite je Minute betragen. Sowohl die Last als auch die Mitten-Durchbiegung sind aufzuzeichnen. Die Wegaufnehmer müssen auf 0,1 mm messen.

Nach Abschluss der Prüfung sind die reine Metalldicke ohne jegliche vorhandene Beschichtungen sowie die Streckgrenze jeder Deckschicht ebenfalls an mindestens drei Probekörpern je Element zu bestimmen und aufzuzeichnen.

## A.5.5 Berechnungen und Ergebnisse

### A.5.5.1 Allgemeines

Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

Es sind die Versagenslast sowie Art und Ort des Versagens aufzuzeichnen. Eine Last-Durchbiegungs-Kurve ist für die Durchbiegung in Feldmitte zu zeichnen.

### A.5.5.2 Bestimmung des aufnehmbaren Biegemoments ( $M_u$ )

Das aufnehmbare Biegemoment  $M_u$  ist gegeben durch Gleichung (A.9):

$$M_u = \frac{F_u \cdot L}{8} \quad (\text{A.9})$$

Dabei ist

$M_u$  das in der Prüfung festgestellte Grenz-Biegemoment unter Berücksichtigung der Eigenlast des Probekörpers und des Gewichtes der Belastungseinrichtung;

$F_u$  die während der Prüfung festgestellte Gesamtlast unter Berücksichtigung des Eigengewichts des Elements und des Gewichtes der Lastaufbringungseinrichtung.

Vor der Bestimmung der anzugebenden charakteristischen Werte sind die bei den Prüfungen ermittelten Werte des Biegemoments zusätzlich mit den in A.5.5.4 und A.5.5.5 festgelegten Korrekturfaktoren zu berichtigen.

### A.5.5.3 Bestimmung der Knitterspannung ( $\sigma_w$ )

Die Knitterspannung  $\sigma_w$  betrifft direkt nur Elemente mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten.

Die Knitterspannung eines Elements ist durch Bestimmen des Grenz-Biegemoments zu bestimmen. Die Deckschichtspannung beim Versagen ist dann durch Berechnung zu bestimmen.

Bei Elementen mit vergleichbar profilierten inneren und äußeren Deckschichten muss die Bemessung auf der ungünstigsten Knitterspannung beruhen.

Sofern auch die zugbeanspruchte Deckschicht eben oder leicht profiliert ist, ist die Knitterspannung  $\sigma_w$  gegeben durch Gleichung (A.10):

$$\sigma_w = \frac{M_u}{e A_1} \quad (\text{A.10})$$

Dabei ist

$M_u$  das in der Prüfung festgestellte Grenz-Biegemoment nach Berichtigung durch Berücksichtigung der Eigenlast des Elements und des Gewichtes der Belastungseinrichtung;

$e$  der Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten;

$A_1$  die Querschnittsfläche der gedrückten Deckschicht.

Sofern die bei dieser Prüfung unter Zug-Spannung stehende Deckschicht profiliert ist, ist die Knitterspannung  $\sigma_w$  der ebenen oder leicht profilierten gedrückten Deckschicht zu bestimmen mit Gleichung (A.11):

$$\sigma_w = \frac{M_u - M_{F2}}{e A_1} \quad (\text{A.11})$$

Dabei ist

$M_{F2}$  das Biegemoment, dem die profilierte Deckschicht standhält.

Der Wert für  $M_{F2}$  ist durch Berechnung zu bestimmen (siehe E.7).

Vor der Bestimmung der anzugebenden charakteristischen Werte sind die bei den Prüfungen ermittelten Werte der Knitterspannung zusätzlich mit den in A.5.5.4 und A.5.5.5 festgelegten Korrekturfaktoren zu berichtigen.

Im Falle von Elementen desselben Typs, jedoch mit unterschiedlichen Deckschichtdicken, bei denen nur die Elemente mit der dünnsten Deckschicht geprüft wurden, sind die Knitterspannungen für dickere Deckschichten nach folgender Gleichung zu ermitteln (A.12):

$$\sigma_{w, t_2} = f \cdot \sigma_{w, t_1} \quad (\text{A.12})$$

Dabei ist

$\sigma_{w, t_2}$  die Knitterspannung einer dickeren Deckschicht,  $t_2$ ;

$\sigma_{w, t_1}$  die Knitterspannung der dünnsten Deckschicht,  $t_1$ ;

$$f \quad \text{der Reduktionsfaktor} = \frac{A_1 \cdot \sqrt[3]{I_2}}{A_2 \cdot \sqrt[3]{I_1}}$$

$A_1, I_1$  die Querschnittsfläche und das Trägheitsmoment der Deckschicht mit  $t_1$ ;

$A_2, I_2$  die Querschnittsfläche und das Trägheitsmoment der Deckschicht mit  $t_2$ .

ANMERKUNG 1 Bei Elementen ohne Querfugen im Kern kann die Knitterspannung  $\sigma_w$  alternativ zur Prüfung durch Gleichung (A.13) bestimmt werden:

$$\sigma_w = 0,5 \cdot \sqrt[3]{G_C \cdot E_C \cdot E_F} \quad (\text{A.13})$$

Dabei ist

$E_C$  das Mittel der charakteristischen Werte des Zug- und des Druckmoduls des Kernwerkstoffs (A.14):

$$E_C = \frac{E_{Ct} + E_{Cc}}{2} \quad (\text{A.14})$$

$G_C$  der charakteristische Wert des Schubmoduls des Kernwerkstoffs;

$E_F$  der Elastizitätsmodul des Deckschichtwerkstoffs unter Druckbeanspruchung.

ANMERKUNG 2 Obwohl in den meisten Fällen der Bemessungswert der Knitterspannung berechnet werden darf, werden durch Prüfung im Allgemeinen günstigere Werte der Knitterspannung erhalten.

#### A.5.5.4 Korrekturfaktoren für die Prüfergebnisse des Biegemoments und der Knitterspannung

Die bei Druckversagen der profilierten Metalldeckschicht [Beulen oder Knittern] ermittelten einzelnen Prüfergebnisse sind nach folgender Gleichung zu korrigieren (A.15):

$$R_{\text{kor},i} = R_{\text{obs},i} \left( \frac{f_y}{f_{y,\text{obs}}} \right)^\alpha \left( \frac{t}{t_{\text{obs}}} \right)^\beta \quad (\text{A.15})$$

Dabei ist

$R_{\text{obs},i}$  das Ergebnis der Prüfung Nr.  $i$ ;

$R_{\text{kor},i}$  das Prüfergebnis, das so modifiziert wurde, dass es den Bemessungswerten für Metalldicke und Streckgrenze entspricht;

$f_y$  die Bemessungs-Streckgrenze;

$f_{y,\text{obs}}$  die am Probekörper gemessene Streckgrenze;

$t$  die Bemessungs-Metalldicke;

$t_{\text{obs}}$  die am Probekörper gemessene Metalldicke;

$\alpha = 0$ , falls  $f_{y,\text{obs}} \leq f_y$

$\alpha = 1$ , falls  $f_{y,\text{obs}} > f_y$

Jedoch gilt für das Druckversagen einer profilierten Deckschicht:

$$\alpha = 0,5, \text{ falls } f_{y,\text{obs}} > f_y \text{ und } \frac{b}{t} > 1,27 \sqrt{\frac{E_F}{f_y}}$$

In der Regel gilt:

$$\beta = 1,0$$

Jedoch gilt für das Druckversagen einer profilierten Deckschicht:

$$\beta = 1,0, \text{ falls } t_{\text{obs}} \leq t$$

$$\beta = 1,0, \text{ falls } t_{\text{obs}} > t \text{ und } \frac{b}{t} \leq 1,27 \sqrt{\frac{E_F}{f_y}}$$

$$\beta = 2,0, \text{ falls } t_{\text{obs}} > t \text{ und } \frac{b}{t} > 1,27 \sqrt{\frac{E_F}{f_y}}$$

Dabei ist

$\frac{b}{t}$  das Verhältnis von Breite zu Dicke im breitesten Bereich der profilierten Deckschicht.

Die Werte für  $R_{\text{kor},i}$  sind zur Darstellung der einzelnen Prüfergebnisse bei der Bewertung der charakteristischen Festigkeiten und Widerstände zu verwenden.

### A.5.5.5 Korrekturfaktoren für das aufnehmbare Biegemoment und die Knitterspannung

Die in den ursprünglichen Prüfungen erhaltenen Werte für die Knitterspannung bzw. das aufnehmbare Biegemoment sind mit dem folgenden Korrekturfaktor  $k$  zu berichtigen, um den Sollwert zu erhalten.

ANMERKUNG 1 Dieser Faktor berücksichtigt die durch höhere Temperaturen hervorgerufene Verminderung der Knitterspannung ( $k_1$ ) sowie die zusätzliche Änderung im Falle einer niedrigen Querkzugfestigkeit des Elements ( $k_2$ ).

$$k = k_1 \cdot k_2$$

Bei Elementen für Außenanwendungen mit einer leicht profilierten oder ebenen Deckschicht unter Druck (Knittern) und mit einer Deckschichttemperatur höher als +20 °C entsprechend dem Bemessungsverfahren (E.3) sind die einzelnen Prüfergebnisse entsprechend der folgenden Gleichung (A.16) zu verringern:

$$k_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{E_{Ct, +80\text{ °C}}}{E_{Ct, +20\text{ °C}}}\right)^2} \quad (\text{A.16})$$

Dabei ist

$E_{Ct, +20\text{ °C}}$  der charakteristische Querkzug-E-Modul des Elements bei 20 °C;

$E_{Ct, +80\text{ °C}}$  der charakteristische Querkzug-E-Modul des Elements bei 80 °C.

In allen sonstigen Fällen gilt  $k_1 = 1,0$ .

Für das Versagen der leicht profilierten oder ebenen Deckschicht unter Druck (Knittern) sind die einzelnen Prüfergebnisse zusätzlich entsprechend dem folgenden Verfahren zu korrigieren:

$$k_2 = (6,10 \times f_{Ct} + 0,39)$$

und  $k_2 \leq 1,0$

Dabei ist

$f_{Ct}$  die charakteristische Querkzugfestigkeit des Elements (MPa).

$k_2$  ist nur im Falle einer gleichförmig verteilten Last, d. h. Unterdruckkammer, Luftsack (Airbag) o. Ä. zu verwenden.

### A.5.6 Bestimmung des Schubmoduls des Kernwerkstoffs

Sofern die Prüfungen in A.3 bzw. A.4 zu keinem eindeutig festgelegten Schubversagen führen, ist die Prüfung zur Bestimmung des aufnehmbaren Biegemoments (A.5) durchzuführen, um einen zuverlässigen Wert des Schubmoduls des Kernwerkstoffs eines Elements mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten zu bestimmen.

Die Stützweite ist so groß zu wählen, wie dies für ein zuverlässiges Schubversagen möglich ist. Ansonsten wird der Prüfablauf nicht verändert.

ANMERKUNG Dies ist ein gültiges Verfahren für den Fall, dass Probleme durch Quetschung des Kernwerkstoffs unter den Lasten bzw. an den Auflagern auftreten.

Sind beide Deckschichten des Prüfelements eben oder leicht profiliert, ist die Gesamtdurchbiegung in der Mitte des Prüfelements in zwei Teile zu teilen:

$$w = w_b + w_v$$

Dabei ist

$w$  die gemessene Durchbiegung in der Mitte der Stützweite des Prüfelements;

$w_b$  die Durchbiegung auf Grund von Dehnungen in den Deckschichten (Biegeverformung);

$w_v$  die Durchbiegung auf Grund von Schubverformungen des Kernwerkstoffs.

Der Schubmodul des Kerns ist aus  $w_v$  zu bestimmen.

Wird zur gleichförmig verteilten Belastung der Probekörperoberfläche eine Prüf-Unterdruckkammer oder eine Airbag-Prüfeinrichtung verwendet, sind die Biegeverformung in der Mitte der Stützweite  $w_b$  und der Schubmodul des Kerns  $G_C$  nach den Gleichungen (A.17) und (A.18) zu berechnen:

$$w_b = \frac{5}{384} \frac{F L^3}{B_S} \quad \text{und} \quad G_C = \frac{F L}{8 A_C (w - w_b)} \quad (\text{A.17}) (\text{A.18})$$

Wird die Gesamtlast in Form vier gleich großer Streckenlasten  $F/4$  an den Punkten  $1/8$ ,  $3/8$ ,  $5/8$  und  $7/8$  der Stützweite aufgebracht, sind die Ausdrücke für die Biegeverformung in der Mitte der Stützweite und den Schubmodul des Kerns nach den Gleichungen (A.19) und (A.20) zu berechnen:

$$w_b = \frac{41}{3072} \frac{F L^3}{B_S} \quad \text{und} \quad G_C = \frac{F L}{8 A_C (w - w_b)} \quad (\text{A.19}) (\text{A.20})$$

Wird die Gesamtlast in Form vier gleich großer Streckenlasten  $F/4$  an den Punkten  $0,1L$ ,  $0,4L$ ,  $0,6L$  und  $0,9L$  der Stützweite aufgebracht, sind die Ausdrücke für die Biegeverformung in der Mitte der Stützweite und den Schubmodul des Kerns nach den Gleichungen (A.21) und (A.22) zu berechnen:

$$w_b = \frac{1,24}{96} \cdot \frac{F \cdot L^3}{B_S} \quad \text{und} \quad G_C = \frac{F \cdot L}{8 A_C (w - w_b)} \quad (\text{A.21}) (\text{A.22})$$

Die in diesen Ausdrücken verwendete Durchbiegung  $w$  ist dem linearen Teil der Last-Durchbiegungs-Kurve zu entnehmen,  $F$  muss die diesem Wert entsprechende aufgebrachte Last sein und

$$B_S = \frac{E_{F1} \cdot A_{F1} \cdot E_{F2} \cdot A_{F2}}{E_{F1} \cdot A_{F1} + E_{F2} \cdot A_{F2}} e^2 \quad \text{und} \quad A_S = B \cdot e$$

beruhend auf den ermittelten Maßen des Elements und seiner Komponenten.

## A.6 Bestimmung des Kriechfaktors ( $\varphi_t$ )

### A.6.1 Kurzbeschreibung

Falls zur Bemessung von Dach- oder Deckenelementen erforderlich, reicht eine einzelne Prüfung an einem Einfeld-Element bei konstanter gleichförmiger Belastung aus, um den Kriechfaktor eines bestimmten Kernwerkstoffs zu ermitteln.

## A.6.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfung ist durchzuführen, indem ein Einfeld-Element (Bild A.9) einer gleichförmig verteilten ruhenden Last ausgesetzt wird.

## A.6.3 Probekörper

Die Prüfung ist an einem vollständigen Element durchzuführen, das die gleiche Stützweite wie bei der Biegetragfähigkeits-Prüfung nach A.5 aufweist.

Für diese Prüfung sind die Elemente mit der größten Dicke innerhalb der Sandwichelement-Produktfamilie zu verwenden.

## A.6.4 Durchführung

Die Prüfung ist durchzuführen, indem ein Einfeld-Element einer gleichförmig verteilten ruhenden Last ausgesetzt wird. Die für die Kriechprüfung verwendete Last muss 30 % bis 40 % der Last betragen, die bei einer Prüfung nach A.3 zu Schubversagen bei Umgebungstemperatur führte.

**ANMERKUNG** Die bei Kriechprüfungen aufgebrachte Belastung ist nicht übermäßig kritisch, und im Bereich zwischen 30 % und 40 % der Versagenslast werden vergleichbare Ergebnisse für jede Last erzielt.

Während der Lastaufbringung ist das Element von unten so abzustützen, dass die Unterstützungen leicht und schnell entfernt werden können, um mit der Prüfung zu beginnen. Messungen der Durchbiegung in der Mitte der Stützweite sind zu beginnen, sobald die volle Last aufgebracht ist.

Alternativ kann die anfängliche Durchbiegung aus der Neigung der im entsprechenden Biegeversuch nach A.5 ermittelten Last-Durchbiegungs-Kurve berechnet werden; in diesem Falle ist die ruhende Last in herkömmlicher Weise in kleineren Schritten aufzubringen.

Die Prüfung ist mit konstanter Belastung durchzuführen, die ohne Störungen für mindestens 1 000 h aufrechtzuerhalten ist. Während dieses Zeitraums ist die Durchbiegung in regelmäßigen Abständen zu überwachen, so dass eine kontinuierliche Beziehung zwischen Durchbiegung und Zeit erhalten wird.

## A.6.5 Berechnungen und Ergebnisse

### A.6.5.1 Aufzeichnung und Auswertung

Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

Auf der Grundlage der Prüfergebnisse innerhalb eines Zeitraums von  $0 < t \leq 1\,000$  h sind die für die Bemessung erforderlichen Kriechfaktoren durch Extrapolation zu bestimmen, indem eine lineare Annäherung an die Durchbiegungs-Zeit-Kurve in einem halblogarithmischen Diagramm verwendet wird.

**ANMERKUNG 1** Das Kriechverhalten und dessen Behandlung für Bemessungszwecke sind in Anhang E beschrieben.

**ANMERKUNG 2** Der Kriechfaktor ist im Allgemeinen bei  $t = 2\,000$  h (für Schneelast) und  $t = 100\,000$  h bei dauerhafter Beanspruchung (Eigenlast) erforderlich, siehe E.7.6.

### A.6.5.2 Kriechfaktoren (Kern) bei leicht profilierten Elementen ( $\varphi$ )

Die Kriechfaktoren für den Kern eines leicht profilierten Sandwichelements sind nach folgender Gleichung (A.23) zu berechnen:

$$\varphi_t = \frac{w_t - w_0}{w_0 - w_b} \quad (\text{A.23})$$

Dabei ist

$w_t$  die zum Zeitpunkt  $t$  gemessene Durchbiegung;

$w_0$  die anfängliche Durchbiegung zum Zeitpunkt  $t = 0$ ;

$w_b$  die durch die elastische Dehnung der Deckschichten verursachte Durchbiegung (ohne Schubverformung).

ANMERKUNG Wenn die Durchbiegungen bei  $t_1 = 200$  h und  $t_2 = 1\,000$  h aus der Durchbiegungs-Zeit-Kurve bestimmt werden, dürfen die erforderlichen Kriechfaktoren wie folgt ermittelt werden:

$$\varphi_{2\,000} = 1,2 (1,43 \varphi_{1\,000} - 0,43 \varphi_{200}) = 1,7 (\varphi_{1\,000} - 0,3 \varphi_{200})$$

$$\varphi_{100\,000} = 3,86 \varphi_{1\,000} - 2,86 \varphi_{200}$$

### A.6.5.3 Kriechfaktor (Kern) bei stark profilierten Elementen ( $\varphi_t$ )

Die bei einem Sandwichelement mit stark profilierten Deckschichten durch die Biege- und Schubverformungen verursachten Durchbiegungen können im gegebenen Ausdruck der Durchbiegung nicht getrennt dargestellt werden, da die Aufteilung des Biegemoments in die Sandwich-Komponente  $M_s$  und die Deckschicht-Komponenten  $M_{F1}$ ,  $M_{F2}$  von der Schubsteifigkeit des Kerns abhängt (siehe E.7.2.4). Der Kriechfaktor muss auf der Grundlage der gemessenen Durchbiegungen als Funktion der Zeit bewertet werden.

Wenn eine oder beide Deckschicht(en) eines Sandwichelements profiliert ist/sind, ist der Kriechfaktor aus der folgenden Gleichung (A.24) zu berechnen:

$$\varphi_t = \frac{\beta (C_D - 1)}{\beta_1 (1 - \beta - \beta\rho (C_D - 1))} \quad (\text{A.24})$$

Dabei ist

$C_D = \frac{w_t}{w_0}$  das Verhältnis zwischen der Durchbiegung nach einer Beanspruchungsdauer  $t$  und der anfänglichen Durchbiegung;

$\rho = 0,5$  ein Relaxationskoeffizient, der hier den Wert 0,5 aufweist;

$$\beta = \frac{I_F}{I_W}$$

$$I_W = I_F + \frac{I_S}{1+k}$$

Dabei ist

$I_F$  das Trägheitsmoment der profilierten Deckschicht(en) (Summe, falls beide Deckschichten profiliert sind);

$I_S$  das Trägheitsmoment des Sandwichteils (siehe Anhang E).

$$k = \frac{\pi^2 \cdot E_{F2} \cdot A_{F2} \cdot e^2}{\left(\frac{A_{F2}}{A_{F1}} + 1\right) \cdot G_C \cdot A_C \cdot L^2}$$

$$\beta_1 = \frac{k \cdot \beta}{1+k}$$

Dabei ist

- $e$  der gemessene Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten;
- $L$  die bei der Kriechprüfung verwendete Stützweite des Elements.

**ANMERKUNG** Werden die Durchbiegungen bei  $t_1 = 200$  h und  $t_2 = 1\,000$  h aus der Durchbiegungs-Zeit-Kurve bestimmt, dürfen die erforderlichen Kriechfaktoren aus den in A.6.5.2, Anmerkung, angegebenen Gleichungen ermittelt werden.

Für die Angabe ist  $\varphi_{2\,000}$  für Anwendungen, in denen über lange Zeiträume Schnee liegt, sowie  $\varphi_{100\,000}$  für allgemeine Dach- und Deckenanwendungen zu verwenden.

## **A.7 Interaktion zwischen Biegemoment und Auflagerkraft**

### **A.7.1 Kurzbeschreibung**

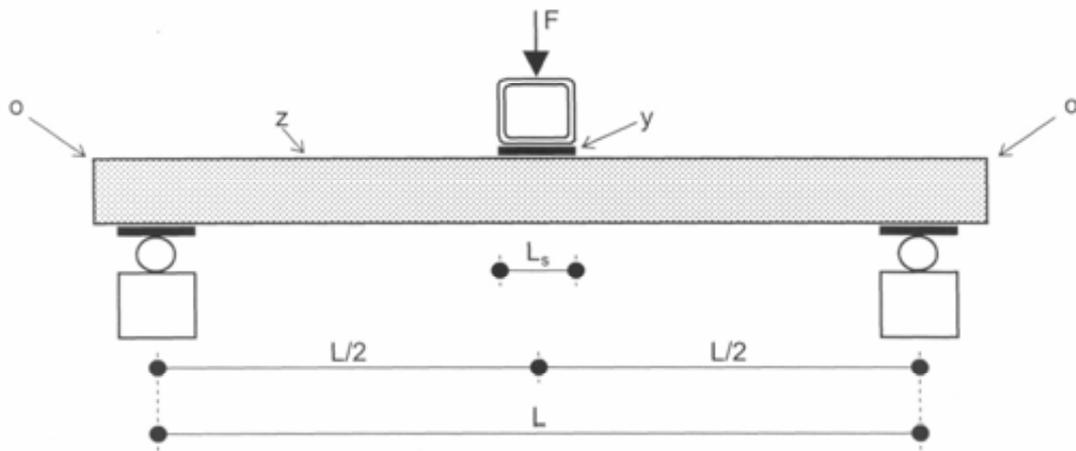
Diese Prüfung wird allgemein verwendet, um die Biegetragfähigkeit an einem mittleren Auflager eines Elements zu bestimmen, das sich über zwei oder mehr Felder spannt. Die entsprechende Knitterspannung bei ebenen oder leicht profilierten Deckschichten bzw. die Beul- oder Streckgrenze profilierter Deckschichten ist anschließend durch Berechnung zu bestimmen.

Zur Bestimmung der Interaktion zwischen Biegemoment und Auflagerreaktionskraft ist ein Einfeld-Element mit einer Streckenlast zu belasten.

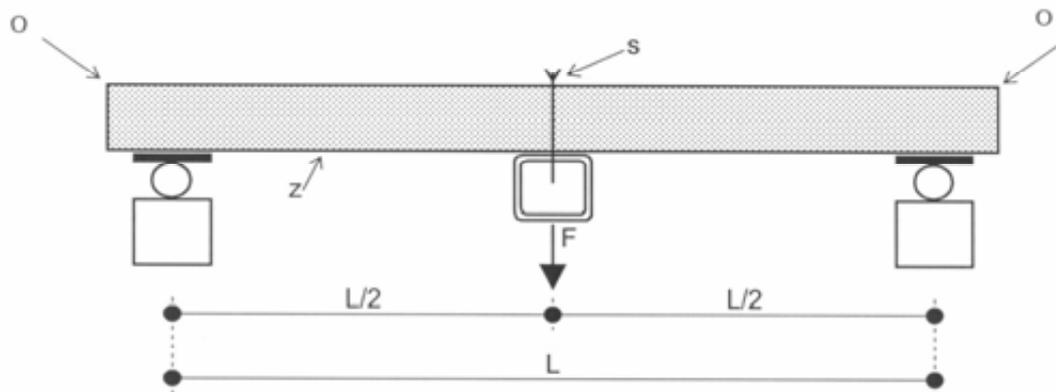
**ANMERKUNG** Dieses Verfahren wird häufig als „Ersatzträgerversuch“ bezeichnet, da hier die Bedingungen des mittleren Auflagers eines Zweifeldbalkens simuliert werden (siehe Bilder A.13 und A.14).

### **A.7.2 Prüfeinrichtung**

Die Anordnung für die Prüfung der Interaktion zwischen Biegemoment und Auflagerreaktionskraft muss aus einem Einfeld-Element bestehen, das mit einer Streckenlast zu belasten ist.

**Legende**

- $z$  in der Praxis am Auflager anliegende Deckschicht
- $y$  Blechstreifen, etwa  $60 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$
- $L$  Stützweite
- $o$  Überstand, nicht mehr als 50 mm über das Ende der Auflagerplatte hinaus

**Bild A.13 — Ersatzträgerversuch — Auflast****Legende**

- $z$  in der Praxis am Auflager anliegende Deckschicht
- $s$  Schrauben
- $L$  Stützweite
- $o$  Überstand, nicht mehr als 50 mm über das Ende der Auflagerplatte hinaus

**Bild A.14 — Ersatzträgerversuch – abhebende Last****A.7.3 Probekörper**

Die Prüfungen sind an Elementen mit voller Elementbreite und Stützweite nach A.7.4 durchzuführen.

Für die Prüfung mit der abhebenden Belastung müssen die Befestigungseinzelheit sowie die Anzahl und Art der Schrauben und Unterlegscheiben den in der Praxis verwendeten entsprechen.

### A.7.4 Durchführung

Um die Knitterspannung an einem Zwischenauflager zu bestimmen, sind zwei Arten von Prüfungen durchzuführen:

- a) Prüfungen, die die andrückende Belastung (Auflast) simulieren (siehe Bild A.13);
- b) Prüfungen, die die abhebende Belastung simulieren (siehe Bild A.14).

Wichtig ist, dass die Stützweite ausreicht, um sicherzustellen, dass:

- bei der Prüfung a) die Druckkraft zwischen Element und Auflager (unter der Streckenlast) zum Zeitpunkt des Knitterversagens geringer ist als die aufnehmbare Auflagerkraft des Elementes. Für diese Prüfung muss die aufnehmbare Auflagerkraft entweder als Produkt der charakteristischen Druckfestigkeit des Kernwerkstoffs und der Kontaktfläche der die Auflagerung simulierenden Lasteinleitungsplatte oder nach E.4.3 als Widerstand  $F_{R2}$  bestimmt werden;
- bei der Prüfung b) die Kräfte in den Befestigungselementen beim Knitterversagen des Elements unter den Bemessungswerten liegen.

ANMERKUNG 1 Dadurch wird sichergestellt, dass sämtliche Versagensarten (Knittern der Deckschicht, Versagen des Kerns und Zugversagen der Verbindung) für annähernd die gleichen Sicherheitsstufen ausgelegt sind.

ANMERKUNG 2 Falls die Prüfung an einem kürzeren als dem beschriebenen Probekörper durchgeführt wird, ist es wahrscheinlich, dass die Versagensart durch das Eindringen des Kerns bestimmt wird, und es ergibt sich ein geringer Wert für die Knitterspannung.

### A.7.5 Berechnungen und Ergebnisse

Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

Es sind die Versagenslast sowie Art und Ort des Versagens aufzuzeichnen. Für die Verformung an der Lasteinleitung ist eine Last-Durchbiegungs-Kurve zu zeichnen.

Das aufnehmbare Biegemoment ist gegeben durch Gleichung (A.25):

$$M_u = \left[ \frac{F_u}{4} + \frac{F_G}{8} \right] L \quad (\text{A.25})$$

Dabei ist

$F_u$  die Grenzlast, einschließlich des Gewichtes des Belastungssystems;

$F_G$  die Eigenlast des Elements.

Die auf diese Weise bestimmten Werte des Biegemoments sind zusätzlich durch die in A.5.5.4 und A.5.5.5 festgelegten Korrekturfaktoren zu berichtigen, bevor die bei der Bemessung zu verwendenden Charakteristischen Werte bestimmt werden (siehe E.4.2).

Sofern die druckbeanspruchte Deckschicht eben oder leicht profiliert ist, ist die Knitterspannung nach A.5.5.3 zu bestimmen.

## A.8 Bestimmung der Rohdichte des Kerns und der Elementmasse

### A.8.1 Bestimmung der Rohdichte des Kerns

#### A.8.1.1 Kurzbeschreibung

Die Rohdichte  $\rho_c$  ist nach EN 1602 zu bestimmen.

#### A.8.1.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung muss EN 1602 entsprechen.

#### A.8.1.3 Probekörper

Die Probekörper sind während der Fertigung der Sandwichelemente wie folgt zu entnehmen:

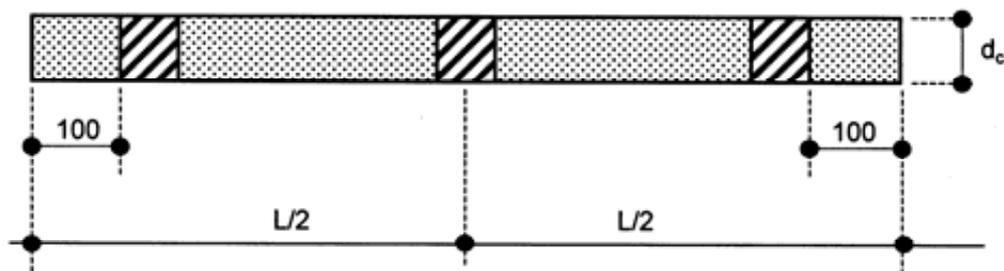
- a) Für Elemente, deren Kernwerkstoff von Blocktafeln stammt oder aus mit den Deckschichten verbundenen Lamellen besteht:

Drei Probekörper des Kernwerkstoffs mit den Maßen 100 mm × 100 mm × Dicke sind vor dem Kleben zu entnehmen.

- b) Für Elemente mit selbstklebendem PUR-Kern:

Drei Probekörper, einschließlich der Deckschichten, mit den Maßen 100 mm × 100 mm × Dicke sind an Stellen auszuschneiden, die die Breite des Elements abdecken (siehe Bild A.15).

Maße in Millimeter



**Bild A.15 — Anordnung der Probekörperentnahmestellen – Prüfung der Dichte**

Die Deckschichten sind vorsichtig (z. B. durch Schneiden) zu entfernen, wobei die verbleibenden Kern-Probekörper rechteckig bleiben müssen. Die Dicke des abgeschnittenen Kernwerkstoffs darf für keine Deckschicht 3 mm überschreiten.

Bei Elementen mit profilierten Deckschichten sind die Probekörper einem Bereich zu entnehmen, der die vorherrschende Dicke aufweist (siehe Beispiele in Bild A.1).

#### A.8.1.4 Durchführung

Die Durchführung muss EN 1602 entsprechen.

### **A.8.1.5 Berechnungen und Ergebnisse**

Die Berechnungen müssen EN 1602 entsprechen. Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

### **A.8.2 Bestimmung des Gewichtes eines Elements**

Das Elementgewicht ist durch Berechnung auf der Grundlage der Nennmaße und Nenndichten des Kernwerkstoffs und der Deckschichten zu bestimmen.

Das Elementgewicht ist für die Bemessung von Dächern und Unterdecken sowie für Handhabungszwecke erforderlich und ist in der Begleitdokumentation aufzuführen.

## **A.9 Prüfung des Widerstandes gegen Punktlasten und wiederholte Belastungen**

### **A.9.1 Elemente, die Punktlasten ausgesetzt sind**

#### **A.9.1.1 Kurzbeschreibung**

Durch diese Prüfung werden die Sicherheit und die Gebrauchstauglichkeit von Dach- oder Deckenelementen in Hinblick auf das gelegentliche Betreten, sowohl während der Montage als auch danach ermittelt.

#### **A.9.1.2 Prüfeinrichtung**

Einfeld-Element mit Einzellast in Feldmitte.

#### **A.9.1.3 Probekörper**

Der Probekörper muss aus einem Einzelelement mit voller Breite bestehen. Die Länge (Stützweite) muss der größten in der Praxis zu erwartenden Stützweite entsprechen.

#### **A.9.1.4 Durchführung**

Die Prüfungen sind an Einfeld-Elementen mit voller Breite durchzuführen.

Sofern durch nationale gesetzliche Anforderungen nicht anders gefordert, ist eine Last von 1,2 kN aufzubringen. Die Last ist über einen Holzklotz mit den Maßen 100 mm × 100 mm in der Mitte der Stützweite auf eine Randrippe oder auf die Kante eines ebenen Elements aufzubringen. Um örtliche Spannungen zu vermeiden, ist zwischen Holzklotz und Metalldeckschicht des Elements eine 10 mm dicke Lage Gummi oder Filz zu legen.

#### **A.9.1.5 Berechnungen und Ergebnisse**

Die Elemente müssen einer Punktlast standhalten, wobei es zu drei möglichen Ergebnissen kommt:

- a) nimmt das Element die Last ohne dauerhafte sichtbare Schäden auf, unterliegt es keinen Beschränkungen hinsichtlich des gelegentlichen Betretens des Daches oder der Decke während oder nach der Montage;
- b) nimmt das Element die Last zwar auf, zeigt jedoch dauerhafte sichtbare Schäden, sind Maßnahmen einzuleiten, um Beschädigungen während der Montage zu vermeiden (z. B. durch Verwendung von Laufbohlen). Weiterhin dürfen keine Vorrichtungen zum Betreten des Daches nach Abschluss der Montagearbeiten vorhanden sein;
- c) hält das Element der Last nicht stand, so darf es nur für Dächer oder Unterdecken verwendet werden, die nicht betreten werden können/dürfen. Diese Einschränkung muss deutlich sichtbar auf dem Element (oder an einer anderen Stelle) angebracht sein.

Das Aufzeichnen und Auswerten der Prüfergebnisse muss A.16 entsprechen.

## **A.9.2 Elemente, die wiederholten Belastungen ausgesetzt sind**

### **A.9.2.1 Kurzbeschreibung**

Durch diese Prüfung werden die Sicherheit und die Gebrauchstauglichkeit von Dach- oder Deckenelementen in Hinblick auf das wiederholte Betreten, sowohl während der Montagearbeiten als auch danach ermittelt.

### **A.9.2.2 Prüfeinrichtung**

Es ist eine Universal-Druck-/Zugfestigkeits-Prüfmaschine zu verwenden, mit der eine zyklische Belastung möglich ist. Die Prüfmaschine muss über eine Druckeinleitungsplatte mit Maßen von 100 mm × 100 mm verfügen.

### **A.9.2.3 Probekörper**

Es sind drei Referenz-Probekörper mit Maßen von 100 mm × 100 mm zu entnehmen und nach A.1 zu prüfen.

Für die Prüfung mit zyklischer Belastung sind fünf Probe-Elemente mit Maßen von jeweils 500 mm × Nennbreite × Nenndicke zu verwenden. Die Probe-Elemente sind vor der Prüfung für mindestens 6 h unter üblichen Laborbedingungen zu konditionieren.

Nach der Prüfung sind die nach A.9.2.4 gekennzeichneten fünf Probekörper mit den Maßen von 100 mm × 100 mm vorsichtig aus den Probe-Elementen herauszuschneiden und nach A.1 zu prüfen.

### **A.9.2.4 Durchführung der wiederholten Belastung**

Mit der Prüfung wird, im Anschluss an die Prüfung mit zyklischer Druckbelastung, die das wiederholte Begehen eines Daches oder einer Decke simuliert, das Haftvermögen zwischen den Deckschichten und dem Dämmkern (Zugfestigkeit) gemessen. Das Ergebnis ist mit den bei einem üblichen Element erhaltenen Werten zu vergleichen.

In der Mitte jedes der fünf Probe-Elemente ist ein Quadrat mit Maßen von 100 mm × 100 mm zu markieren.

Die innen liegende Deckschicht des Elements ist auf eine starre Fläche mit Maßen von 500 mm × 1 200 mm zu kleben, und diese starre Grundplatte ist mit dem Probe-Element auf die untere Auflageplatte der Druckprüfmaschine zu legen.

Die Druckeinleitungsplatte der Prüfmaschine mit den Maßen von 100 mm × 100 mm ist so einzustellen, dass sie bei der Abwärtsbewegung genau auf das markierte Quadrat trifft.

Das Probe-Element ist 40 Zyklen zu unterziehen, wobei jeder Zyklus aus einer 6 s andauernden Beanspruchung von 600 N, gefolgt von 2 s Nulllast, besteht.

Nach Abschluss der 40 Zyklen ist der markierte Probekörper aus der Mitte des Probe-Elements herauszuschneiden.

Die Metalldeckschichten sind mit Hilfe eines Klebstoffs an die Zugprüfplatten zu kleben. Die Probekörper sind nach A.1.4 auf Zugversagen zu prüfen.

Die Prüfung ist mit den verbleibenden vier Probe-Elementen zu wiederholen.

### **A.9.2.5 Berechnungen und Ergebnisse**

Die Zugfestigkeit ( $f_{Ct}$ ) ist mit Hilfe von  $f_{Ct} = \frac{F_u}{A}$  nach A.1.5.1 zu berechnen.

Das jeweils beste und schlechteste Zugfestigkeitsergebnis ist zu verwerfen, von den verbleibenden drei Ergebnissen ist der Mittelwert zu bilden.

Die Ergebnisse sind mit den mittleren Zugfestigkeitsergebnissen zu vergleichen, die für das Element ohne zyklische Beanspruchung erhalten wurden.

Liegt der Mittelwert der nach der zyklischen Beanspruchung erhaltenen Zugfestigkeitsergebnisse unter 80 % des ohne zyklische Beanspruchung erhaltenen Wertes, sind die Elemente als ungeeignet für wiederholte Belastungen ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen zu bewerten.

## **A.10 Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten ( $U$ ) eines Elements**

### **A.10.1 Allgemeines**

Der Wärmedurchgangskoeffizient ( $U$ ) von Sandwichelementen mit Metalldeckschichten ist entsprechend nach den in A.10.2, A.10.3 und A.10.4 beschriebenen Verfahren zu bestimmen.

### **A.10.2 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Werkstoffe der Bauteile**

#### **A.10.2.1 Kernwerkstoff**

##### **A.10.2.1.1 Nennwert der Wärmeleitfähigkeit**

Der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda_{\text{declared}}$ ) ist nach den Verfahren in der jeweils zutreffenden Produktnorm für den Kernwerkstoff zu bestimmen:

- EN 13162 für MW;
- EN 13163 für EPS;
- EN 13164 für XPS;
- EN 13165 für PUR;
- EN 13166 für PF;
- EN 13167 für CG.

Die folgenden Abweichungen von den in den Produktnorm-Verfahren beschriebenen Bedingungen sind zu berücksichtigen:

- die Oberfläche des Kernwerkstoffs muss, bezogen auf die Richtung des Wärmestroms, die gleiche Ausrichtung aufweisen, die sie im Element haben würde;
- die Oberfläche des Kernwerkstoffs muss senkrecht zur Richtung des Wärmestroms in der Prüfeinrichtung ausgerichtet sein.

### A.10.2.1.2 Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit

Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda_{\text{design}}$ ) ist nach EN ISO 10456 zu bestimmen, außer wenn der deklarierte Wert der Wert nach Alterung ist, so dass es nicht erforderlich ist, die Alterungsberechnungen nach EN ISO 10456 anzuwenden.

Der bei der korrekten Ausrichtung bestimmte deklarierte Wert der Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda_{\text{declared}}$ ) für den Kernwerkstoff ist zur Bestimmung des Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda_{\text{design}}$ ) zu verwenden.

Sofern für die Herstellung von Sandwichelementen vorgeformte Kernprodukte verwendet werden, die ohne Metalldeckschichten einer Alterung durch die Wärmeleitfähigkeit unterliegen, ist der korrekte Bemessungswert nach Alterung des Kernes zu verwenden. Bei Elementen, die hergestellt werden, indem Metalldeckschichten einzeln mit einem vorgeformten Kern verbunden werden, sind die Werte nach EN 13165:2001, einschließlich Änderungen A.1 und A.2, zu bestimmen, wobei entweder die zum Zeitpunkt der Laminierung nach C.3 bestimmte tatsächliche Wärmeleitfähigkeit des Kernes oder alternativ der durch den Hersteller des Kernprodukts angegebene Wert nach Alterung anzuwenden ist.

Bei selbstklebenden PUR-Kernen ist der korrekte Bemessungswert für die Wärmeleitfähigkeit nach Alterung aus EN 13165:2001, einschließlich Änderungen A.1 und A.2, Anhang C, abzuleiten, indem entweder das Alterungsverfahren nach C.4.2 oder das in C.5 angegebene Verfahren mit feststehenden Stufen angewendet wird.

### A.10.2.2 Deckschichtwerkstoffe, Dichtstoffe und Befestigungswerkstoffe

Für Werkstoffe, außer Kernwerkstoffen, für die kein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit vorliegt, sind die Tabellenwerte nach EN 12524 zu verwenden.

### A.10.3 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Elements ( $U$ )

Bei der Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Elements gelten die folgenden Bedingungen:

- Prüfungen und Berechnungen müssen die wärmetechnischen Auswirkungen der Profile von inneren und äußeren Deckschichten berücksichtigen;
- Berechnungen müssen die Fugenverbindungen zwischen den Elementen berücksichtigen (A.10.4).

Der Wärmedurchgangskoeffizient ( $U$ ) des Elements ist entweder durch Berechnung [Gleichung (A.26)] oder mit Hilfe eines Computerprogramms nach EN ISO 10211-1 und EN ISO 10211-2 (Methode der finiten Elemente) zu bestimmen.

Der durch Berechnung bestimmte Wärmedurchgangskoeffizient ( $U$ ) des Elements ist:

$$U = \frac{1}{R_{\text{si}} + \frac{t_{\text{ni}}}{\lambda_{\text{fi}}} + \frac{d_{\text{c}} + \Delta e}{\lambda_{\text{design}}} + \frac{t_{\text{ne}}}{\lambda_{\text{fe}}} + R_{\text{se}}} + \frac{\psi}{B} \quad (\text{A.26})$$

Dabei ist

- $d_{\text{c}}$  die Nenndicke des Kernes (unter Vernachlässigung der Deckschichtdicke) (m);
- $t_{\text{ni}}$  die Nenndicke der inneren Deckschicht (m);
- $t_{\text{ne}}$  die Nenndicke der äußeren Deckschicht (m);
- $\lambda_{\text{design}}$  der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Kernes (W/m · K);

- $\lambda_{fi}$  der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit der inneren Deckschicht (W/m · K);
- $\lambda_{fe}$  der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit der äußeren Deckschicht (W/m · K);
- $\Delta e$  die zusätzliche Dicke auf Grund der Profilierung (m);
- $\Psi$  der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient der Fugen je Meter Breite des Elements (W/m · K);
- $B$  die Gesamtbreite des Elements (m);
- $R_{si}$  innerer Wärmeübergangswiderstand (m<sup>2</sup>K/W);
- $R_{sa}$  äußerer Wärmeübergangswiderstand (m<sup>2</sup>K/W).

Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda_{design}$ ) des Kernwerkstoffs ist nach A.10.2.1.2 zu bestimmen.

Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit der Deckschichtwerkstoffe, Dichtstoffe und Befestigungswerkstoffe ist nach A.10.2.2 zu bestimmen.

Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient der Fugen ( $\psi$ ) ist nach A.10.4 zu bestimmen.

Der innere Wärmeübergangswiderstand ( $R_{si}$ ) und der äußere Wärmeübergangswiderstand ( $R_{sa}$ ) sind nach EN ISO 6946 zu bestimmen.

Bei profilierten Elementen ist die zusätzliche Dicke auf Grund der Profilierung ( $\Delta e$ ) aus Tabelle A.2 zu entnehmen. Bei ebenen und leicht profilierten Elementen (Profilhöhe weniger als 10 mm) ist  $\Delta e$  gleich null.

**Tabelle A.2 — Zusätzliche Dicke auf Grund der Profilierung ( $\Delta e$ ), m**

Bedeckungsbereich der Rippen	Höhe $h$ der Rippen, (mm)			
	$10 \leq h \leq 25$	$25 \leq h \leq 50$	$50 \leq h \leq 70$	$h > 70^a$
$r \leq 25 \%$	0	0	0	0
$25 \% < r \leq 50 \%$	0,003	0,005	0,006	0,007
$50 \% < r \leq 60 \%$	0,005	0,009	0,012	0,014
$60 \% < r \leq 70 \%$	0,007	0,012	0,016	0,019
$70 \% < r \leq 85 \%$	0,008	0,015	0,020	0,024

<sup>a</sup> Wenn  $h > 120$  mm, ist eine genauere Berechnung erforderlich.

Dabei ist  $r$  nach Tabelle A.2 gegeben durch Gleichung (A.27)

$$r = \frac{0,5 \times (b_1 + b_2)}{p} \tag{A.27}$$

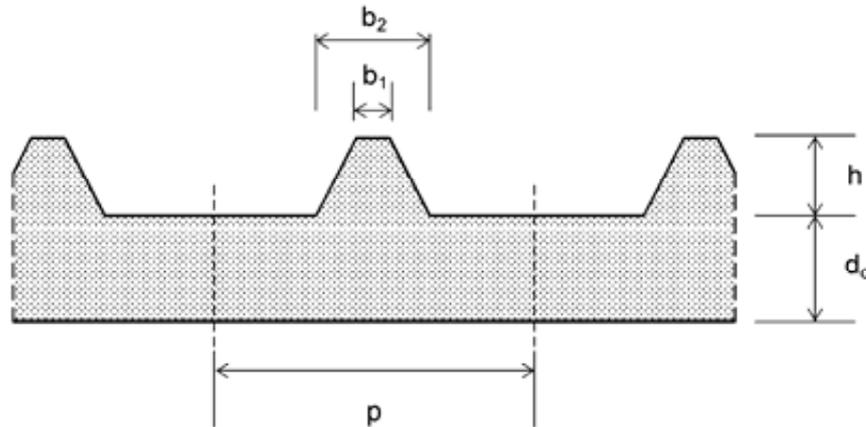


Bild A.16 — Definition der Symbole in Tabelle A.2 und Gleichung (A.27)

#### A.10.4 Bestimmung der Auswirkung der Fugen

Es ist der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient der Fugen ( $\psi$ ) zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$  nach Gleichung (A.26) entsprechend EN ISO 10211-2 zu bestimmen und in Meter Länge des Elements anzugeben.

Alternativ ist der Beiwert des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen ( $f_{\text{joint}}$ ) entsprechend dem Haupttyp der Fuge für Stahldeckschichten (siehe Bilder A.17 bis A.21) aus Tabelle A.3 zu entnehmen und zu verwenden, um den Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$  nach Gleichung (A.28) zu bestimmen.

$$U = \frac{1}{R_{\text{si}} + \frac{t_{\text{ni}}}{\lambda_{\text{fi}}} + \frac{d_{\text{c}} + \Delta e}{\lambda_{\text{design}}} + \frac{t_{\text{ne}}}{\lambda_{\text{fe}}} + R_{\text{se}}} \left( 1 + f_{\text{joint}} \frac{1,0}{B} \right) \quad (\text{A.28})$$

Dabei ist

$f_{\text{joint}}$  der Beiwert des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen, berechnet für einen Abstand der Fugen von 1 m.

Tabelle A.3 — Beiwert des Wärmedurchgangskoeffizienten ( $f_{\text{joint}}$ ) für Stahldeckschichten

Dicke (mm)	Typ I	$f_{\text{joint}}$		Typ III	Typ IV	Typ V
		Typ II				
		Ohne Clip ( $f_{\text{joint, nc}}$ )	Clip ( $f_{\text{joint, c}}$ )			
60	0,04	0,14	1,156	0,16	0,04	0,02
80	0,04	0,08	1,389	0,10	0,04	0,02
120	0,03	0,06	1,719	0,06	0,04	0,01
160	0,03	0,05	1,948	0,05	0,04	0,01
200	0,03	0,04	2,106	0,04	0,03	0,01

ANMERKUNG 1 Gleichung (A.29) gilt für die Bestimmung von  $f_{\text{joint}}$  für Fugen des Verbindungstyps II (siehe Tabelle A.3):

$$f_{\text{joint}} = f_{\text{joint, nc}} \frac{a - b_c}{a} + f_{\text{joint, c}} \frac{b_c}{a} \quad (\text{A.29})$$

Dabei ist

- $f_{\text{joint, nc}}$  der Beiwert des Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen ohne Clips;
- $f_{\text{joint, c}}$  der Beiwert des Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen mit Clips;
- $a$  der Abstand der Clips;
- $b_c$  die Breite der Clips.

ANMERKUNG 2 Es ist zulässig, zwischen den Dicken in Tabelle A.3 zu interpolieren.

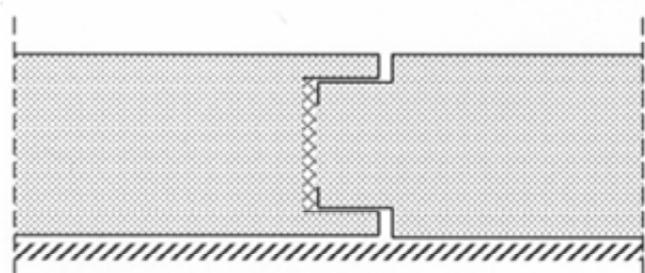


Bild A.17 — Fuge Typ I

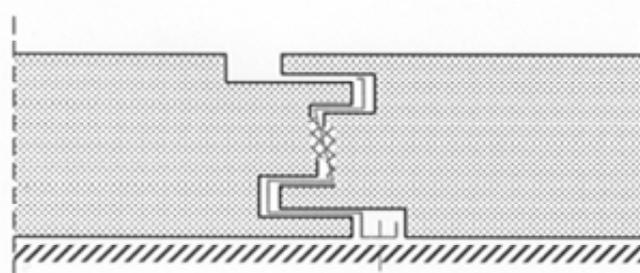


Bild A.18 — Fuge Typ II

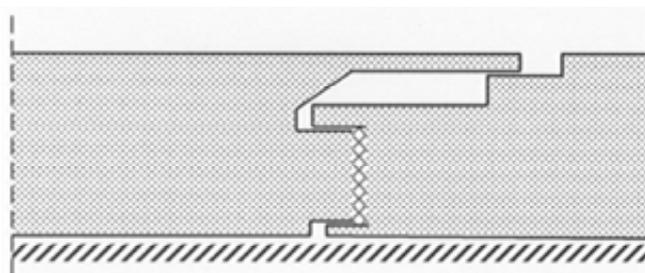


Bild A.19 — Fuge Typ III

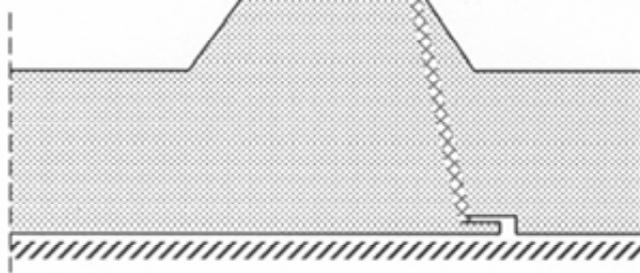
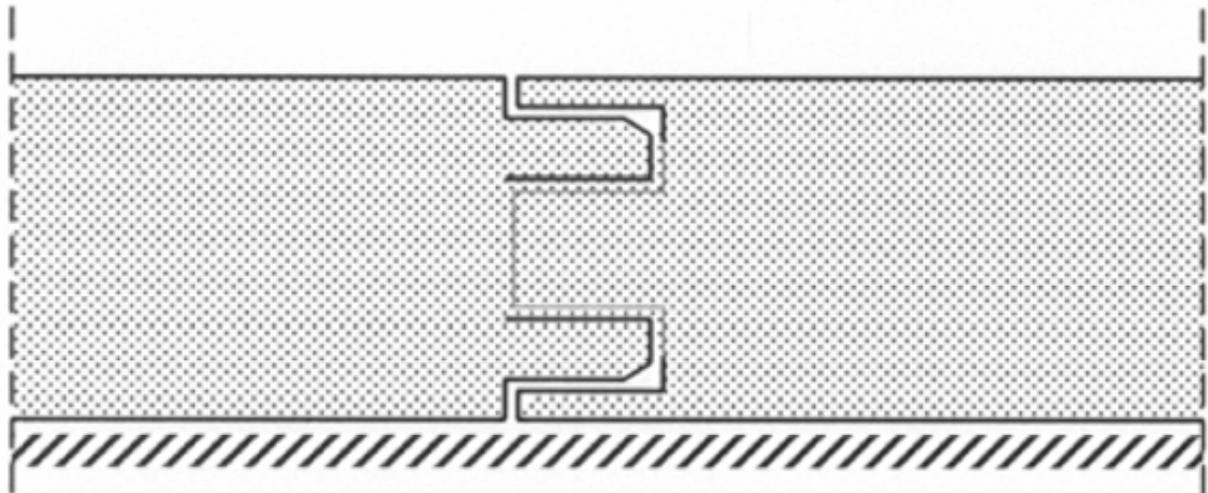


Bild A.20 — Fuge Typ IV



**Bild A.21 — Fuge Typ V (vergleichbar mit Typ I, jedoch Fuge gefräst ohne Dichtband)**

## **A.11 Wasserdurchlässigkeit — Beständigkeit gegen Schlagregen bei pulsierendem Druck**

### **A.11.1 Kurzbeschreibung**

Falls erforderlich, ist die Beständigkeit einer Einheit von Sandwichelementen gegen Schlagregen bei pulsierendem Luftdruck nach EN 12865 zu prüfen.

### **A.11.2 Prüfeinrichtung**

Die Prüfeinrichtung muss EN 12865 entsprechen.

### **A.11.3 Probekörper**

Die Maße des Probekörpers müssen den Festlegungen in EN 12865 entsprechen. Sofern sie einen integralen Bestandteil der Element-Einheit darstellen, sind sowohl die horizontalen als auch die vertikalen Fugen in die Prüfung einzubeziehen.

### **A.11.4 Durchführung**

Die Prüfung ist nach EN 12865, Verfahren A, durchzuführen.

### **A.11.5 Berechnungen und Ergebnisse**

Die folgenden Kriterien sind heranzuziehen, um die Wasserdichtheit festzustellen:

- durch die Element-Einheit dringt kein Wasser ins Gebäude-Innere, das die innere Deckschicht der Einheit oder irgendeinen anderen Teil des Probekörpers, der trocken bleiben soll, ständig oder wiederholt benässen würde;
- die Menge des durch das Verbindungssystem oder die Befestigungsmittel eindringenden Wassers bleibt in der Größenordnung einiger kleiner Tropfen und wird als so gering eingeschätzt, dass sie vollständig austrocknet.

Eine der nachstehenden drei Prüfklassen ist anzuwenden:

- Klasse A: Anwendungen für erschwerte Bedingungen mit Starkregen und Wind. Die Einheit muss bis 1 200 Pa wasserdicht sein;

- Klasse B: Übliche Anwendungen. Die Einheit muss bis 600 Pa wasserdicht sein;
- Klasse C: Anwendungen mit geringen Anforderungen. Die Einheit muss bis 300 Pa wasserdicht sein.

## **A.12 Luftdurchlässigkeit**

### **A.12.1 Kurzbeschreibung**

Falls erforderlich, ist die Luftdichtheit einer Einheit von Sandwichelementen unter Einbeziehung der folgenden zusätzlichen Anforderungen nach EN 12114 zu prüfen.

### **A.12.2 Prüfeinrichtung**

Die Prüfeinrichtung muss EN 12114 entsprechen.

### **A.12.3 Probekörper**

Die Maße der Prüfeinheit sind ausreichend groß zu wählen, damit sie für die bestimmungsgemäße Anwendung repräsentativ sind. Die Einheit darf nicht kleiner als 1 200 mm × 2 400 mm sein.

Die Fugen der Module, aus denen die Prüfeinheit besteht, müssen repräsentativ sein, d. h., sie müssen die gleiche Länge je m<sup>2</sup> haben wie in der Endanwendung. Sofern sie einen integralen Bestandteil der Element-Einheit darstellen, sind sowohl die horizontalen als auch die vertikalen Fugen in die Prüfung einzubeziehen.

### **A.12.4 Durchführung**

Die Prüfung ist nach EN 12114 durchzuführen.

### **A.12.5 Berechnungen und Ergebnisse**

Die Luftdurchlässigkeit ist mit einer Druckdifferenz von 50 Pa zwischen Innen- und Außenseite der Prüfeinheit zu messen. Die Luftdurchlässigkeit (Luftverlust) ist bei 50 Pa in m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h zu bestimmen.

## **A.13 Luftschalldämmung**

### **A.13.1 Kurzbeschreibung**

Falls erforderlich, ist die Luftschalldämmung einer Einheit von Sandwichelementen unter Einbeziehung der folgenden zusätzlichen Anforderungen nach EN ISO 140-3 zu prüfen.

### **A.13.2 Prüfeinrichtung**

Die Prüfeinrichtung muss EN ISO 140-3 entsprechen.

### **A.13.3 Probekörper**

Der Einbau der Probekörper in die Prüföffnung muss dem üblichen Einbau in einem Gebäude mit denselben Anschlüssen und Dichtungen zwischen den einzelnen Elementen entsprechen.

### A.13.4 Durchführung

Die Schalldämm-Maße  $R$  in allen Terzbändern des Bereiches von 100 Hz bis 3 150 Hz sind nach dem in EN ISO 140-3 beschriebenen Verfahren zu bestimmen.

### A.13.5 Berechnungen und Ergebnisse

Die folgende Einzahl-Bewertung ist nach EN ISO 717-1 anzugeben:  $R_w(C;C_{tr})$ .

## A.14 Schallabsorption

### A.14.1 Kurzbeschreibung

Falls erforderlich, ist die Schallabsorption nach EN ISO 354 zu bestimmen.

### A.14.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung muss EN ISO 354 entsprechen.

### A.14.3 Probekörper

Der Einbau der Probekörper muss dem üblichen Einbau in einem Gebäude mit denselben Anschlüssen und Dichtungen zwischen den einzelnen Elementen entsprechen. Der Probekörper ist direkt an einer der Innenoberflächen der Prüfkammer (Wand, Decke oder Fußboden) anzubringen. Um den Probekörper herum ist ein schallreflektierender Rahmen zu montieren.

### A.14.4 Durchführung

Die Prüfung ist nach EN ISO 354 durchzuführen.

### A.14.5 Berechnungen und Ergebnisse

Das Ergebnis ist als Einzahl-Bewertung ( $\alpha_w$ ) nach EN ISO 11654 anzugeben.

## A.15 Aufnehmbare Endauflagerkraft

### A.15.1 Kurzbeschreibung

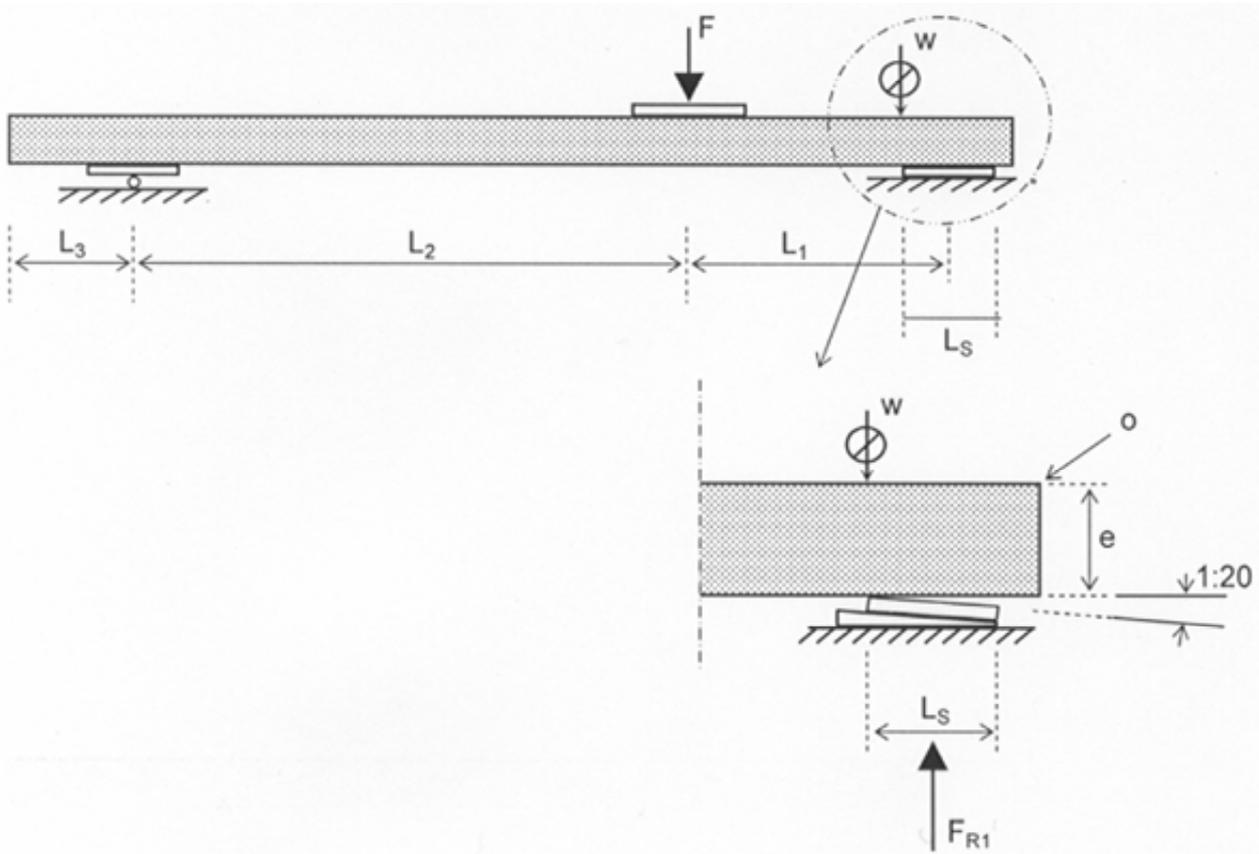
Falls zu Bemessungszwecken erforderlich, sowie als Alternative zur Berechnung nach E.4.3.2, ist die Auflagerkraft am Ende eines Elements, wo die anliegende Fläche entweder eben oder leicht profiliert ist, durch Prüfungen mit der nach A.15.5 an der vollen Elementbreite zu bestimmen.

### A.15.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung muss Bild A.22 entsprechen.

Das rechtsseitige Auflager muss aus einer 10 mm dicken Stahlplatte bestehen, die sicher mit einer Neigung von 1:20 befestigt ist. Die Auflagerbreite  $L_S$  muss entweder die in der Praxis verwendete kleinste Auflagerbreite sein, oder die Prüfungen sind mit jeder in der Praxis verwendeten Auflagerbreite durchzuführen. Die Maße  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  sind entweder so zu wählen, dass der Probekörper unter Druck am rechtsseitigen Auflager versagt; anderenfalls, wenn es sich bei der Versagensart um ein Schubversagen zwischen der

Lastaufbringungsplatte ( $F$ ) und der Auflagerplatte ( $F_{R1}$ ) handelt, ist das Lastaufnahmevermögen als die Auflagerreaktionskraft zum Zeitpunkt des Schubversagens anzusehen.  $L_1$  muss  $> 1,5 e$  sein.



**Legende**

- $w$  Verformung unter Druck
- $L_s$  Auflagerbreite
- $o$  Überstand, nicht mehr als 50 mm über das Ende der Auflagerplatte hinaus
- $e$  Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten

**Bild A.22 — Prüfanordnung zur Bestimmung der aufnehmbaren Endauflagerkraft**

**A.15.3 Probekörper**

Die Probenahme und das Konditionieren der Probekörper müssen 6.2.2 und 6.2.3 entsprechen.

Die Prüfung ist an Probekörpern mit der in A.15.2 festgelegten Länge  $L$  durchzuführen. Für jede Auflagerbreite werden drei Prüfungen durchgeführt.

**A.15.4 Durchführung**

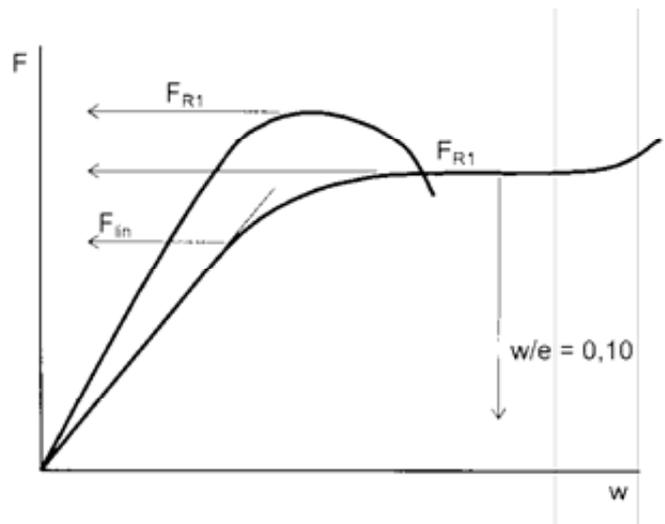
Die Belastungsgeschwindigkeit ist so zu wählen, dass das Verhältnis  $w/e$  je Minute um 1 % bis 3 % ansteigt. Für jede Auflagerbreite sind mindestens drei Prüfungen auszuführen. Die Druckfestigkeit  $f_{cc}$  des Kernwerkstoffs des Probekörpers ist nach A.2 zu bestimmen.

Der Prüfwert der aufnehmbaren Endauflagerkraft,  $F_{R1}$ , ist entweder mit einer Kraftmessdose zu messen oder nach Gleichung (A.30) zu berechnen:

$$F_{R1} = \frac{L_2}{L_1 + L_2} F_u \quad (\text{A.30})$$

Dabei ist

$F_u$  die bei der Prüfung gemessene Höchstlast oder die einer unter Druck auftretenden Stauchung  $w = 0,1 e$  entsprechende Last (wobei  $e$  der Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten ist), wenn diese Stauchung im aufsteigenden Teil der Last-Durchbiegungs-Kurve erhalten wird und kleiner als die Höchstlast ist (siehe Bild A.23).



#### Legende

$F$  Auflagerreaktion

$F_{lin}$  Last am Ende des linearen Kurvenabschnitts

$w$  Stauchung

**Bild A.23 — Definition der Grenzlast aus der Last-Durchbiegungs-Kurve bei einer Prüfung der Endauflagerreaktion**

#### A.15.5 Berechnungen und Ergebnisse

Die Prüfergebnisse sind durch Multiplikation mit dem Verhältnis  $f_{Cc}/f_C$  zu korrigieren.

Der berichtigte charakteristische Wert von  $F_{R1}$  ist bei der Bemessung zu verwenden (siehe E.4.3).

Die folgende Gleichung (A.31) für das Lastaufnahmevermögen des Endauflagers definiert den Verteilungsparameter  $k$ :

$$F_{R1} = B(L_S + 0,5 ke)f_{Cc} \quad (\text{A.31})$$

Dabei ist

$B$  die Breite des Elements;

$L_S$  die Breite des Auflagers;

$e$  der Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten;

$f_{Cc}$  der deklarierte Wert der Druckfestigkeit des Kerns entsprechend Erstprüfung;

$k$  der Verteilungsparameter.

Daraus folgt, dass der Verteilungsparameter  $k$  nach der folgenden Gleichung (A.32) zu bestimmen ist:

$$k = \frac{2(F_{R1} - f_{Cc} B L_S)}{f_{Cc} B e} \quad (\text{A.32})$$

## **A.16 Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse**

### **A.16.1 Erstprüfungen**

Für jede ITT-Prüfreihe ist eine formelle Dokumentation zu erstellen, die alle relevanten Daten enthält, so dass die Prüfreihe genau reproduzierbar ist. Insbesondere sind zusätzlich zu den Prüfergebnissen die Probekörper vollständig und genau hinsichtlich ihrer Maße und Werkstoffeigenschaften zu beschreiben. Weiterhin sind alle während der Prüfungen gemachten Beobachtungen aufzuzeichnen.

In allen ITT-Prüfberichten sind folgende Informationen anzugeben:

- a) Datum und Zeitpunkt der Herstellung;
- b) Herstellungsverfahren und Lage des Elements während der Herstellung (z. B. welche Deckschicht nach oben wies, welche Kante während des kontinuierlichen Schäumens die vordere war);
- c) Datum der Prüfung;
- d) Bedingungen während der Prüfung (Temperatur und relative Luftfeuchte);
- e) Belastungsverfahren und Einzelheiten zu den Prüf- und Messgeräten;
- f) Auflagerbedingungen (Anzahl und Länge der Stützweiten, Breite und Einzelheiten der Auflager, Anzahl und Einzelheiten der Verbindungen mit der tragenden Konstruktion usw.);
- g) Lage des Elements während der Prüfung;
- h) Typ und Eigenschaften des Deckschichtwerkstoffs (Dicke, Streckgrenze, Geometrie usw.);
- i) Typ und Eigenschaften des Kernwerkstoffs (Dichte, Festigkeit, Moduln usw.);
- j) Typ und Einzelheiten des Klebers;
- k) während der Prüfung durchgeführte Messungen (Last, Ablesungen der Durchbiegung, Temperatur usw.);
- l) Art des Versagens.

Die Analyse der Ergebnisse einer Prüfung muss an Stelle der bei der Bemessung zu Grunde gelegten Nennwerte auf den gemessenen Maßen und Werkstoffeigenschaften der Probekörper beruhen.

### **A.16.2 FPC-Prüfungen**

In allen FPC-Prüfberichten sind folgende Informationen anzugeben:

- a) Herstellungsdatum;
- b) Herstellungsverfahren und Lage des Elements während der Herstellung;
- c) Datum der Prüfung;

- d) Lage des Elements während der Prüfung;
- e) Typ und Eigenschaften des Deckschichtwerkstoffs (Dicke, Streckgrenze, Geometrie usw.);
- f) Typ und Eigenschaften des Kernwerkstoffs (Dichte, Festigkeit, Moduln usw.);
- g) Typ und Einzelheiten des Klebers;
- h) während der Prüfung durchgeführte Messungen (Last, Ablesungen der Durchbiegung, Temperatur usw.);
- i) Art des Versagens.

Die Analyse der Ergebnisse einer Prüfung muss an Stelle der bei der Bemessung zu Grunde gelegten Nennwerte auf den gemessenen Maßen und Werkstoffeigenschaften der Probekörper beruhen.

### A.16.3 Bestimmung der charakteristischen Werte aus den Prüfungen

Die charakteristischen Werte für die entsprechenden Eigenschaften sind bei jedem Prüfverfahren, das zu quantitativ bestimmten Bemessungsparametern führt, nach dem folgenden Verfahren zu bestimmen. Dieses statistische Verfahren ist anzuwenden, sofern in einer horizontalen Norm nicht anders festgelegt.

Für jede Grundgesamtheit von Prüfergebnissen sind der Mittelwert und der 5 %-Fraktilwert zu bestimmen, wobei eine Versagenswahrscheinlichkeit von 75 % nach ISO 12491 anzunehmen ist.

Der 5 %-Fraktilwert ist als charakteristischer Wert zu verwenden und nach Gleichung (A.33) zu bestimmen:

$$x_p = e^{\left(\bar{y} - k\sigma_y\right)} \tag{A.33}$$

Dabei ist

$x_p$  der 5 %-Fraktilwert der Gruppe  $x$ ;

$y = L_n(x)$ ;

$\bar{y}$  der Mittelwert von  $y$  (A.34);

$k$  der Fraktilfaktor nach Tabelle A.4;

$\sigma_y$  die Standardabweichung von  $y$  (A.35).

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_n(x_i) \tag{A.34}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_n(x_i) - \bar{y})^2} \tag{A.35}$$

**Tabelle A.4 — Fraktilfaktor  $k$  unter Annahme eines 75 %-Vertrauensniveaus**

Anzahl der Probekörper ( $n$ )	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	60	100
$k_G$	3,15	2,68	2,46	2,34	2,25	2,19	2,14	2,10	1,99	1,93	1,87	1,80	1,76

## Anhang B (normativ)

### Verfahren zur Prüfung der Dauerhaftigkeit von Sandwichelementen

#### B.1 Kurzbeschreibung

Der Einfluss der Alterung auf Sandwichelemente oder deren Werkstoffe wird durch Messung der Änderung der Zugfestigkeit über die Elementhöhe geprüft. Die Dauerhaftigkeit ist als die Änderung der Zugfestigkeit eines Probekörpers definiert, der als DUR1 und DUR2 bezeichneten Klima-Prüfzyklen unterzogen wird. Der DUR1-Zyklus ist in B.2 und der DUR2-Zyklus in B.3 festgelegt.

#### B.2 Prüfung DUR1

##### B.2.1 Kurzbeschreibung

Der Einfluss der Alterung (Dauerhaftigkeit) ist durch Bestimmung der Änderung der Zugfestigkeit nach EN 1607 zu messen, wobei die Prüfung an Elementproben durchgeführt wird, die dem Dauerhaftigkeits-Prüfzyklus DUR1 unterzogen wurden.

Die Prüfung ist bei Elementtypen anzuwenden, bei denen die Auswirkungen der Temperatur als Hauptursache der Alterung bekannt sind (siehe 5.2.3.1, Tabelle 2).

Entsprechend der Farbe der exponierten Deckschicht ist die Prüfung bei einer der drei Temperaturstufen ( $T$ ) durchzuführen, die die Höchsttemperaturen widerspiegelt, die bei der Endanwendung erreicht werden können:

- Prüftemperatur 90 °C bei dunklen Farben;
- Prüftemperatur 75 °C bei hellen Farben;
- Prüftemperatur 65 °C bei sehr hellen Farben.

Die Definition des Reflexionsvermögens der drei Farbbereiche ist in der Anmerkung in E.3.3 aufgeführt.

##### B.2.2 Prüfeinrichtung

- 1) Prüfeinrichtung zur Prüfung der Dauerhaftigkeit nach DUR1, bestehend aus einer Prüfkammer mit einer konstanten Temperatur von  $(T \pm 2)$  °C (siehe B.2.1) und Trockenbedingungen (relative Luftfeuchte nicht höher als 15 %).
- 2) Prüfeinrichtung zur Prüfung der Zugfestigkeit nach EN 1607.

##### B.2.3 Probekörper

###### B.2.3.1 Maße der Probekörper

Die Dicke der Probekörper muss gleich der vollen Dicke des Produkts einschließlich gegebenenfalls vorhandener unregelmäßiger Profile sein.

Die Probekörper sind aus Abschnitten von Sandwichelementen mit Maßen von 500 mm × 500 mm zu schneiden, die vier Wochen nach Herstellung aus dem mittleren Bereich der Elemente entnommen wurden. Alle Probekörper für das Prüfprogramm sind nach A.1.3 aus demselben Element zu schneiden.

### B.2.3.2 Anzahl der Probekörper

Zur Bestimmung der Ausgangs-Zugfestigkeit (Ausgangsprüfung) sind sechs Probekörper zu verwenden; für jeden nachfolgenden Teil der Prüfabfolge sind mindestens fünf Probekörper zu nutzen:

DUR1-Probekörper: Satz 1 (Ausgangssatz) + 2 Sätze von jeweils 5 Probekörpern.

ANMERKUNG Sofern die Prüfergebnisse für die Zugfestigkeit in der Ausgangsprüfung stark gestreut sind, kann es erforderlich sein, mehr als fünf Probekörper zu prüfen.

Sofern Elemente in mehr als einer Dicke hergestellt werden, sind die Prüfungen mit Proben aus Elementen sowohl der größten als auch der kleinsten Dicke durchzuführen. Das schlechteste Ergebnis gilt für Elemente in allen Zwischendicken.

### B.2.3.3 Vorbereitung der Probekörper

Vor Beginn der Prüfungen sind die Probekörper mindestens 24 h unter üblichen Laborbedingungen zu lagern.

## B.2.4 Durchführung

### B.2.4.1 Allgemeines

Die Maße aller Probekörper sind vor und nach den Prüfungen zu messen und müssen EN 12085 entsprechen.

Die Zugfestigkeit des Produkts ist unter Verwendung des Ausgangssatzes von Probekörpern nach A.1 zu bestimmen (siehe B.2.4.2). Der erhaltene Festigkeitswert ist als  $f_{Ct0}$  zu bezeichnen und als mittlere Festigkeit der untersuchten Probekörper zu bestimmen.

Nach der Prüfung sind die Probekörper einer Sichtprüfung zu unterziehen, wobei der Versagensart (Kohäsionsversagen des Kerns, Abreißen der Klebeverbindung in einer der geklebten Flächen, proportionaler Anteil der Klebeverbindungs-Abrissfläche usw.) besondere Aufmerksamkeit zu widmen ist. Im Prüfbericht muss eine Beschreibung der Ergebnisse dieser Beobachtungen enthalten sein.

Weisen die Metaldeckschichten eines der Probekörper nach der Beanspruchung an den Kanten Anzeichen allgemeiner Korrosion auf und hat sich die Korrosion über eine Kantenlänge von mehr als 50 % des Probekörperumfangs tiefer als 10 mm in die Fuge zwischen Deckschichtblech und Kern ausgebreitet, ist dieser Probekörper zu verwerfen, und seine Ergebnisse dürfen nicht in die Berechnung der Prüfergebnisse einbezogen werden. Die Tatsache dieses verworfenen Probekörpers ist in den Prüfbericht aufzunehmen.

Die Zugfestigkeitsstatistik muss sich auf Mittelwerte beziehen.

### B.2.4.2 Temperaturprüfung DUR1

Die Prüfung ist mit der ausgewählten Temperaturstufe,  $T = 90\text{ °C}$ ,  $75\text{ °C}$  bzw.  $65\text{ °C}$ , nach B.2.1 durchzuführen.

Das Prüfprogramm muss wie folgt aufgebaut sein:

Satz 1 (Ausgangssatz): Konditionieren für 1 Woche unter üblichen Laborbedingungen, gefolgt von der Zugprüfung;

Satz 2: Konditionieren für 6 Wochen bei  $T\text{ °C}$ , gefolgt von der Zugprüfung;

Satz 3: Konditionieren für 24 Wochen bei  $T\text{ °C}$ , gefolgt von der Zugprüfung;

wobei  $T$  die gewählte Prüftemperatur ist.

### B.2.4.3 Prüfung der Zugfestigkeit

Die Prüfungen der Zugfestigkeit sind unter üblichen Laborbedingungen durchzuführen. Die Zugfestigkeit ist an Probekörpern mit beidseitig intakten Metalldeckschichten zu bestimmen.

### B.2.5 Prüfergebnisse und Annahmekriterien — DUR1

Sofern Elemente in mehr als einer Dicke hergestellt werden, sind die Prüfungen mit Proben aus Elementen sowohl der größten als auch der kleinsten Dicke durchzuführen. Das schlechteste Ergebnis gilt für Elemente in allen Zwischendicken.

Die Dauerhaftigkeitskriterien gelten als erfüllt, sofern die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- der kleinere der Werte  $f_{Ct6}$  oder  $f_{Ct24}$  darf nicht weniger als 50 % des Ausgangswertes der Zugfestigkeit  $f_{Ct0}$  betragen;
- der kleinere der Werte  $f_{Ct6}$  oder  $f_{Ct24}$  darf als Mittelwert der Zugfestigkeit der Proben mit  $T$  °C nicht kleiner als 0,02 MPa sein;
- die Änderung der Dicke der nach dem Prüfverfahren DUR1 bei  $T$  °C geprüften Abschnitte darf im mittleren Bereich und im Randbereich nicht größer als 5 % sein.

Im Prüfbericht ist die Temperatur anzugeben, bei der der Probekörper die Prüfung DUR1 bestanden hat. Entsprechend den folgenden Annahmekriterien sind der Farbbereich und der Bereich des Reflexionsvermögens anzugeben:

- Dauerhaftigkeit bestanden: geeignet für alle Farben (Prüfung bei  $T = 90$  °C);
- Dauerhaftigkeit bestanden: geeignet für helle und sehr helle Farben. Reflexionsvermögen 40–90. (Prüfung bei  $T = 75$  °C);
- Dauerhaftigkeit bestanden: nur für sehr helle Farben geeignet. Reflexionsvermögen 75–90. (Prüfung bei  $T = 65$  °C).

## B.3 Prüfung DUR2

### B.3.1 Kurzbeschreibung

Die Prüfung ist an Elementtypen anzuwenden, bei denen die Auswirkungen der Luftfeuchtigkeit als Hauptursache der Alterung bekannt sind (siehe 5.2.3.1, Tabelle 2).

Die Auswirkungen der Alterung (Dauerhaftigkeit) sind durch Bestimmung der Änderung der Zugfestigkeit nach EN 1607 an Elementproben zu messen, die dem Dauerhaftigkeits-Prüfzyklus DUR2 unterzogen wurden.

### B.3.2 Prüfeinrichtung

#### B.3.2.1 Einrichtung für die Feuchteprüfung

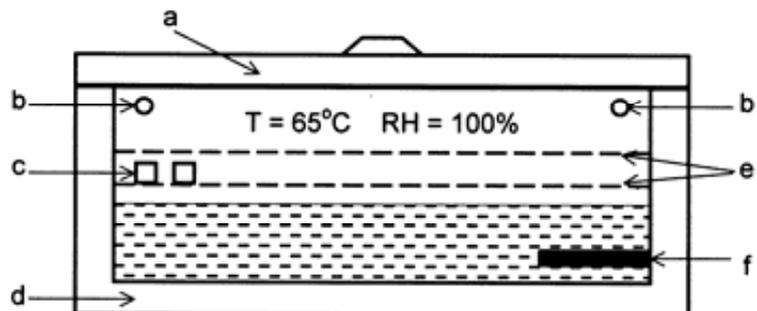
Die Feuchteprüfung ist in dem DUR2-Prüfbehälter durchzuführen.

##### B.3.2.1.1 DUR2-Prüfbehälter

Die Prüfeinrichtung zur Feuchteprüfung nach DUR2 besteht aus einem Prüfbehälter mit konstanten Bedingungen: Lufttemperatur ( $65 \pm 3$ ) °C und relative Luftfeuchte von 100 %, erreicht durch Erhitzen von Wasser am Boden des Behälters.

Der Prüfbehälter muss aus einem Behälter bestehen, in dem das Wasser auf ungefähr +70 °C erhitzt wird (siehe Bild B.1). Vor Beginn der Prüfung muss eine gleichförmige Lufttemperatur erreicht werden.

ANMERKUNG Üblicherweise ist es nicht erforderlich, in dem Prüfbehälter einen beschleunigten Wärmeaustausch durch Lüfter zu ermöglichen. Es kann jedoch ein Wasserumlauf erforderlich sein.



### Legende

- a* abgedichtete Hülle – gedämmt
- b* Lufttemperaturthermometer – (25 ± 10) mm über dem Wasserspiegel
- c* Probekörper
- d* gedämmtter Behälter
- e* Gitter für Probekörper – über dem Wasserspiegel
- f* Heizelement

**Bild B.1 — Prüfbehälter zur Dauerhaftigkeitsprüfung DUR2**

### B.3.2.2 Einrichtung zur Prüfung der Zugfestigkeit

Die Einrichtung zur Prüfung der Zugfestigkeit muss EN 1607 entsprechen.

### B.3.3 Probekörper

#### B.3.3.1 Maße der Probekörper

Alle Probekörper sind aus demselben Element zu schneiden und müssen A.1.3 entsprechen.

Die Dicke der Probekörper muss gleich der vollen Dicke des Produkts einschließlich gegebenenfalls vorhandener unregelmäßiger Profile sein.

Probekörper, die aus Elementen mit anderen Kernwerkstoffen entnommen wurden, müssen eine quadratische ebene Form mit rechtwinkligen Schnittkanten nach EN 12085 und Seitenlängen von 100 mm aufweisen sowie einer Maßgenauigkeit von 0,5 % entsprechen.

#### B.3.3.2 Anzahl der Probekörper

Zur Bestimmung der Ausgangs-Zugfestigkeit (Ausgangsprüfung) sind sechs Probekörper zu verwenden; für jeden nachfolgenden Teil der Prüfabfolge sind mindestens fünf Probekörper zu nutzen:

DUR2-Probekörper: Satz 1 (Ausgangssatz) + drei Sätze von jeweils 5 Probekörpern.

ANMERKUNG Sofern die Prüfergebnisse für die Zugfestigkeit in der Ausgangsprüfung stark gestreut sind, kann es erforderlich sein, mehr als fünf Probekörper zu prüfen.

Sofern Elemente in mehr als einer Dicke hergestellt werden, sind die Prüfungen mit Proben aus Elementen sowohl der größten als auch der kleinsten Dicke durchzuführen. Das schlechteste Ergebnis gilt für Elemente in allen Zwischendicken.

### **B.3.3.3 Herstellung der Probekörper**

Die Schnittkanten der Metalldeckschichtbleche der Proben sind durch Auftragen einer Schicht aus wasserfestem neutralen Silikon gegen Korrosion zu schützen.

Vor Beginn der Prüfungen sind die Probekörper für mindestens 24 h unter üblichen Laborbedingungen zu lagern.

### **B.3.4 Durchführung**

#### **B.3.4.1 Allgemeines**

Die genauen Maße aller Probekörper sind vor und nach den Prüfungen zu messen und die Maßänderungen für alle drei Richtungen entsprechend EN 12085 zu bestimmen.

Die Zugfestigkeit des Produkts ist unter Verwendung des Ausgangssatzes von Probekörpern nach A.1 zu bestimmen (siehe B.3.4.2). Der erhaltene mittlere Festigkeitswert ist als  $f_{Ct0}$  zu bezeichnen und als mittlere Festigkeit der untersuchten Probekörper zu bestimmen.

Nach der Prüfung sind die Probekörper einer Sichtprüfung zu unterziehen, wobei der Versagensart (Kohäsionsversagen des Kerns, Abreißen der Klebeverbindung in einer der geklebten Flächen, proportionaler Anteil der Klebeverbindungs-Abrissfläche usw.) besondere Aufmerksamkeit zu widmen ist. Im Prüfbericht muss eine Beschreibung der Ergebnisse dieser Beobachtungen enthalten sein.

Weisen die Metalldeckschichten eines der Probekörper nach der Beanspruchung an den Kanten Anzeichen allgemeiner Korrosion auf und hat sich die Korrosion über eine Kantenlänge von mehr als 50 % des Probekörperumfangs tiefer als 10 mm in die Fuge zwischen Deckschichtblech und Kern ausgebreitet, ist dieser Probekörper zu verwerfen, und seine Ergebnisse dürfen nicht in die Berechnung der Prüfergebnisse einbezogen werden. Die Tatsache dieses verworfenen Probekörpers ist in den Prüfbericht aufzunehmen.

Die Zugfestigkeitsstatistik muss sich auf Mittelwerte beziehen.

#### **B.3.4.2 Feuchteprüfung – DUR2**

Satz 1 (Ausgangssatz): Konditionieren für 1 Woche unter üblichen Laborbedingungen, gefolgt von der Zugprüfung.

Satz 2: Lagern unter konstanten Bedingungen für 7 d bei  $(65 \pm 3)$  °C und 100 % RH (B.3.2.1), gefolgt von der Zugprüfung.

Satz 3: Lagern unter konstanten Bedingungen für 28 d bei  $(65 \pm 3)$  °C und 100 % RH (B.3.2.1), gefolgt von der Zugprüfung.

Falls erforderlich (siehe B.3.4.3):

Satz 4: Lagern unter konstanten Bedingungen für 56 d bei  $(65 \pm 3)$  °C und 100 % RH (B.3.2.1), gefolgt von der Zugprüfung.

#### **B.3.4.3 Prüfung der Zugfestigkeit ( $f_{Ct}$ ) – DUR2**

Die Prüfungen der Zugfestigkeit sind unter üblichen Laborbedingungen durchzuführen. Die Zugfestigkeit ist an Probekörpern mit beidseitig intakten Metalldeckschichten zu bestimmen.

Die Zugfestigkeitsprüfung nach den Zyklen von 7 d, 28 d und 56 d ist an stabilisierten Proben durchzuführen. Nach der Alterungsprüfung sind die Proben zu lagern, bis sich die Masse unter Laborbedingungen stabilisiert

hat. Massekonstanz gilt als erreicht, wenn die Änderung der Masse bei zwei im Abstand von 24 h aufeinander folgenden Wägungen weniger als 1 % der Gesamtmasse beträgt.

Die für die Ausgangsproben erhaltenen Mittelwerte der Zugfestigkeit sind als  $f_{Ct0}$  zu bezeichnen, die nach dem Konditionieren für sieben Tage erhaltenen Werte als  $f_{Ct7}$  und die nach 28 Tagen als  $f_{Ct28}$ .

Weisen die Prüfergebnisse auf einen zeitabhängigen kontinuierlichen Abfall der Zugfestigkeit hin, so ist ein weiterer Probekörpersatz zu prüfen, der 56 Tage dem DUR2-Prüfzyklus unterzogen wurde. Der erhaltene Festigkeitswert ist als  $f_{Ct56}$  zu bezeichnen.

### B.3.5 Prüfergebnisse und Annahmekriterien — DUR2

Das Kriterium der Dauerhaftigkeit gilt als erfüllt, sofern die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- $f_{Ct7} - f_{Ct28}$  muss kleiner oder gleich 3 ( $f_{Ct0} - f_{Ct7}$ ) sein;
- $f_{Ct28}$  darf nicht kleiner als 40 % von  $f_{Ct0}$  sein.

Werden diese Kriterien nicht erfüllt, sind die Probekörper 56 Tage der DUR2-Prüfung zu unterziehen. Als Annahmekriterium gilt:

$f_{Ct28} - f_{Ct56}$  muss kleiner als  $f_{Ct7} - f_{Ct28}$  sein,

und  $f_{Ct56}$  darf nicht kleiner als 40 % von  $f_{Ct0}$  sein.

## B.4 Prüfbericht zu den Dauerhaftigkeitsprüfungen

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- a) Verweisung auf diese Europäische Norm, d. h. EN 14509;
- b) Produktidentifikation:
  - 1) Produktbezeichnung, Fertigungsstätte, Hersteller und Lieferant;
  - 2) Produkttyp;
  - 3) Verpackung;
  - 4) die Form, in der das Produkt beim Laboratorium eingegangen ist;
  - 5) Vorhandensein von Deckschichten oder Überzügen;
  - 6) Typ des Klebstoffs;
  - 7) Typ des Kernwerkstoffs;
  - 8) sonstige gegebenenfalls erforderliche Informationen, z. B. Nenndicke, Nenndichte, Bedingungen, unter denen das Produkt vor dem Eingang im Laboratorium gelagert und transportiert wurde;
- c) Prüfverfahren:
  - 1) Konditionierung;
  - 2) alle Abweichungen von dieser Europäischen Norm (B.2 und B.3);
  - 3) Prüfdatum;
  - 4) allgemeine Angaben zur Prüfung:
    - i) verwendeter Grund-Prüfzyklus;
    - ii) sofern zutreffend, Aussage, dass das Produkt dem zusätzlichen 56-Tage-Prüfzyklus unterzogen wurde;
  - 5) Faktoren, die die Ergebnisse beeinträchtigt haben könnten:

- i) Korrosion der beanspruchten Proben;
- ii) Unterbrechungen im zyklischen Prüfprogramm und Behandlung der Probekörper während dieser Unterbrechungen;
- iii) Verwerfung einzelner Probekörper auf Grund des Versagens des Korrosionsschutzes an den Kanten.

Im Laboratorium müssen Angaben zur Prüfeinrichtung und zur zuständigen Bedienungsperson verfügbar sein, diese brauchen jedoch nicht in den Prüfbericht aufgenommen zu werden.

d) Ergebnisse:

- 1) alle Einzel- und Mittelwerte;
- 2) alle nach der Prüfung an den Probekörpern beobachteten Veränderungen:
  - i) Art des Versagens der Probekörper bei der Zugprüfung (Kohäsionsversagen des Kerns, Abreißen der Klebeverbindung zwischen Deckschichtblech und Kern, Versagen zwischen dem Deckschichtblech und dessen Überzug usw.);
  - ii) alle an den Probekörpern aufgetretenen Korrosionserscheinungen;
- 3) Angabe, ob das Produkt die Annahmekriterien erfüllt hat oder nicht.

## B.5 Klebeverbindung zwischen Deckschichten und vorgefertigten Kernwerkstoffen (Keilprüfung)

### B.5.1 Kurzbeschreibung

Die Keilprüfung ist anzuwenden, um das Klebevermögen zwischen den Klebstoffen und der üblichen beschichteten Innenoberfläche der Deckschichten zu überprüfen.

### B.5.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung für die Keilprüfung umfasst einen kleinen Keil aus Aluminium oder nichtrostendem Stahl, wie in Bild B.2 gezeigt.

Maße in Millimeter

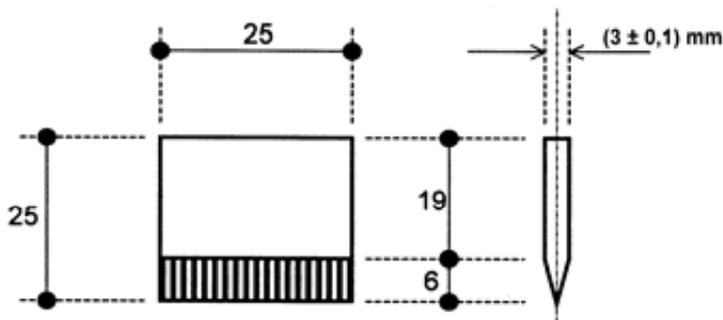


Bild B.2 — Keilprüfung – Keil aus Aluminium oder nichtrostendem Stahl

### B.5.3 Probekörper

Für die Keilprüfung sind fünf Probekörper zu verwenden. Die Probekörper sind aus zwei Streifen des Deckschichtwerkstoffs mit einer Breite von 20 mm und einer Länge von 100 mm herzustellen.

Diese Streifen sind entweder von dem im Fertigungsprozess verwendeten Coilmaterial oder, im Falle von Elementen, die nach dem Selbstklebverfahren gefertigt werden, aus den fertigen Elementen zu schneiden. Werden die Probekörper aus den fertigen Elementen geschnitten, ist der Kernwerkstoff sorgfältig zu entfernen, ohne die Klebschicht mit der Oberfläche der Metaldeckschicht zu beschädigen.

Anschließend sind die Streifen des Deckschichtwerkstoffs zusammenzukleben.

### B.5.4 Durchführung

Der Keil ist zwischen die beiden Deckschichten zu drücken, wodurch ein Ausgangsriss erzeugt wird, dessen Länge zu messen ist (Bild B.3). Der Keil ist mit einer Kraft von 3 N zu belasten. Danach ist der Probekörper 24 h in auf 70 °C erwärmtes Wasser einzutauchen.



#### Legende

$l$  Länge des Ausgangsrisses (mm)

$\Delta_2$  Wachstum des Risses nach der Wasserlagerung (mm)

**Bild B.3 — Keilprüfung mit einem Keil aus Aluminium oder nichtrostendem Stahl**

### B.5.5 Prüfergebnisse und Annahmekriterien

Der Ausgangsriss sollte nicht länger als 30 mm sein, und er darf nach der 24-stündigen Lagerung im erwärmten Wasser um nicht mehr als weitere 20 mm wachsen.

Tritt der Riss in der Verbundschicht mit dem Deckschichtwerkstoff und nicht innerhalb des Klebstoffs selbst auf, ist dies als Versagen der Keilprüfung zu werten.

## B.6 Prüfung mit wiederholter Belastung

### B.6.1 Kurzbeschreibung

Die Prüfung mit wiederholter Belastung ist Teil des Verfahrens zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit von Sandwichelementen nach 5.2.3.1 (Tabelle 2). Die Anforderung besteht darin, dass die Knitterspannung um nicht mehr als den zulässigen Grenzwert nach B.6.5 vermindert wird.

### B.6.2 Prüfeinrichtung

Die Belastungsanordnungen und Auflagerbedingungen zum Belasten eines Einfeld-Elements mit vier Streckenlasten müssen A.5.2 entsprechen.

### B.6.3 Probekörper

An jeder Produktfamilie ist eine Einzelprüfung durchzuführen.

Die Probenahme und das Konditionieren der Probekörper müssen 6.2.2 und 6.2.3 entsprechen.

Die Probekörper müssen A.5.3 entsprechen. Die Prüfung ist am dicksten Element der Produktfamilie durchzuführen.

### B.6.4 Durchführung

Die aufgebrachte Last muss im Wechsel zwischen den oberen und unteren Grenzwerten einwirken. Der untere Grenzwert darf nicht mehr als die Masse des Elements + 0,5 kN betragen. Der obere Grenzwert muss die nach A.5 ermittelte Belastung (5 %-Fraktilwert) sein, die erforderlich ist, um die Knitterspannung beim Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu erreichen, d. h. der charakteristische Wert, dividiert durch  $\gamma_F \gamma_M$ , wobei  $\gamma_F$  der Lastfaktor für veränderliche Beanspruchungen und  $\gamma_M$  der Sicherheitsbeiwert des Werkstoffs beim Knitterversagen ist. Dieser obere Grenzwert ist mit einer Grenzabweichung von  $\pm 5 \%$  anzuwenden.

Die Last ist für 5 000 Zyklen und mit einer Belastungsfrequenz von mindestens  $(1 \pm 0,25)$  Hz aufzubringen.

Sofern die Frequenz mit der natürlichen Frequenz des Probekörpers übereinstimmt, ist die Belastungsfrequenz so weit zu verringern, bis keine Auswirkung mehr auftritt.

Nach der Wechselbelastung ist die Last statisch bis zum Versagen zu erhöhen.

Mit Hilfe eines geeigneten Messwertaufnehmers ist die Durchbiegung in der Mitte des Probekörpers kontinuierlich zu messen, sowohl während der Wechselbelastung als auch während der statischen Belastung bis zum Versagen.

Die Prüfungen sind unter üblichen Laborbedingungen bezüglich Temperatur und Luftfeuchte durchzuführen.

### B.6.5 Berechnungen und Ergebnisse

Elemente erfüllen die Prüfung, sofern die Verminderung der charakteristischen Knitterfestigkeit des Elements nach der wiederholten Belastung kleiner ist als der charakteristische Ausgangswert, dividiert durch  $\gamma_M$ .

Die Zunahme der maximalen Durchbiegung als Folge der Wechselbelastung muss weniger als 5 % der während des ersten Zyklus beobachteten maximalen Durchbiegung betragen.

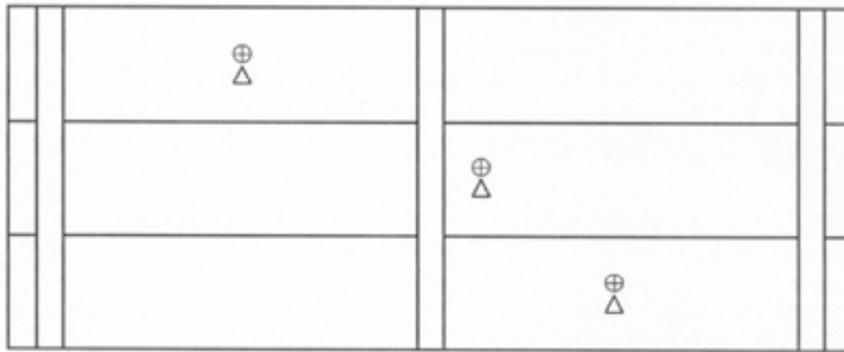
## B.7 Prüfung mit plötzlichem Temperaturwechsel

### B.7.1 Kurzbeschreibung

Die Prüfung mit plötzlichem Temperaturwechsel ist Teil des Verfahrens zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit von Sandwichelementen nach 5.2.3.1 (Tabelle 2). Die Anforderung besteht darin, dass es weder zu Schubversagen noch zu Blasenbildung noch zur Blechablösung kommt.

### B.7.2 Prüfeinrichtung

Ein vertikales Rahmengestell, zur Befestigung einer Einheit aus drei Elementen, wie in Bild B.4 gezeigt, mit einem mittigen Auflagerbalken.



### Legende

Temperaturfühler	⊕	Fühler auf der heißen Seite
	Δ	Fühler auf der kalten Seite

**Bild B.4 — Prüfanordnung mit Lastfühlern**

### B.7.3 Probekörper

Die Probenahme und das Konditionieren der Probekörper müssen 6.2.2 und 6.2.3 entsprechen.

Die Prüfung ist am dicksten Element der Produktfamilie mit der dünnsten Deckschicht durchzuführen. Die Prüfungen sind an einem Aufbau aus einem oder mehreren Zweifeld-Elementen mit zwei gleichen Stützweiten zwischen 2 m und 3,5 m durchzuführen. Die Befestigungen müssen der Praxis entsprechen.

### B.7.4 Durchführung

Die Element-Einheit ist vier aufeinander folgenden Temperaturzyklen auszusetzen, anschließend sind die Elemente einem plötzlichen Temperaturwechsel auszusetzen.

Zyklen 1, 2 und 3: Die Elemente sind in fünf Stufen so aufzuheizen, dass die mittlere Temperaturdifferenz zwischen den beiden Deckschichten jeweils 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C und 50 °C beträgt. Auf jeder Stufe ist die Temperatur für eine Stunde konstant zu halten, und die Verschiebungen sind zu messen.

Der vierte Zyklus muss eine sechste Stufe mit einer Temperaturdifferenz von 60 °C umfassen. Die Endtemperatur ist dann für weitere zwei Stunden aufrechtzuerhalten, anschließend sind die Elemente durch Besprühen mit Wasser einem plötzlichen Temperaturwechsel auszusetzen, bis die Temperaturdifferenz zwischen den Deckschichten in weniger als 10 min auf weniger als 5 °C verringert wurde.

Während jedes Zyklus sind die Elemente sorgfältig zu überprüfen, und der Ort und die Größe jeglicher Fälle von Schubversagen, Blasenbildung und Delaminierung sind aufzuzeichnen.

ANMERKUNG Blasen lassen sich am leichtesten am heißen Element beobachten. Die Delaminierung kann häufig durch Klopfen mit einem harten Gegenstand gegen das Element festgestellt werden.

### B.7.5 Berechnungen und Ergebnisse

Elemente haben die Prüfung bestanden, wenn bei Abschluss der Prüfzyklen kein Schubversagen, keine Blasenbildung oder Blechablösung zu beobachten ist/sind.

Eine deutlich feststellbare Knitterfalte am inneren Auflager ist nicht als Versagen einzustufen.

## Anhang C (normativ)

### Prüfungen des Brandverhaltens — Zusätzliche Vorschriften und direkter Anwendungsbereich

#### C.1 Brandverhalten

##### C.1.1 Brandprüfung EN 13823 (SBI) — Probekörper sowie Einbau und Befestigung

###### C.1.1.1 Allgemeines

Alle Sandwichelement-Produkte, einschließlich der für Dächer, Unterdecken und Wände aus horizontal verlegten Elementen verwendeten Typen, sind in vertikaler Stellung in einem Prüfstand mit einer am längeren Flügel befindlichen vertikalen Fuge zwischen den Elementen zu prüfen.

Bei Sandwichelementen zur Verwendung als Bedachung und für Außenwände ist in Abhängigkeit von den Einbausbedingungen und den gesetzlichen Anforderungen in dem Mitgliedsstaat, in dem das Produkt eingesetzt wird, die Innendeckschicht und/oder die Außendeckschicht zu prüfen.

Bei Endanwendungen im Innenbereich, bei denen beide Deckschichten einem Brand im Innenraum ausgesetzt sein können, gilt Folgendes:

- Produkte mit vergleichbaren Deckschichten (z. B. gleiche Metallart, gleiches Profil und gleiche Beschichtung — siehe Tabelle C.1) sind nur an einer Seite zu prüfen;
- Produkte mit asymmetrischen oder unterschiedlichen Deckschichten (z. B. Unterschiede bei Werkstofftypen, Profilgeometrie oder Beschichtung — siehe Tabelle C.1) sind an beiden Seiten zu prüfen.

###### C.1.1.2 Probekörper

Die Probekörper müssen folgende Maße haben:

Kurzer Flügel:	Elementgröße:	$(495 \pm 5) \text{ mm}$	$\times (1,5 \text{ m} \pm 5 \text{ mm})$ (Höhe)
Langer Flügel:	Elementgrößen:	a) $(200 + D \pm 5) \text{ mm}$	$\times (1,5 \text{ m} \pm 5 \text{ mm})$ (Höhe)
		b) $(795 \pm 5) \text{ mm}$	$\times (1,5 \text{ m} \pm 5 \text{ mm})$ (Höhe)

und  $(a + b) (1\,000 + D)_{-5}^{+0} \text{ mm}$

Dabei ist

$D$  die Elementdicke.

**ANMERKUNG** Die maximale Dicke des Elements, die vom Prüfstand aufgenommen werden kann, beträgt 150 mm. Diese wird an der dicksten Stelle des Elements gemessen und ermöglicht einen Mindestspielraum von 35 mm zwischen dem Probekörper und der rückseitigen Abschlussplatte hinter dem Element.

Der Probekörper muss in jedem Fall beide Elementdeckschichten enthalten.

Sofern die Profiltiefe der zu prüfenden Deckschicht zwischen 10 mm und 50 mm beträgt, ist die Deckschicht abzuschneiden, so dass das U-Profil überlappt wird — siehe C.1.1.3.1.4 und Bild C.2.

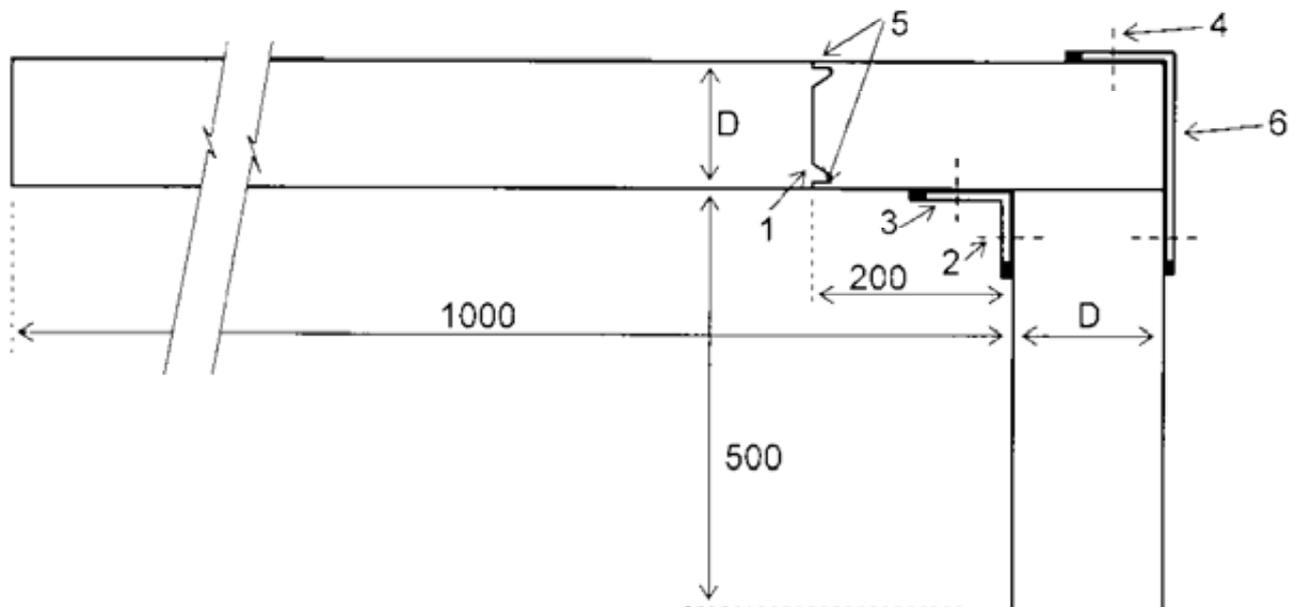
### C.1.1.3 Einbau und Befestigung

#### C.1.1.3.1 Allgemeiner Aufbau

##### C.1.1.3.1.1 Allgemeines

Sandwichelemente sind entweder nach EN 13823 mit dem in Bild C.1 gezeigten Aufbau und in Übereinstimmung mit C.1.1.3.1 und C.1.1.3.2 einzubauen und zu befestigen oder in einer Weise, die für die praktische(n) Anwendung(en) repräsentativ ist/sind.

Maße in Millimeter



#### Legende

$D$  Elementdicke

- 1 Element-Fuge mit im Werk angebrachten Dichtungen
- 2 Schrauben oder Blindniete in Abständen von jeweils 400 mm
- 3 Blechabdeckung, innen
- 4 Schrauben oder Blindniete in Abständen von jeweils 400 mm
- 5 Schrauben, Blindniete oder Befestigungsplatte
- 6 Blechabdeckung, außen

**Bild C.1 — Aufbau und Eckendetail des Standard-Aufbaus, Brandprüfung nach EN 13823**

#### C.1.1.3.1.2 Blechabdeckungen und Dichtungen

a) Standard-Aufbau – Blechabdeckungen aus Stahl:

- die beiden den langen Flügel bildenden Elemente sind zusammenzubauen, indem die Fuge nach C.1.1.3.2 gesichert wird;
- die Schnittkante des den kurzen Flügel bildenden Elements ist so gegen die Element-Einheit am langen Flügel anzuordnen, dass sich eine innere Ecke ergibt und sich die vertikale Fuge am langen Flügel 200 mm von der inneren Ecke entfernt befindet. Die beiden Flügel sind nun unter Verwendung von Innen- und Außen-Blechabdeckungen und mit in Abständen von 400 mm angeordneten Stahlschrauben oder Blindnieten mit einem Winkel von 90° zueinander zu sichern. Die Befestigungen müssen sich, gemessen vom Boden des Probekörpers, an den folgenden Mittenpositionen befinden: 50 mm; 450 mm; 850 mm; 1 250 mm und 1 450 mm (siehe Bild C.1);

- Blechabdeckungen aus Stahl müssen die folgenden Maße aufweisen:
  - Innenabdeckblech: 50 mm × 50 mm × 0,5 mm oder 0,6 mm Dicke;
  - Außenabdeckblech: 50 mm × (D + 50) mm × 0,5 mm oder 0,6 mm Dicke;
- die Innen-Blechabdeckung muss die gleiche Beschichtung aufweisen wie der Element-Probekörper;
- die Schnittkanten des Elements an der Oberseite, den Seitenflächen und der Unterseite des Probekörpers dürfen nicht durch Abdeckbleche, Folien oder sonstige Materialien abgedeckt werden.

b) Alternative Blechabdeckungen und Dichtungen – Zusammenbau gemäß Endeinsatzbedingung:

Falls für bestimmte Endanwendungen erforderlich, sind bei der Prüfung nach EN 13823 alternative Blechabdeckungen zu verwenden, d. h. aus Aluminium oder Kunststoff. Innendichtungen, wie z. B. Dampfsperren für Kühlräume, die üblicherweise vor Ort eingebaut werden, sind ebenfalls in den Prüfaufbau einzubeziehen. Die bei den Prüfungen eingesetzten Werkstoffe müssen für die in der Endanwendung eingesetzten Werkstoffe repräsentativ sein.

Der Typ der alternativen Werkstoffe sowie die Maße, die Mittenpositionen der Befestigungen, die Überzüge usw. sind im Prüfbericht anzugeben.

Elemente, die in der Endanwendung ohne Blechabdeckungen verwendet werden, sind ohne Abdeckbleche nach EN 13823 zu prüfen. Diese Tatsache ist im Prüfbericht zu vermerken.

**ANMERKUNG** Die Prüfanordnung darf außerhalb der Prüfkammer vorbereitet und zusammengebaut werden. Der vollständige Aufbau kann dann auf einen Transportwagen gestellt werden.

#### **C.1.1.3.1.3 Abschlussplatten und Luftspalt**

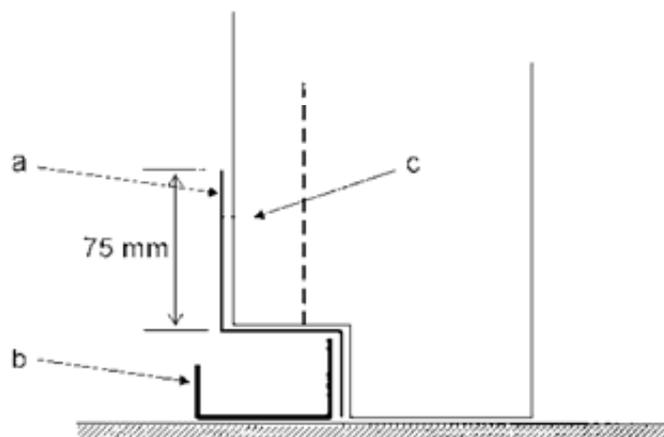
Abschlussplatten sind nach EN 13823 mit Hilfe eines Abstandhalters oben und unten in einem Abstand von mindestens 35 mm zwischen Platte und Element-Probekörper anzubringen. Das Gestell zwischen Verstärkungsbrett und Probekörper muss offen sein, um die Belüftung des Zwischenraums zu ermöglichen.

#### **C.1.1.3.1.4 Profilierte Deckschichten**

Nicht ebene Produkte, bei denen die zu prüfende Deckschicht profiliert ist, sind in einer Weise zu prüfen, dass nicht mehr als 30 % einer repräsentativen Fläche in Form eines 250-mm-„Quadrats“ der zu prüfenden Deckfläche, d. h.  $B > 0,7 \times A$  in Bild D.1, mehr als 10 mm hinter der vertikalen Ebene durch die Rückseite des U-Profiles herausragen.

Um diese Anforderung zu erfüllen, sind nicht ebene Produkte umzuformen (zurückzuschneiden), damit sie an der Brennerseite teilweise über das U-Profil herausragen (siehe Bild C.2). Ein Produkt darf nicht über den Brenner hinausragen (d. h. der maximale Überstand über das U-Profil hinaus beträgt 40 mm).

Der Schnittbereich ist mit einem Abdeckblech zu bedecken, das aus dem gleichen Werkstoff wie die zu prüfende Deckschicht besteht.



### Legende

- a Abdeckblech
- b U-Profil
- c Befestigung

**Bild C.2 — Zurückschneiden der profilierten Deckschicht über das U-Profil**

#### C.1.1.3.2 Sichern der Fuge zwischen den Elementen

Bei der Sicherung der Element-Fuge am langen Flügel gelten folgende Grundsätze:

- Elemente, die üblicherweise an in Abständen angeordneten tragenden Auflagern befestigt sind, d. h. bei Bedachungs- und Wandanwendungen, sind auf eine der folgenden Weisen zu montieren:
  - Verwendung von Nieten oder Schraubverbindungen, um die Element-Fuge an deren vorgesehenem Ort zu halten. Dies entspricht der in der Endanwendung erzielten festen Verbindung. Befestigungen sind jeweils 40 mm von der Ober- und der Unterkante des Probekörpers entfernt anzuordnen (innerhalb der durch die Abschlussplatte oben und das unten liegende U-Profil gebildeten Öffnung). Sowohl die innen als auch die außen liegende Deckschicht sind zu sichern. Die innen liegende Deckschicht ist dabei zuerst zu sichern.
  - Bei Elementen, bei denen die Fugenausbildung die Verwendung einer Befestigung des Typs Schraubverbindungen nicht zulässt, darf eine Befestigung durch eine dünne Platte mit den Höchstmaßen von 100 mm × 20 mm × 2 mm verwendet werden, um die Fuge fest zusammenzuhalten.
- Sandwichelemente, die üblicherweise mit einem eigenen System ineinander greifender Verbindungen zusammengehalten werden, d. h. bestimmte für Kühlräume verwendete Elemente, sind nach diesem System miteinander zu verbinden.

**ANMERKUNG** Hält dieses ineinander greifende Befestigungssystem die Fuge nicht über die gesamte Länge des Probekörpers zusammen, darf entweder oben oder unten am Probekörper eine zusätzliche Befestigung vorgenommen werden.

#### C.1.2 Brandprüfung nach EN ISO 11925-2 (Entzündbarkeitsprüfung)

##### C.1.2.1 Probekörper

Die Maße der Probekörper müssen EN ISO 11925-2 entsprechen.

Wenn die Dicke des Sandwichelements mehr als 60 mm beträgt, ist der Probekörper durch Verringerung der Dicke auf 60 mm vorzubereiten, indem die nicht exponierte Außendeckschicht des Elements und ein Teil der Dämmung abgeschnitten werden. Die Deckschicht darf durch ein ebenes Stahlblech ersetzt werden, das an den 60-mm-Probekörper geklebt wird.

Bei Anwendungen, bei denen die Schnittkanten in der Endanwendung geschützt sind, können in der Prüfung Abdeckbleche aus Metall zum Abdecken der Schnittkante verwendet werden, diese Bleche sind entsprechend der Dicke des Probekörpers vorzubereiten (siehe C.1.2.2 b)).

In bestimmten Endanwendungen sind die Schnittkanten durch Abdeckungen aus anderen Werkstoffen, z. B. Kunststoff, geschützt, die sich von den Metalldeckschichten der Sandwichelemente unterscheiden. Für diese Anwendungsfälle sind die Probekörper mit den für die Endanwendung bestimmten Abdeckungen vorzubereiten, die die zu prüfende Schnittkante bedecken (siehe C.1.2.2 b)).

### **C.1.2.2 Prüfverfahren**

Das Prüfen ist unter den Bedingungen der Endanwendung durchzuführen, wobei der Dämmkern ungeschützt oder durch Abdeckungen geschützt sein kann.

a) Verfahren für ungeschützte Anwendungen ohne Abdeckbleche:

Die Flamme muss sowohl auf das Ende (Schnittkante) einwirken, wobei sie alle Anwendungen repräsentiert, als auch auf die Oberfläche des Probekörpers.

Der Angriff der Flamme auf die Oberfläche muss EN ISO 11925-2 entsprechen.

Der Angriff der Flamme auf die Schnittkante muss bei der mittleren Dicke des Dämmkerns (Probekörper um 90° gedreht) erfolgen. Im Sinne dieser Europäischen Norm sind sonstige Schichten, d. h. Klebstoff, als nicht wesentlich anzusehen und sind nicht speziell zu prüfen.

b) Verfahren für Anwendungen mit schützenden Abdeckungen:

Die Flamme muss sowohl auf die Oberfläche als auch auf die geschützte Schnittkante des Probekörpers einwirken.

### **C.1.2.3 Ergebnisse**

Die Ergebnisse sind für die beiden Prüfverfahren mit Flammenangriff auf der Oberfläche und der Schnittkante anzugeben.

Die Ergebnisse sind unter den folgenden Bedingungen gültig:

- a) bei Prüfungen, bei denen der Flammenangriff auf die ungeschützte Kante erfolgt, ist die Klassifizierung für alle Endanwendungen gültig;
- b) bei Prüfungen, bei denen der Flammenangriff auf die durch Abdeckbleche aus Stahl geschützte Kante erfolgt, gilt die Klassifizierung für alle Abdeckbleche aus Stahl;
- c) bei Prüfungen, bei denen der Flammenangriff auf eine durch andere Typen von Abdeckungen, z. B. Kunststoff oder Aluminium, geschützte Kante erfolgt, gilt die Klassifizierung für den geprüften Abdecktyp und auch für Abdeckbleche aus Stahl.

ANMERKUNG 1 Der Hersteller darf eine beliebige Anzahl alternativer Klassifizierungen mit den dazugehörigen Definitionen angeben.

Der Klassifizierung ist eine Anmerkung beizufügen, in der die geprüften Werkstoffe beschrieben werden:

- im vorstehenden Fall a) — 'Klassifizierungsergebnis' (alle Endanwendungen);
- im vorstehenden Fall b) — 'Klassifizierungsergebnis' (mit Abdeckblechen aus Stahl);
- im vorstehenden Fall c) — 'Klassifizierungsergebnis' (mit Abdeckungen (z. B. aus Kunststoff PVC, 2 mm)).

ANMERKUNG 2 Abdeckungen für Kanten sollten aus demselben Werkstoff wie Abdeckungen für Ecken bestehen, wenn diese in EN 13823 verwendet werden.

### C.1.3 Direkter Anwendungsbereich für die Ergebnisse der Brandverhaltensprüfung

Für die Standardparameter von Sandwichelementen gilt der in Tabelle C.1 beschriebene direkte Anwendungsbereich der Brandverhaltensprüfungen.

**Tabelle C.1 — Brandverhalten: Direkter Anwendungsbereich für die Prüfergebnisse**

Parameter	Faktoren	Gültigkeit der Prüfung
Metalldeckschichten	Metallsorte	Gültig für alle Sorten der geprüften Metallart
	Dicke der Metalldeckschicht ohne organische Beschichtungen	Gültig für alle Dicken zwischen der geprüften Dicke und +100 % der geprüften Dicke
	Profilgeometrie der inneren Deckschicht a) eben oder leicht profiliert bis zu 5 mm b) Profile mit mehr als 5 mm	Gültig für sonstige ebene oder leicht profilierte Typen Gültig für alle Profile mit größerer Profiltiefe
	Oberflächenbeschichtung — geprüfte Deckschicht a) PCS-Wert: 0 MJ/m <sup>2</sup> bis 4 MJ/m <sup>2</sup> b) PCS-Wert: > 4 MJ/m <sup>2</sup> c) Farbe der Beschichtung	Gültig für alle Beschichtungen im Bereich 0 MJ/m <sup>2</sup> bis 4 MJ/m <sup>2</sup> Gültig für PCS-Werte kleiner als die innerhalb der Fertigungstoleranzen geprüften Gültig für alle Farben
Fugenausbildung		Gültig innerhalb der üblichen Grenzabmaße (siehe 5.2.5). Nicht gültig bei Änderungen der Form oder des Aufbaus
Klebstoff (sofern zutreffend)	Menge und Art des Klebstoffs	Gültig für die gleiche Menge Klebstoff (gleicher PCS) oder eine kleinere Menge Gültig für PCS-Werte kleiner als die des innerhalb der Fertigungstoleranzen geprüften Klebstoffs
Dichtstoffe und Dichtungen	Dichtstoffe und Dichtungen (integraler Bestandteil des Elements)	Nur gültig für die geprüften Dichtstoff- und Dichtungstypen für Fugen und solche mit gleichen oder niedrigeren PCS-Werten
MW-Dämmkerne	a) Dichte <sup>a</sup>	Gültig für ± 15 % der geprüften Dichte
	b) Ausrichtung der Fasern – Lamellen bzw. Platten	Nicht gültig bei Änderungen der Ausrichtung
	c) Fugen zwischen Lamellen	Gültig bei Änderung der Anzahl der Fugen
	d) MW-Fasern und Bindemittel	Gültig für die gleiche Faserart bei gleichen oder niedrigeren PCS-Werten beim geprüften Bindemittel

Tabelle C.1 (fortgesetzt)

Parameter	Faktoren	Gültigkeit der Prüfung
Dämmkerne aus PUR, XPS, EPS, PF	a) Chemische Zusammensetzung b) Dichte <sup>a</sup>	Gültig für das gleiche chemische System und das gleiche Treibmittel  Gültig für ± 15 % der geprüften Dichte
Elementdicke (D)	a) Elemente mit Dicken < 100 mm  b) Elemente mit Dicken ≥ 100 mm	Gültig für ± 15 % der geprüften Dicke (Einzelprüfung)  Werden die gleichen Elemente in unterschiedlichen Dicken gefertigt, sind sowohl das dickste als auch das dünnste Element zu prüfen, und die niedrigste erreichte Klassifizierung ist anzugeben  Die Ergebnisse von Probekörpern mit einer Dicke von 100 mm ≤ D < 150 mm gelten für alle Elemente mit einer Dicke von mehr als 100 mm
Ausrichtung der Elemente	Senkrechter oder waagerechter Einbau der Sandwichelemente	Prüfung (vertikal) gilt auch für den horizontalen Einsatz bei Wänden und Unterdecken
Metall-Abdeckbleche <sup>b</sup>		Gültig für Endanwendungs-Abdeckbleche aus demselben Material und mindestens in der geprüften Breite und Dicke  Prüfungen, die ohne Abdeckbleche an den Ecken oder mit Stahl-Abdeckblechen durchgeführt wurden, gelten für alle Typen von Stahl-Abdeckblechen
Kunststoff-Abdeckungen		Gültig für alle Endanwendungs-Abdeckungen aus demselben Material; keine Abdeckung oder Metall-Abdeckbleche
Schutz von Schnittkanten (C.1.2)	a) keine Abdeckungen in EN ISO 11925-2	Gültig für alle Endanwendungen
	b) Kunststoff- oder sonstige Abdeckungen	Gültig nur für den gleichen Werkstoff wie den geprüften
Befestigungsmittel für Metall-Abdeckbleche	Normabstand beträgt 400 mm	Gültig für Befestigungsmittel mit Abständen von 400 mm oder weniger
Dichtungen <sup>c</sup>	Dichtungen, die bei der Endanwendung angebracht werden, jedoch nicht Teil des hergestellten Elements sind	Gültig für den geprüften Dichtungstyp oder für Dichtungen mit gleichen oder niedrigeren PCS-Werten

<sup>a</sup> Dichte: Werden die gleichen Elemente mit unterschiedlichen Dichten gefertigt, so sind jeweils die höchste und die geringste Dichte zu prüfen. Anzugeben ist entweder die niedrigste Klassifizierung oder eine Klassifizierung mit der zugehörigen Dichte.

<sup>b</sup> Abdeckbleche: Die in C.1.1.3.3 angegebenen Maße der Abdeckbleche und Metallstärken stellen die Mindeststärken und -maße für die Endanwendungen dar. Die Ergebnisse gelten für alle in der Praxis verwendeten Metall-Abdeckbleche mit größeren Stärken oder Maßen.

<sup>c</sup> Dichtungen: Werden Dichtungen bereits während der Fertigung der Sandwichelemente eingebaut, sind sie als Teil des Produkts nach EN 13823 zu prüfen.

## **C.2 Feuerwiderstand**

### **C.2.1 Thermoelemente für die Prüfung und Zeit-Temperatur-Kurve**

Während der ersten fünf Minuten sind nach dem in der Anmerkung zu EN 1363-1:1999, 5.1.2, festgelegten Verfahren zusätzliche konventionelle Thermoelemente anzuwenden.

**ANMERKUNG** Idealerweise sollte ein weicher Übergang mit einer Dauer von höchstens fünf Minuten erfolgen, bevor Platten-Thermometer die vollständige Kontrolle übernehmen. Sofern das Steuersystem des Ofens dies nicht zulässt, kann auch ein plötzlicher Wechsel erfolgen. Sofern die beiden Steuersysteme auf den Verlauf der in EN 1363-1 festgelegten Zeit-Temperatur-Kurve eingestellt sind, sollte darauf geachtet werden, dass die aus den Messungen mit den Platten-Thermometern resultierende Zeit-Temperatur-Kurve innerhalb der in EN 1363-1 festgelegten zulässigen Toleranzen liegt.

### **C.2.2 Feuerwiderstandsprüfung nach EN 1365-2 – Dächer**

#### **C.2.2.1 Allgemeines**

Dächer aus Sandwichelementen können Zusatzlasten ausgesetzt sein. Lediglich in Ausnahmefällen (z. B. als Aussteifungen wirkend) tragen sie einen Teil der Hauptlast der Gebäudestruktur.

Die Belastung entsprechend den Prüfungen nach EN 1363-1 und EN 1365-2 bezieht sich nur auf die Zusatzlasten.

#### **C.2.2.2 Prüfeinrichtung**

Das Traggestell muss für die Aufnahme der entsprechend der Endanwendung gestalteten Elementeinheit bemessen sein. Die Elemente sind auf zwei Seiten jeweils an beiden Enden am Traggestell zu befestigen. Die anderen beiden Seiten dürfen nicht eingespannt werden.

Der Probekörper ist in horizontaler Stellung zu prüfen.

#### **C.2.2.3 Durchführung**

Die aufgebrachte Last muss den im Einsatzland gültigen nationalen Rechtsvorschriften entsprechen und ist nach EN 1365-2 für die Endeinsatzbedingungen zu bestimmen oder es ist ohne Belastung zu prüfen.

#### **C.2.2.4 Ergebnisse und Angabe**

Die Last ist zusammen mit der Klassifizierung des Feuerwiderstands anzugeben.

### **C.2.3 Anwendungsbereich für die Ergebnisse der Feuerwiderstandsprüfung**

Für die Standardparameter von Sandwichelementen gilt der in Tabelle C.2 beschriebene Anwendungsbereich der Ergebnisse der Feuerwiderstandsprüfung.

Tabelle C.2 — Feuerwiderstand: Direkter Anwendungsbereich für die Prüfergebnisse

Parameter	Faktoren	Gültigkeit der Prüfung
Metalldeckschichten	Metallsorte	Gültig für alle Sorten der geprüften Metallart
	Dicke der Metalldeckschicht	Gültig bis zu $\pm 50\%$ der geprüften Dicke
	Profilgeometrie der Deckschicht a) eben oder leicht profiliert bis zu 5 mm b) Profil mit mehr als 5 mm	Gültig für alle Änderungen des Profils  Gültig für Abweichungen von $+50\%$ der Profiltiefe
	Oberflächenbeschichtung — geprüfte Seite a) Farbe der Beschichtung b) unbeschichtete Deckschichten	Gültig für alle Beschichtungen  Gültig für alle Farben  Prüfungen an beschichteten Deckschichten gelten für unbeschichtete Deckschichten
Fugenausbildung		Gültig innerhalb der üblichen Grenzabmaße (siehe 5.2.5).  Nicht gültig bei Änderungen der Form oder des Aufbaus
Klebstoff (sofern zutreffend)	Menge und Art des Klebstoffs a) PCS-Wert $0 \text{ MJ/m}^2$ bis $4 \text{ MJ/m}^2$ b) PCS-Wert $> 4 \text{ MJ/m}^2$ c) $\text{PCS} > 4 \text{ MJ/m}^2$ und $1,15 \cdot \text{PCS}$	Gültig für alle Klebstoffe $\pm 50\%$ der geprüften Masse  Gültig für PCS-Werte kleiner als die des innerhalb der Fertigungstoleranzen geprüften Klebstoffs  Prüfergebnisse um denselben Prozentsatz verringert wie der PCS-Wert über den anfänglich geprüften Klebstoff
Dichtstoffe und Dichtungen (integraler Bestandteil des Elements)		Nur gültig für die geprüften Dichtstoff- und Dichtungstypen für Fugen und solche mit gleichen oder niedrigeren PCS-Werten

Tabelle C.2 (fortgesetzt)

Parameter	Faktoren	Gültigkeit der Prüfung
MW	a) MW-Fasern und Bindemittel  b) Dichte  c) Ausrichtung der Fasern – Lamellen oder Platten  d) Fugen zwischen Lamellen	Nicht gültig, wenn die verwendeten MW-Fasern oder Bindemittel von den ursprünglich geprüften abweichen.  Gültig für eine Erhöhung des Bindemittelgehalts um +20 % oder für geringere Bindemittelmengen  Gültig für alle höheren als die im Bereich von 50 kg/m <sup>3</sup> bis 150 kg/m <sup>3</sup> geprüften Dichten  Gültig bis zu –10 % der geprüften Dichte  Nicht gültig bei Änderung der Ausrichtung  Gültig bei Verringerung der Anzahl der Fugen
PUR	Chemische Zusammensetzung	Gültig für gleiches chemisches System und gleiches Treibmittel  Gültig für ± 10 % der geprüften Dichte
PF	Chemische Zusammensetzung	Gültig für gleiche chemische Zusammensetzung, gleiche Dichte und gleiches Treibmittel
Elementdicke	Erhöhung der Elementdicke	Gültig für jede Erhöhung der Dicke, sofern der gleiche Dämmkernwerkstoff verwendet wird
Ausrichtung der Elemente	Senkrechte oder waagerechte Fugen zwischen Sandwichelementen	Gültig für beide Ausrichtungen (EN 1364-1:1999, 13.1 i))
Abstände zwischen Befestigungen und Stützweiten	a) Außenanwendungen  b) Innenanwendungen	Gültig für Mittenpositionen der Befestigungen und Stützweiten kleiner als die geprüften  Elemente, die bei 3 m geprüft wurden, gelten auch für Stützweiten bis zu 4 m, vorausgesetzt, die Bedingungen nach EN 1364-1 sind erfüllt
Breite	a) Verringerung der Elementbreite  b) Erhöhung der Elementbreite	Prüfung gültig (siehe EN 1364-1)  Gültig für Erhöhungen um nicht mehr als +20 %
Dichtungen	Dichtungen, die bei der Endanwendung angebracht werden, jedoch nicht Teil des hergestellten Elements sind	Nur gültig für den jeweiligen Dichtungstyp und für Dichtungen mit gleichen oder niedrigeren PCS-Werten  Gültig für die gleichen Elemente ohne Dichtungen für MW- und CG-Kerne. Nicht gültig für andere Kernwerkstoffe

### **C.3 Brandprüfungen nach ENV 1187 – Brandverhalten von Bedachungen bei Feuer von außen**

#### **C.3.1 Klassifizierung ohne weitere Prüfung (CWFT)**

Die folgenden Typen von Dachelementen wurden unter der Voraussetzung für die CWFT zugelassen, dass sie für Dachanwendungen vorgesehen sind und die unten stehenden Festlegungen erfüllen und Gegenstand der FPC-bezogenen Überprüfung der Merkmale zur Sicherheit im Brandfall sind (6.3.5.3).

Elemente mit einer profilierten Außendeckschicht aus Metall und einem Kern aus PUR oder MW sowie:

- einem Rücküberstand von mindestens 15 mm die gegenüberliegende Seite des Scheitels hinab (Längsstoß – Längsfuge);  
oder einer Metallschutzkappe, die die Verbindungsscheitel an der Längsfuge vollständig überdeckt;  
oder einer hochgezogenen Stehnaht an der Längsfuge;
- sofern anwendbar, einem Endüberstand von mindestens 75 mm;
- einer Mindest-Nennstärke der äußeren Deckschicht von 0,4 mm (Stahl und nichtrostender Stahl) und 0,9 mm (Aluminium) nach 5.1.2.1, 5.1.2.2 und 5.1.2.3;
- einer Wetterschutzbeschichtung aus einem flüssig aufgetragenen PVC-Anstrich mit einer Höchst-Nennstärke des trockenen Films von 0,200 mm, einem PCS von nicht mehr als 8,0 MJ/m<sup>2</sup> und einer Höchst-Trockenmasse von 300 g/m<sup>2</sup>;  
oder einer beliebigen dünnen Farbbeschichtung, die niedrigere Werte als vorstehend genannt aufweist;
- einer Mindest-Klassifikation des Brandverhaltens des Elements von D-s3, d0, ohne Kantenschutz nach EN 13501-1;
- einer Nenn-Kerndichte > 35 kg/m<sup>3</sup> für PUR-Dämmkerne;
- einer Nenn-Kerndichte > 80 kg/m<sup>3</sup> für MW mit Lamellenkernen;
- einer Nenn-Kerndichte > 100 kg/m<sup>3</sup> für MW mit Kernplatten in voller Breite.

#### **C.3.2 Prüfung nach ENV 1187 – Verfahren 1**

##### **C.3.2.1 Probekörper und Einbau – Längsstoßprüfung**

Die Probekörper sind so zu schneiden, dass das Ende des überlappenden Blechs mindestens 250 mm von der Schnittkante des Elements entfernt ist.

Die Elemente sind an drei Auflagerabschnitten (Hoch- oder Tiefsicke) oben, mittig und unten zu befestigen, und die Längsstöße sind alle 400 mm anzuheften.

##### **C.3.2.2 Probekörper und Einbau – Querstoßprüfung**

Die Probekörper sind so zu schneiden, dass ein Querstoß entsteht, bei dem die Schnittkante des oberen Elements 750 mm von der Unterkante des Probekörpers entfernt ist.

Das Element am Querstoß ist in jeder Vertiefung an einem Auflagerwinkel mit einer Auflagerfläche von mindestens 75 mm zu befestigen, und das überlappende Blech ist in jeder Vertiefung 50 mm von der Schnittkante entfernt anzuheften.

### C.3.3 Prüfung nach ENV 1187 – Verfahren 2

Die Probekörper und deren Einbau müssen den Festlegungen nach ENV 1187 entsprechen.

### C.3.4 Prüfung nach ENV 1187 – Verfahren 3

#### C.3.4.1 Probekörper

a) Längsstoß- und Querstoßprüfung:

Der Probekörper ist aus zwei Teilelementen mit einer mittig angeordneten genormten Längsstoßverbindung herzustellen. Die Mittellinie muss die Kante des Überstandes und nicht die Elementkante sein. Das Element auf der linken Seite muss standardgemäß in einem Abstand von 500 mm zur Unterkante einen Querstoß aufweisen.

b) Nur Längsstoßprüfung:

Der Probekörper ist aus zwei Teilelementen mit voller Länge und standardgemäß mit einer Längsstoßverbindung herzustellen. Das Maß bis zur Schnittkante des Überstandes, nicht bis zur Elementkante, muss von der Kante an der linken Seite aus 785 mm betragen.

#### C.3.4.2 Einbau und Befestigung

a) Längsstoß- und Querstoßprüfung:

Das Element am Querstoß ist in jeder Vertiefung an einem Auflagerwinkel mit einer Auflagerfläche von mindestens 75 mm zu befestigen, und das überlappende Blech ist in jeder Vertiefung 50 mm von der Schnittkante entfernt anzuheften.

Die Elemente sind oben, mittig und unten an drei Auflagerabschnitten (Hoch- oder Tiefsicke) zu befestigen, und die Längsstöße sind alle 400 mm anzuheften.

b) Nur Längsstoßprüfung:

Die Elemente sind an drei Auflagerabschnitten (Hoch- oder Tiefsicke) oben, mittig und unten zu befestigen, und die Längsstöße sind alle 400 mm anzuheften.

**ANMERKUNG** Bei den Prüfungen nach ENV 1187 bezieht sich die in den Prüfanforderungen angegebene Position der Schnittkante auf die Position der Kante des oberen überlappenden Bleches und nicht auf die Position der darunter liegenden Elementverbindung.

### C.3.5 Prüfung nach ENV 1187 – Verfahren 4

Der Probekörper ist mit einer mittig angeordneten Element-Längsstoßverbindung herzustellen.

Die Probekörper sind mit Hilfe von Standard-Befestigungsmitteln sicher an einem nicht brennbaren Gestell anzubringen, so dass die Fuge, wie in der Endanwendung, starr festgehalten wird.

## C.4 Bestimmung der Menge und Dicke der Klebstoffschicht

### C.4.1 Allgemeines

Falls erforderlich, sind die Menge und die Dicke der Klebstoffschicht für Elemente nach der Herstellung nach C.4.2 bzw. für Kontrollmessungen während der Fertigung nach C.4.3 zu bestimmen.

## C.4.2 Messungen an einem Fertig-Element

### C.4.2.1 Kurzbeschreibung

Das Verfahren zum Feststellen und Berechnen der Menge und der Dicke des bei der Herstellung von Sandwichelementen verwendeten Klebstoffs ist nach C.4.2.2 bis C.4.2.5 zu bestimmen.

### C.4.2.2 Probekörper

Es ist ein Probekörper mit den Maßen 500 mm × 500 mm aus der Element-Deckschicht herauszuschneiden (z. B. durch Sägen). Die Länge und die Breite des Deckschichtbleches sind an drei Stellen und in beiden Richtungen auf 1 mm zu messen, und die Fläche  $A$  ist unter Verwendung der Mittelwerte der Messungen zu berechnen. Die Stelle, an der die Probe aus dem Element entnommen wurde, ist zu dokumentieren.

### C.4.2.3 Durchführung

Der Dämmstoff ist von der Deckschicht zu entfernen. Mögliche Wollflocken oder Dämmstoffreste sind sorgfältig mit einer Stahlbürste zu entfernen, so dass eine saubere Klebstoff-Oberfläche sichtbar ist.

Das Deckschichtblech ist einschließlich des Klebstoffs auf 0,1 g zu wägen.

Über die Klebstoffschicht ist ein Abbeizmittel zu verteilen, und der aufgeweichte Klebstoff ist mit einer Stahlkelle zu entfernen.

Das Deckschichtblech ist ohne Klebstoff mit derselben Waage zu wägen.

### C.4.2.4 Berechnung der Ergebnisse

Die Klebstoffmenge ist nach Gleichung (C.1) zu berechnen:

$$m_{\text{glue}} = (m_1 - m_2)/A \quad (\text{C.1})$$

Dabei ist

$m_{\text{glue}}$  die Menge des Klebstoffs, in Gramm je Quadratmeter ( $\text{g}/\text{m}^2$ );

$m_1$  die Masse von Deckschicht und Klebstoff, in Gramm (g);

$m_2$  die Masse der Deckschicht, in Gramm (g);

$A$  die Fläche des Deckschichtblechs, in Quadratmeter ( $\text{m}^2$ ).

Die mittlere Dicke der Klebstoffschicht ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$h_{\text{glue}} = m_{\text{glue}}/\rho$$

Dabei ist

$h_{\text{glue}}$  die Dicke der Klebstoffschicht, in Millimeter (mm);

$m_{\text{glue}}$  die Menge des Klebstoffs, in Gramm je Quadratmeter ( $\text{g}/\text{m}^2$ );

$\rho$  die Dichte des verwendeten Klebstoffs, in Kilogramm je Kubikmeter, d. h. die Dichte des nicht ausgehärteten Klebstoffgemischs ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

#### C.4.2.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- a) Prüfdatum;
- b) angewendetes Prüfverfahren;
- c) Kennnummer oder Spezifikation des Elements;
- d) Entnahmestelle der Probe am Element;
- e) Art des Klebstoffs, Klebstoffcharge (sofern bekannt), Dichte des Klebstoffs;
- f) Maße und Fläche des Deckschichtbleches;
- g) Masse des Deckschichtbleches mit und ohne Klebstoff.

#### C.4.3 Messungen während der Herstellung

##### C.4.3.1 Kurzbeschreibung

Das Verfahren zum Erfassen und Berechnen der Menge und der Dicke des bei der Herstellung von Sandwichelementen verwendeten Klebstoffs ist nach C.4.3.2 bis C.4.3.3 zu bestimmen.

##### C.4.3.2 Durchführung

Ein geeigneter Träger, z. B. Papier in der Größe A3, ist zu wägen ( $m_c$ ). Die Länge und die Breite des Trägers sind an drei Stellen und in beiden Richtungen auf 1 mm zu messen, und die Fläche ist mit Hilfe der Messwerte zu berechnen.

Der Träger ist auf dem unteren Blech des Sandwichelements anzuordnen, über das der Klebstoff-Verteilerkopf streicht. Die Position des Trägers auf dem Deckschichtblech ist zu dokumentieren.

Der Träger ist als Teil des üblichen Auftragvorgangs zu bestreichen und von der Linie zu entfernen.

Der Träger und der Klebstoff sind zu wägen ( $m_{a+c}$ ).

##### C.4.3.3 Berechnung der Ergebnisse

Die Klebstoffmenge ist nach (C.2) zu berechnen:

$$m_{(\text{adhesive})} = (m_{a+c} - m_c)/A \quad (\text{C.2})$$

Dabei ist

$m_{a+c}$  die Masse von Träger und Klebstoff;

$m_c$  die Masse des Trägers;

$A$  die Fläche des Trägers.

## Anhang D (normativ)

### Grenzabmaße

#### D.1 Allgemeines

Grenzabmaße haben Einfluss auf die Festigkeit eines Elements und dessen Gebrauchssicherheit. Die in 5.2.5, Tabelle 3, festgelegten Grenzabmaße sind die zulässigen Höchstwerte.

Die folgenden Grenzabmaße gelten für Messungen, die vor der Auslieferung im Werk an Elementen durchgeführt werden, die einen stabilen Zustand erreicht haben. Nur vor der Messung für die Erstprüfung sind geschäumte Elemente für mindestens 24 h bei Umgebungstemperatur auf einer ebenen Oberfläche vollständig aufliegend zu lagern. Die Messungen sind gegebenenfalls um Temperaturschwankungen bis 20 °C zu korrigieren.

Die Messungen von Profilraster, Scheitel, Untergurt und Baubreite sind in einem Abstand von 200 mm zum Ende des Elements vorzunehmen.

Bei der Durchführung der Messungen ist das Element auf mindestens drei Stützen zu lagern, die mit einem gleichmäßigen Abstand zueinander auf einer starren ebenen Oberfläche angeordnet sind.

#### D.2 Grenzabmaße

##### D.2.1 Elementdicke und Konformität der Fugen

Die gemessene Dicke ( $D$ ) des Elements muss der Nennabstand zwischen den ebenen Außenflächen der Deckschichten sein, ausschließlich jeglicher trapezförmiger Profile oder Sicken und einschließlich der Dicke der beiden Metalldeckschichten (siehe Bild D.1).

Diese Messungen sind an jedem Elementende auf 200 mm von den Elementenden entfernten Linien und in einem Abstand von mindestens 100 mm von der Längskante vorzunehmen. Zwei dieser Messungen sind an den entgegengesetzten Kanten des Elements und eine ist in der Mitte durchzuführen.

Bei Elementen mit profilierten Deckschichten ist die Messung an der Stelle der vorherrschenden Dicke vorzunehmen. Die FPC-Aufzeichnungen müssen angeben, an welcher Stelle innerhalb der Elementgeometrie diese Messung zu erfolgen hat, und es ist ein entsprechender Messpunkt zu verwenden.

Grenzabmaße:  $D \leq 100 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ ,

$D > 100 \text{ mm} \pm 2 \%$ .

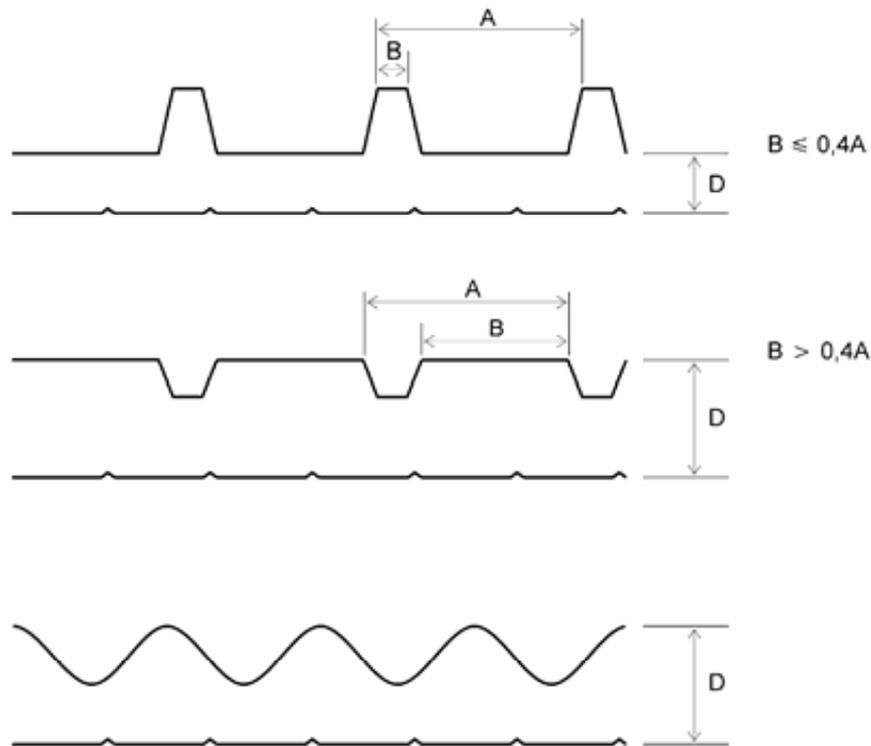


Bild D.1 — Dicke der Elemente

### D.2.2 Abweichung von der Ebenheit

Diese Messung ist nur für Elemente mit nominell ebenen oder leicht profilierten Deckschichten relevant.

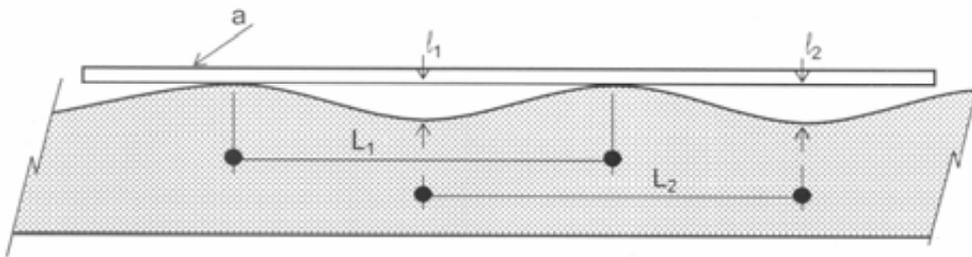
Die Abweichung von der Ebenheit ( $l$ ) ist als der Abstand zwischen einem beliebigen Punkt auf der Oberfläche und der theoretisch ebenen Fläche definiert, siehe Bild D.2. Die Ebenheit ist sowohl in Längs- als auch in Querrichtung über einen Mindestabstand von  $L = 200$  mm zu messen.

Der Ort der Messung des Abstandes  $L$  muss mindestens 100 mm von der Elementkante und 200 mm vom Elementende entfernt sein.

Ein gerader Metallstab ist auf die Oberfläche des Elements zu legen, und der größte Abstand zwischen dem Stab und dem Element ist mit einem Präzisionsmessgerät zu messen.

## EN 14509:2006 (D)

Grenzabmaß:	Bei $L = 200$ mm	$l = 0,6$ mm;
	Bei $L = 400$ mm	$l = 1,0$ mm;
	Bei $L > 700$ mm	$l = 1,5$ mm;



### Legende

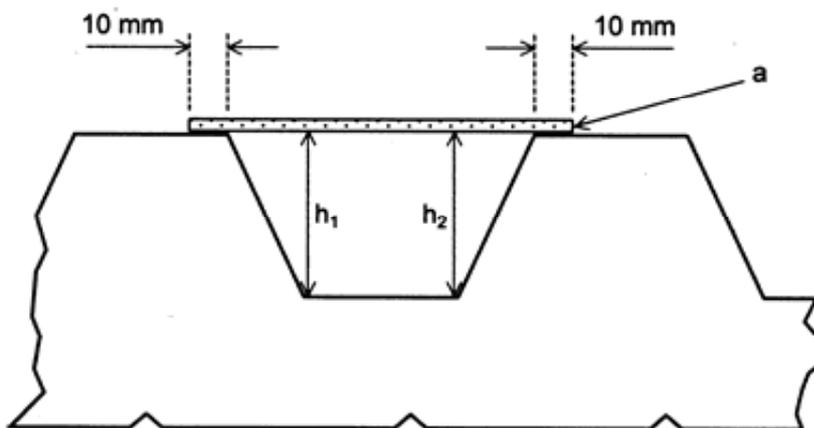
- $L$  gemessener Abstand auf der ebenen Fläche
- $l$  Abweichung von der Ebenheit
- $a$  gerader Metallstab

**Bild D.2 — Ebenheit**

### D.2.3 Höhe des Metallprofils

Die Profilhöhe ( $h$ ) ist der zwischen Scheitel und Untergurt auf derselben Blechseite, in einer Entfernung von 200 mm vom Blechende gemessene Abstand (siehe Bild D.3). Diese Messung ist nur bei Elementen mit mindestens einer leicht profilierten oder profilierten Deckschicht anzuwenden.

Grenzabmaße:	$5 \text{ mm} < h \leq 50 \text{ mm}$	$\pm 1 \text{ mm};$
	$50 \text{ mm} < h \leq 100 \text{ mm}$	$\pm 2,5 \text{ mm}.$



### Legende

- $a$  gerader Metallstab

**Bild D.3 — Überprüfung der Maße der Profilhöhe  $h$**

Die Tiefe jedes Untergurtes über das Blech ist auf beiden Seiten des Untergurtes mit Hilfe einer Schablone oder eines Lineals zu messen (siehe Bild D.3). Die Grenzabmaße gelten für den Mittelwert jedes Untergurtes:

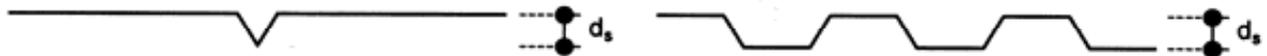
$$h = \frac{h_1 + h_2}{2} \text{ mm}$$

#### D.2.4 Sickentiefe auf leicht profilierten Deckschichten

Die Tiefe einer beliebigen Sicke ( $d_s$ , siehe Bild D.4) auf Scheitel, Untergurt oder Steg bzw. die Tiefe einer leichten Profilierung ist mit Hilfe einer Schablone oder eines Lineals und eines Präzisionsmessgeräts auf einer Linie im Abstand von 200 mm vom Ende des Bleches über dieses zu messen.

Der in den Erstprüfungen erhaltene Mittelwert der Tiefe ist zur Bestimmung der Sickentiefe ( $d_s$ ) zu verwenden.

Grenzabmaße:	$d_s \leq 1 \text{ mm}$	$\pm 30 \% \text{ von } d_s$ ;
	$1 \text{ mm} < d_s \leq 3 \text{ mm}$	$\pm 0,3 \text{ mm}$ ;
	$3 \text{ mm} < d_s \leq 5 \text{ mm}$	$\pm 10 \% \text{ von } d_s$ .



**Bild D.4 — Tiefe von Sicken und leichten Profilierungen**

Sofern Eigenschaften eines Elements mit ebener Deckschicht als Grundlage für die Bemessung der mechanischen Festigkeit verwendet werden, brauchen die Grenzabmaße für Sicken oder leichte Profilierungen nicht berücksichtigt zu werden.

#### D.2.5 Länge

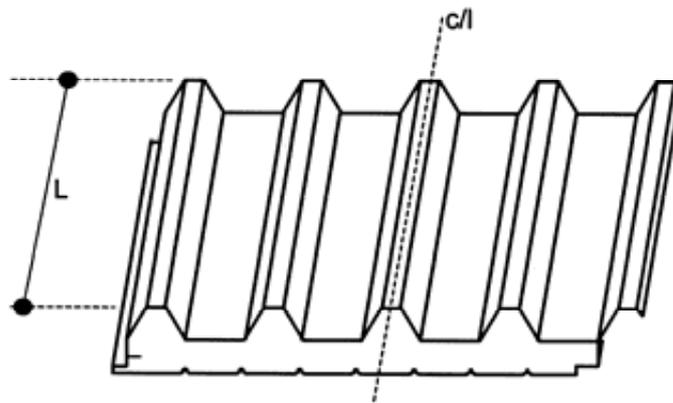
Die Länge ( $L$ ) ist entlang der Mittelachse (siehe Bild D.5) des durchgehend auf einer ebenen Oberfläche aufliegenden Elements zu messen. Die Elementlänge ist mindestens einmal je Arbeitsschicht (6 h oder 8 h) zu überprüfen.

Weicht die Länge über dem Schaumkern von der Länge über das Stahlblech ab, so muss das Grenzabmaß auf der Länge des Metallblechs beruhen. Für die Überlappung ist ein separates Grenzabmaß anzusetzen.

Grenzabmaße:	bei $L \leq 3\,000 \text{ mm}$	$\pm 5 \text{ mm}$ ;
	bei $L > 3\,000 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$ .

**ANMERKUNG 1** Zum Zeitpunkt der Auftragserteilung dürfen zwischen Hersteller und Kunden besondere Anforderungen vereinbart werden.

**ANMERKUNG 2** Bei Elementen für den Einsatz in Kühlhäusern sind im Allgemeinen engere Grenzabmaße erforderlich.



**Legende**

*c/l* Mittellinie des Elements

**Bild D.5 — Elementlänge**

**D.2.6 Baubreite**

Die Baubreite  $w$  ist vom Hersteller anzugeben. Bei profilierten Elementen mit Längsstoß ist die Baubreite, wie in Bild D.6 dargestellt, der Abstand zwischen den Mittellinien der beiden äußeren Profile.

Bei ebenen Elementen oder Elementen mit einer Steckverbindung oder mit einer auf der Baustelle hergestellten Verbindung ist die Baubreite der Abstand zwischen den Achsen der Fugen. In derartigen Fällen hängen die Messpunkte von der genauen Beschaffenheit der Fugen ab. Der Hersteller muss die Messpunkte genau angeben, und diese Punkte sind bei jeder Messung anzuwenden (siehe die Beispiele in den Bildern D.7 und D.8).

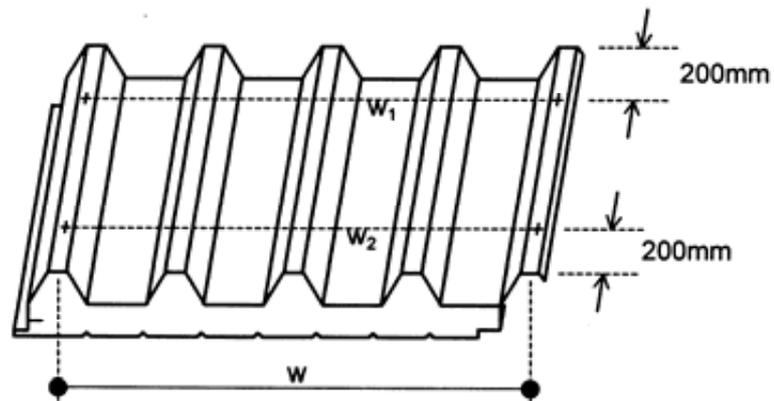
Die Baubreite des Bleches ist mit Hilfe eines hierfür hergestellten Messgeräts entweder über das gesamte Blech (siehe Bild D.9) oder als Abstand zwischen zwei an den Seitenstegen anliegenden Platten zu messen (siehe Bild D.14 für ein Beispiel dieses Verfahrens).

Die Messungen der Baubreiten  $w_1$  und  $w_2$  sind in einem Abstand von 200 mm zu den Elementenden durchzuführen (siehe Bild D.6). Beide Messwerte müssen innerhalb der festgelegten Grenzabmaße liegen.

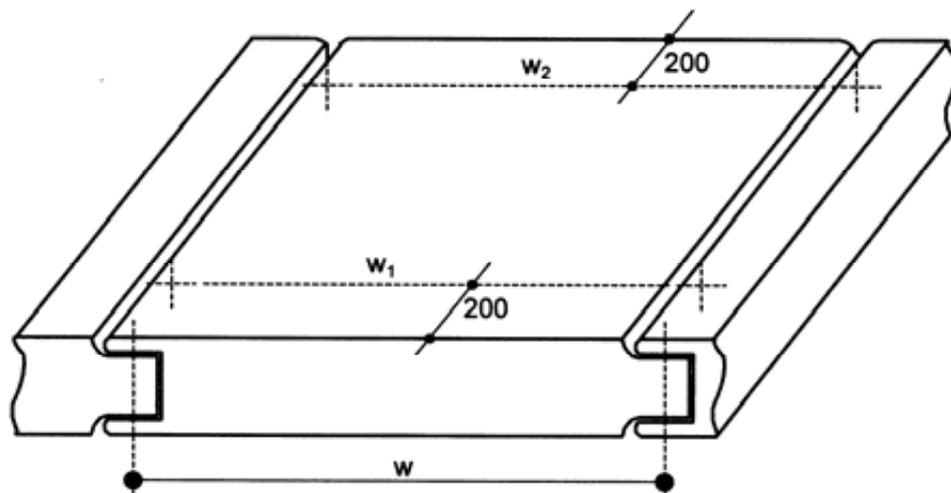
In einer dritten Messung ist die Baubreite  $w_3$  quer zur Mittellinie des Bleches zu messen, um so das Zusammenziehen oder Ausbeulen des Elements zu bestimmen. Der Messwert für  $w_3$  muss innerhalb des angegebenen, auf den Durchschnitt der Werte  $w_1$  und  $w_2$  bezogenen, Grenzabmaßes liegen:

$$w_3 = \frac{w_1 + w_2}{2}$$

Grenzabmaße:  $\pm 2$  mm für alle Profile.

Bild D.6 — Baubreite ( $w$ ) von profilierten Elementen

Maße in Millimeter

Bild D.7 — Bemessungsbreite ( $w$ ) bei einer Nut-Feder-Verbindung

Maße in Millimeter

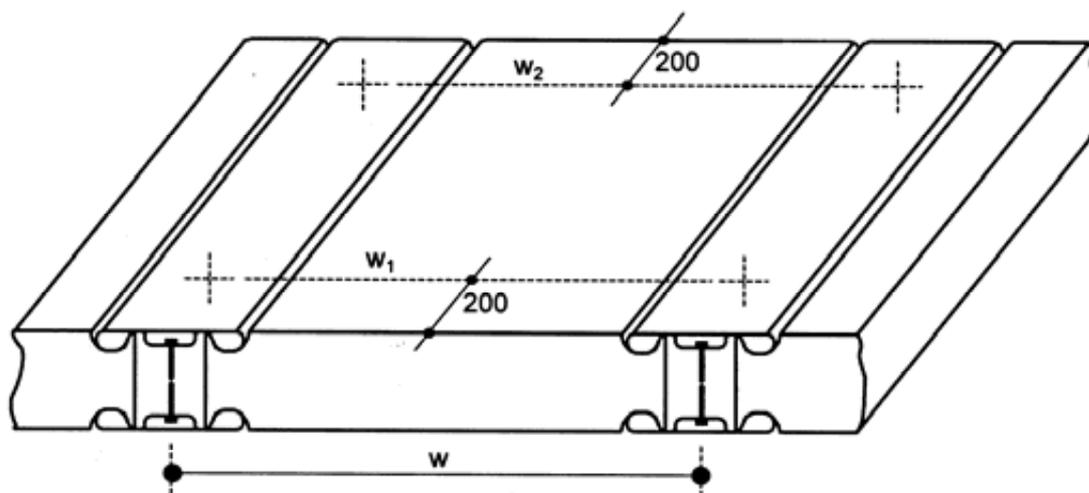
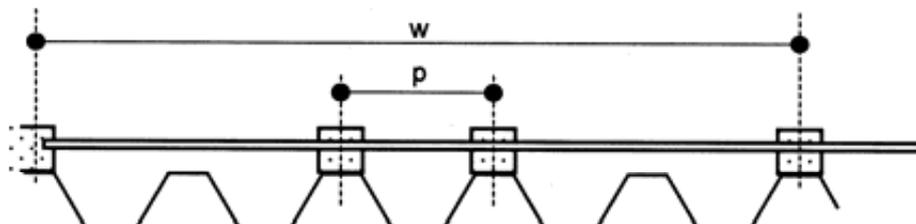


Bild D.8 — Messung der Baubreite ( $w$ )



**Legende**

- $p$  Profilraster
- $w$  Baubreite

**Bild D.9 — Überprüfung der Maße der Baubreite  $w$  und des Profilrasters  $p$  mit Hilfe eines kalibrierten Messgeräts**

**D.2.7 Abweichung von der Rechtwinkligkeit**

Die Abweichung des Elementquerrandes von der Rechtwinkligkeit ist als das in Bild D.10 dargestellte Maß  $s$  definiert.

Grenzabmaß:  $s \leq 0,6 \%$  der Nennbaubreite  $w$ .

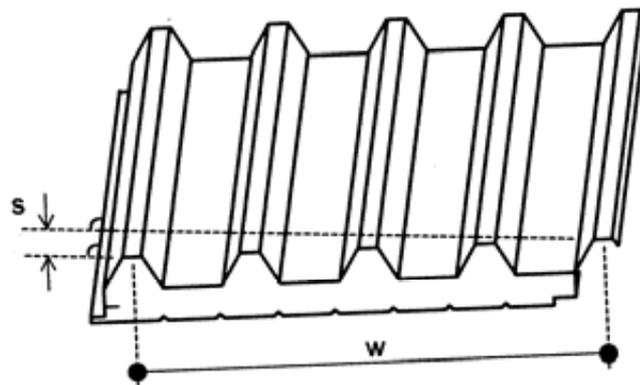


Bild D.10 — Rechtwinkligkeit

### D.2.8 Abweichung von der Geradheit

Die Abweichung der Geradheit von der theoretischen Geraden ist als das Maß  $\delta$  nach Bild D.11 definiert.

Die Geradheit eines Elements ist von einem dünnen Stahldraht aus zu messen, der in einem Abstand von jeweils 200 mm zu den Elementenden straff zwischen zwei Punkten auf derselben Kante gespannt ist. Die Messung ist in der Mitte des Elements durchzuführen.

Grenzabmaß: 1,0 mm/m, jedoch nicht mehr als 5 mm.

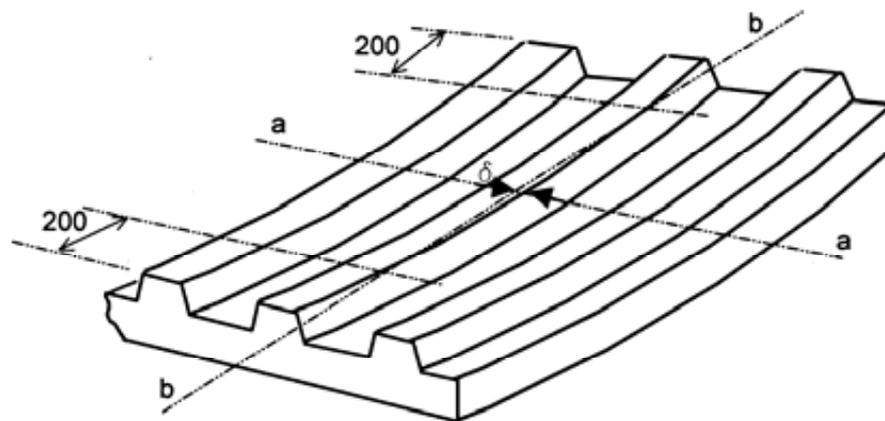


Bild D.11 — Abweichung von der Geradheit

### D.2.9 Längswölbung und Querwölbung

Die Wölbung des Elements ist das Maß für die Verschiebung zwischen der Elementoberfläche und einer die beiden Enden verbindenden Geraden (siehe Bild D.12).

Ein dünner Stahldraht ist straff zwischen zwei Elementenden entlang der Mittellinie in Längsrichtung oder über die Breite zu spannen. Die maximale Verschiebung zwischen dem Draht und der Elementoberfläche ist mit

## EN 14509:2006 (D)

Hilfe eines Metallmaßstabes zu messen. Alternativ darf die Gerade zwischen den beiden Elementenden mit Hilfe eines Laserstrahls bestimmt werden.

Der Ort der Messung  $b$  hinsichtlich des Grenzabmaßes muss mindestens 100 mm von der Elementkante und 200 mm vom Elementende entfernt sein.

Es ist darauf zu achten, dass während der Messung keine Querlast auf das Element ausgeübt wird. Es ist von Vorteil, diese Prüfung mit auf die Seite gestelltem Element durchzuführen, um den Einfluss der Eigenlast auszuschließen.

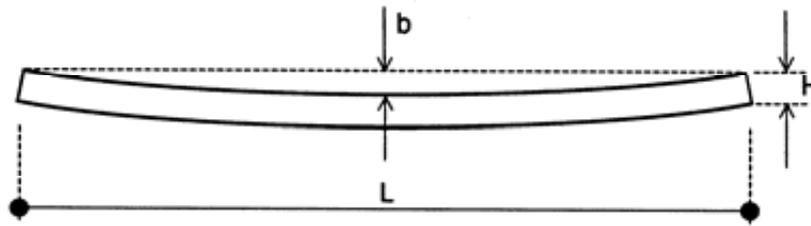
Grenzabmaße: 2,0 mm je Meter Länge, jedoch nicht mehr als 10 mm;

8,5 mm je Meter Breite bei ebenen Profilen –  $h \leq 10$  mm (siehe D.2.3);

10 mm je Meter Breite bei anderen Profiltiefen –  $h > 10$  mm (siehe D.2.3).

**ANMERKUNG 1** Durchgehend laminierte Elemente können sich auf diese Weise während des Aushärtens wölben. Diese Messung sollte daher nicht vorgenommen werden, bevor das Element bei Umgebungstemperatur ausgehärtet ist.

**ANMERKUNG 2** Elemente mit unterschiedlichen Deckschichten, z. B. insbesondere aus Stahl/Aluminium, sollten hinsichtlich der Wölbung überprüft werden.

**Legende**

$b$  Verschiebung infolge Wölbung

**Bild D.12 — Elementwölbung****D.2.10 Profilraster**

Das Profilraster  $p$  (siehe Bild D.13) ist der Mittenabstand benachbarter Rippen bei Messung in einem Abstand von jeweils 200 mm zu den Blechenden.

Die Messungen sind nach einem der folgenden Verfahren durchzuführen, wobei a) vorzuziehen ist:

- a) Messung des Abstandes zwischen zwei an den Stegen anliegenden Platten, wie in Bild D.14 dargestellt;
- b) Messung der Abweichung von einer Schablone;
- c) Messung mit Hilfe einer Formlehre (siehe Bild D.9).

Grenzabmaße:    wenn  $h \leq 50$  mm     $\pm 2$  mm;  
                       wenn  $h > 50$  mm     $\pm 3$  mm.

**ANMERKUNG** Diese Messung kann auch auf die Baubreite nach D.2.6 bezogen werden. In der Praxis können sich Probleme ergeben, wenn das Verhältnis zwischen Profil und Elementkante nicht korrekt ist.

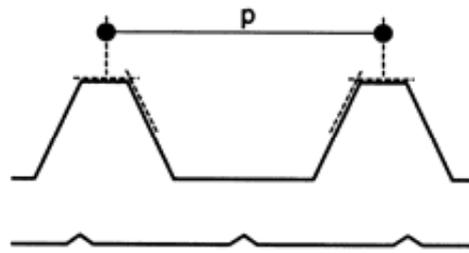


Bild D.13 — Profilraster ( $p$ )

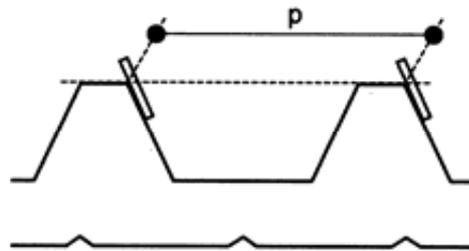


Bild D.14 — Überprüfung der Profilrastermaße

### D.2.11 Breite von Rippen und Untergurten

Die Breite einer Rippe ( $b_1$ ) und eines Untergurtes ( $b_2$ ) (siehe Bild D.15) sind in einem Abstand von 200 mm zu den Blechenden zu messen.

Die Breite von Rippen und Untergurten ist mit Hilfe einer Schablone auf einer Linie quer über das Blech zu messen.

Grenzabmaße: Rippen  $\pm 1$  mm; Untergurte  $\pm 2$  mm.

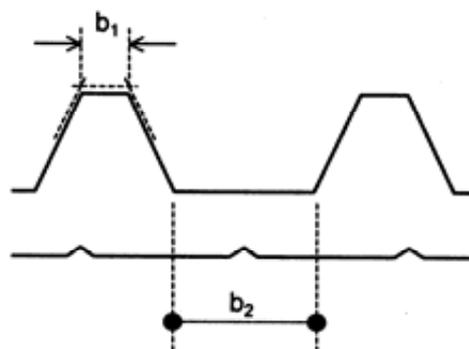


Bild D.15 — Breite von Rippen und Untergurten

## Anhang E (normativ)

### Bemessungsverfahren

ANMERKUNG Dieser Anhang stellt die durch die Norm geforderten Kenngrößen der mechanischen Grenzzustände zur Verfügung und beschreibt die für die Berechnung erforderlichen Verfahren. Die Kenngrößen der mechanischen Grenzzustände können in gleichem Maße durch Versuche erhalten werden.

#### E.1 Begriffe und Symbole

##### E.1.1 Eigenschaften eines Sandwichelements

Der Querschnitt und die Werkstoffeigenschaften eines Sandwichelements müssen den Bildern E.1 a) und E.1 b) sowie Tabelle E.1 entsprechen.

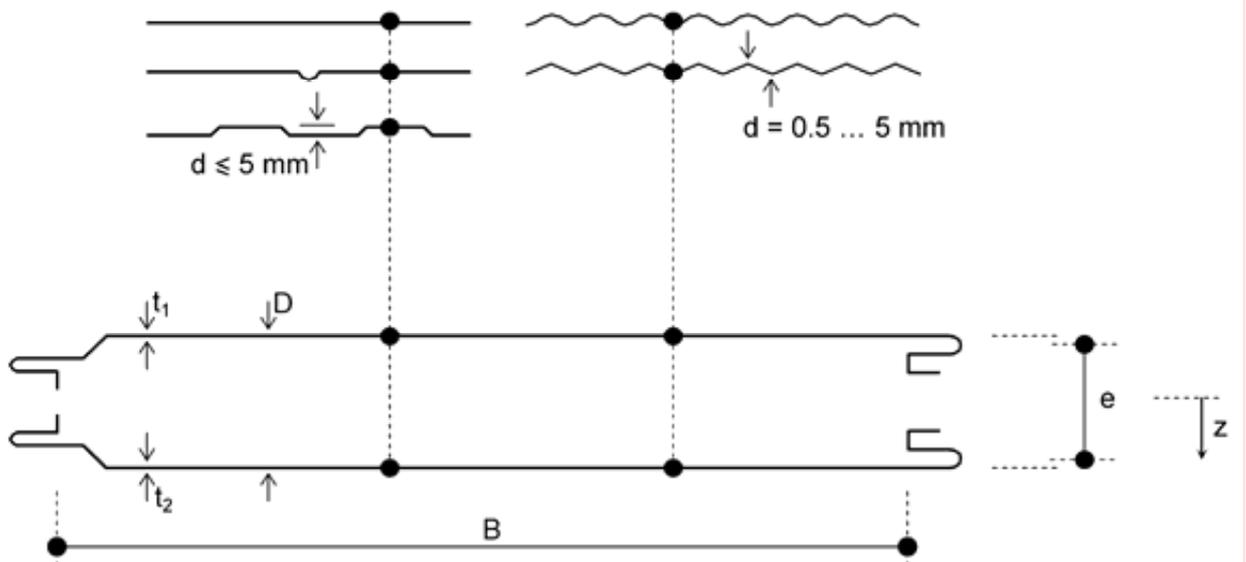


Bild E.1 a) — Elementquerschnitt — ebene, leicht profilierte oder mikroprofilerte Deckschicht

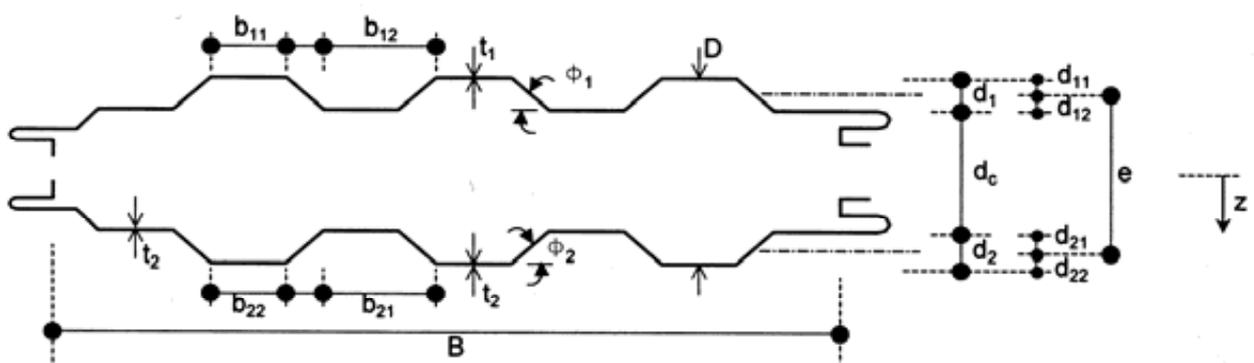


Bild E.1 b) — Elementquerschnitt — profilierte Deckschicht und Werkstoffeigenschaften eines Sandwichelements

Tabelle E.1 — Elementeigenschaften

Schicht	Geometrie	Werkstoffeigenschaften	Bauteileigenschaften
Deckschicht 1	$t_1, d_1, d_{11}, d_{12}, A_{F1}, I_{F1}$	$E_{F1}, \alpha_{F1}$	$B_{F1}$
Kern	$d_C$	$E_C, G_C$	$S$
Deckschicht 2	$t_2, d_2, d_{21}, d_{22}, A_{F2}, I_{F2}$	$E_{F2}, \alpha_{F2}$	$B_{F2}$

**E.1.2 In Anhang E verwendete Symbole**

Die folgenden Symbole gelten für diesen Anhang.

- A* Querschnittsfläche
- B* Gesamtbreite des Elementes
- C* Bemessungswert eines Kriteriums für die Gebrauchstauglichkeit
- D* Gesamthöhe des Elements
- E* Elastizitätsmodul, Bemessungswert der Auswirkung einer Beanspruchung
- F* Kraft, Last
- G* Schubmodul, ständige Beanspruchung
- I* Trägheitsmoment
- L* Stützweite, Abstand
- M* Biegemoment
- N* axiale Druckkraft
- Q* veränderliche Beanspruchung
- R* Widerstand, Reflexionsvermögen ( $R_G$ )
- S* Schubsteifigkeit, charakteristischer Wert einer Beanspruchung
- T* Temperatur
- V* Schubkraft
- d* Höhe eines Deckschichtprofils oder Sicken­tiefe, Kerndicke ( $d_c$ )
- e* Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten, Basis des natürlichen Logarithmus ( $e = 2,718\ 282$ )
- f* Festigkeit, Streckgrenze
- h* Profilhöhe
- k* Parameter (E.4.3.2 Lastaufnahmevermögen des Auflagers), Korrekturfaktor
- n* Anzahl der Stege
- q* Verkehrslast
- s* Steglänge ( $s_{w1}$ )
- t* Dicke des Deckschichtbleches
- v* (Varianz)
- $\alpha$  Wärmeausdehnungskoeffizient
- $\beta$  Parameter (Tabelle E.10.2 Bemessungsgleichungen)

$\phi$	Winkel
$\gamma$	Teil-Sicherheitsbeiwert, Lastfaktor ( $\gamma_F$ )
$\varphi$	Kriechfaktor
$\theta$	Parameter (Tabelle E.10.1 Bemessungsgleichungen)
$\sigma$	Spannung, Druckfestigkeit $\sigma_m$ , Standardabweichung
$\tau$	Schubspannung
$\psi$	Kombinationskoeffizient

### Indizes

C	Kern
F	Deckschicht, Beanspruchung ( $\gamma_F$ )
G	ständige Beanspruchung, Grad
M	Werkstoff ( $\gamma_M$ )
Q	veränderliche Beanspruchung
S	Sandwichanteil des Querschnitts
c	Druck, Kern
d	Bemessung
f	Last
i, j	Index
k	charakteristischer Wert
nom	Nenn-
s	Auflager ( $L_s$ = Auflagerbreite), Oberfläche ( $R_{s,1}$ )
t	Zeit
tol	Toleranz (normativ oder speziell)
0	Ausgangswert
1	äußere Deckschicht, Oberseite
2	innere Deckschicht, Unterseite

## E.2 Allgemeines

Die Bemessungswerte für die Auswirkungen der Beanspruchungen  $E_d$  sind zu berechnen und mit dem Bemessungswert des Widerstandes  $R_d$  oder den zugehörigen Kriterien für die Gebrauchstauglichkeit  $C_d$  zu vergleichen, wobei die jeweiligen Teilsicherheitsbeiwerte für die Werkstoffe  $\gamma_M$  zu berücksichtigen sind.

Durch Berechnung und/oder Prüfung nach den in E.5 bis E.7 angegebenen Verfahren ist der Nachweis zu erbringen, dass die Gleichungen (E.1 bis E.4) erfüllt werden.

$$\text{Grenzzustand der Tragfähigkeit:} \quad E_{ULS;d} \leq R_d \quad (\text{E.1})$$

$$\text{Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit:} \quad E_{SLS;d} \leq C_d \quad (\text{E.2})$$

Dabei ist

$E_{ULS;d}$  und  $E_{SLS;d}$  die Bemessungswerte für die Auswirkungen der Beanspruchungen, d. h.

$E_d$  die Auswirkungen von  $\sum \gamma_f \psi S_{ki}$  (E.3)

$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$  der Bemessungswert des Widerstandes beim Grenzzustand der Tragfähigkeit; (E.4)

$C_d$  der Grenz-Bemessungswert des zutreffenden Kriteriums für die Gebrauchstauglichkeit, angegeben als höchste Bemessungsspannung beim Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit oder Grenzdurchbiegung unter Berücksichtigung des Teilsicherheitsbeiwertes für den Werkstoff für die Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit  $\gamma_M$ ;

$S_{ki}$  die charakteristische Beanspruchung;

$\gamma_f$  der entsprechende Lastbeiwert;

$\psi$  der entsprechende Kombinationsbeiwert;

$\gamma_M$  zugehöriger Materialsicherheitsbeiwert für den Werkstoff;

$R_k$  berechneter oder im Versuch bestimmter Wert des charakteristischen Widerstandes.

ANMERKUNG 1 Die folgenden Verfahren entsprechen den „European Recommendations for Sandwich Panels: Part 1: Design“ (Europäische Empfehlungen für Sandwichelemente — Teil 1: Bemessung) [2] und sind ein Teil der in diesen Empfehlungen angegebenen ausführlicheren Verfahren.

ANMERKUNG 2 Diese Produktnorm betrifft vor allem die Werte  $R_d$  und  $C_d$ . Die Größe der Beanspruchung und Sicherheitsstufen können für jeden Mitgliedsstaat speziell festgelegt sein.

## E.3 Beanspruchungen

### E.3.1 Allgemeines

Die in E.3.2 bis E.3.4 angegebenen Beanspruchungen sind bei den Berechnungen zu berücksichtigen. Sie sind entweder einzeln oder in Kombination unter Verwendung der Kombinationskoeffizienten nach E.5 und E.6 zu betrachten.

### E.3.2 Ständige Beanspruchungen

Die bei der Bemessung zu berücksichtigenden ständigen Beanspruchungen müssen Folgendes einschließen:

- Eigenlast des Elements (berechnet aus den Nennmaßen und den mittleren Dichten);
- Gewicht vorhandener ständiger Einbauteile der Tragwerke und Installationen, die das Element belasten;
- ständig eingeprägte Verformungen, z. B. auf Grund der Temperaturen in Kühlhäusern (berechnet mit Hilfe der für die jeweilige Anwendung entsprechenden Normwerte).

### E.3.3 Veränderliche Beanspruchungen

Sofern zutreffend, müssen die veränderlichen Beanspruchungen Folgendes beinhalten:

- Schnee (quasi-permanente Beanspruchung);
- Verkehrslasten (z. B. durch den Zugang zu Dach oder Decke);
- Windlasten;

- Montagelasten;
- klimatische Einflüsse (z. B. auf Grund einer Temperaturdifferenz zwischen den Deckschichten eines Elements).

Die sich aus der Differenz zwischen der Temperatur an der äußeren Deckschicht  $T_1$  und der Temperatur an der inneren Deckschicht  $T_2$  ergebenden Temperaturgradienten stellen veränderliche Beanspruchungen dar.

ANMERKUNG Enthalten die nationalen Spezifikationen keine Werte für die Temperatur an der äußeren Deckschicht, dürfen für die Temperatur der äußeren Deckschicht die folgenden Werte angesetzt werden:

In Abhängigkeit von der geografischen Breite, der Höhe über dem Meeresspiegel und der Entfernung vom Meer werden auf dem gesamten europäischen Kontinent die folgenden vier Stufen der Winter-Tiefsttemperaturen ( $T_1$ ) verwendet: 0 °C, -10 °C, -20 °C und -30 °C. Die Temperatur der von einer Schneeschicht bedeckten Dachelement-Außendeckschicht beträgt 0 °C.

Die Temperatur  $T_1$  der äußeren Deckschicht hat einen Sommer-Höchstwert, der von der Farbe und dem Reflexionsvermögen der Oberfläche abhängt. Als Mindestwerte für die Berechnungen der Grenzzustände der Tragfähigkeit und als geeignete Werte für die Berechnungen der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit können für  $T_1$  die folgenden Werte angesetzt werden:

- |      |                   |               |                 |
|------|-------------------|---------------|-----------------|
| i)   | sehr helle Farben | $R_G = 75-90$ | $T_1 = +55$ °C; |
| ii)  | helle Farben      | $R_G = 40-74$ | $T_1 = +65$ °C; |
| iii) | dunkle Farben     | $R_G = 8-39$  | $T_1 = +80$ °C. |

Dabei ist

$R_G$  der Reflexionsgrad in Bezug auf Magnesiumoxid = 100 %.

In Sonderfällen darf die Höchsttemperatur einer der Sonne ausgesetzten Deckschicht auf der Grundlage der tatsächlich verwendeten Farbe genauer bestimmt werden.

### E.3.4 Beanspruchungen auf Grund von Langzeiteinwirkungen

Sofern erforderlich, ist das Kriechen des Kernwerkstoffs bei der Bemessung zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Das Kriechen des Kerns kann mit der Zeit zu einer Änderung sowohl der Spannungen als auch der Verformungen führen.

ANMERKUNG 2 Das Kriechen ist lediglich bei Elementen von Bedeutung, die als Dach oder Decke verwendet werden.

## E.4 Widerstand

### E.4.1 Allgemeines

Die für die Bemessung erforderlichen Widerstandswerte sind nach 5.2 zu bestimmen. Zusätzlich können in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung die Verfahren nach E.4.1 und E.4.2 erforderlich sein.

ANMERKUNG Die folgenden charakteristischen Werte für den Widerstand sind erforderlich, um die Bemessung durch Berechnung nach diesem Anhang durchzuführen – siehe Tabelle E.2.

Tabelle E.2 — Charakteristische Widerstandswerte

Charakteristische Widerstandswerte	Abschnitt	Prüfung
Streckgrenze der Deckschichten	5.1.2	
Schubfestigkeit des Kernwerkstoffs	5.2.1.2	A.3 oder A.4
Druckfestigkeit des Kernwerkstoffs (und/oder aufnehmbare Auflagerkräfte)	5.2.1.4	A.2 (A.15)
Schubfestigkeit unter Langzeitbeanspruchung (nur Dach- und Deckenelemente)	5.2.1.5	A.3.6
Knitterspannung (positive oder negative Biegemomentenbeanspruchung) bei normalen oder bei höheren Temperaturen (oder aufnehmbares Biegemoment bei Elementen mit einer oder zwei profilierten Deckschicht(en))	5.2.1.7	A.5 und A.5.5.5
Knitterspannung über einem Mittelaufleger (positive und negative Biegemomentenbeanspruchung, bei normalen und bei höheren Temperaturen), bestimmt aus dem aufnehmbaren Biegemoment (nur bei über zwei oder mehr Stützweiten durchgehenden Elementen)	5.2.1.8	A.7 und A.5.5.5

Zusätzlich ist zum Ausführen der erforderlichen Berechnungen Folgendes zu beachten — siehe Tabelle E.3.

Tabelle E.3 — Zusätzliche Berechnungsanforderungen

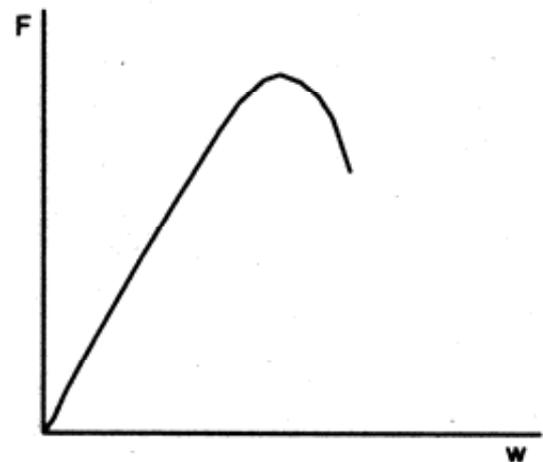
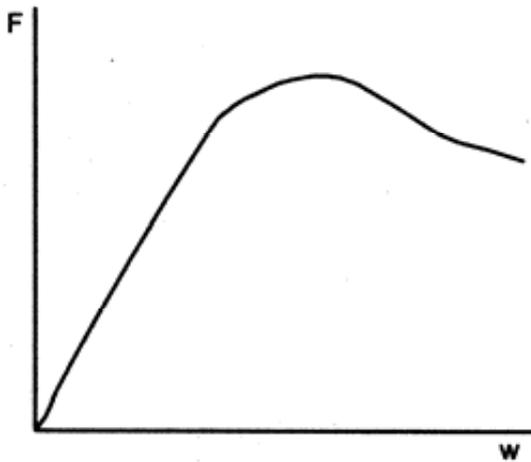
Charakteristische Werte	Abschnitt	Prüfung
Bemessungsdicke der Deckschichten	E.7.3	
Schubmodul des Kernwerkstoffs	5.2.1.2	A.3, A.4 oder A.5.6
Kriechfaktoren (nur bei Dach- und Deckenelementen)	5.2.1.3	A.6

Der Vergleich der Bemessungswerte der Beanspruchungen und der Bemessungswerte des Widerstandes nach E.2 wird üblicherweise in Form von Spannungen durchgeführt, die aus den resultierenden Spannungen nach E.7.2.5 und E.7.2.6 bestimmt werden. Die Bestimmung der Druckfestigkeit (Knitterspannung) einer profilierten Deckschicht aus dem aufnehmbaren Biegemoment des Elements erfordert eine Berechnung mit den Gleichungen nach E.7.5.2 (Tabelle E.10.2).

#### E.4.2 Rest-Biegetragfähigkeit an einem Zwischenaufleger

Entspricht die nach A.7 bestimmte Last-Durchbiegungs-Kurve der in Bild E.2 a) dargestellten Kurve, so entspricht das Erreichen des maximalen Biegemoments an einem Mittelaufleger einem Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit. Darüber hinaus ist, falls dies berücksichtigt werden soll, ein von null verschiedenes Restmoment zu bestimmen und in die Berechnungen beim Grenzzustand der Tragfähigkeit einzubeziehen. Fällt die Last-Durchbiegungs-Kurve plötzlich ab, wie in Bild E.2 b) dargestellt, ist das Erreichen des maximalen Biegemoments an einem Mittelaufleger als Grenzzustand der Tragfähigkeit anzusehen.

Ein geeigneter Wert für das von null verschiedene Restmoment  $M_{rest}$  ist mit Hilfe einer Last-Durchbiegungs-Kurve vom Typ (a) zu bestimmen, indem die elastische Komponente der Durchbiegung subtrahiert und  $M_{rest}$  als das Moment auf dem einer „Fließgelenk“-Drehung um  $3^\circ$  entsprechenden abfallenden Teil der Kurve gewählt wird.



### Legende

$F$  Last  
 $w$  Durchbiegung

**Bild E.2 a) — Last-Durchbiegungs-Kurve  
 (allmähliches Versagen mit langem Abfall)**

**Bild E.2 b) — Last-Durchbiegungs-Kurve  
 (plötzliches Versagen mit raschem Lastverlust)**

ANMERKUNG Die Rest-Biegetragfähigkeit darf durch Berücksichtigung der Verminderung des höchsten Auflagermoments bei einer „Fließgelenk“-Drehung um 3° beurteilt werden. Beträgt diese Verminderung mehr als 40 % des größten erreichten Moments, darf dies als „plötzliches Versagen“ betrachtet werden, wobei das Restmoment mit null angenommen werden sollte.

## E.4.3 Aufnehmbare Auflagerkraft am Endauflager

### E.4.3.1 Allgemeines

Die aufnehmbare Auflagerkraft am Ende eines Elements mit ebener oder leicht profilierter Deckschicht im Bereich der Auflagerfläche ist entweder durch Berechnung nach E.4.3.2 oder mit Versuchen an der vollen Elementbreite nach A.15.5 zu bestimmen.

Die aufnehmbare Auflagerkraft an einem Mittelaflager ist durch Berechnung nach E.4.3.2 zu bestimmen.

### E.4.3.2 Berechnung der aufnehmbaren Auflagerkraft

Die aufnehmbare Auflagerkraft an einem Endauflager ist gegeben durch Gleichung (E.5):

$$F_{R1} = B \times (L_S + 0,5 \times k \times e) \times f_{Cc} \quad (\text{E.5})$$

Die aufnehmbare Auflagerkraft an einem Mittelaflager ist gegeben durch Gleichung (E.6):

$$F_{R2} = B \times (L_S + k \times e) \times f_{Cc} \quad (\text{E.6})$$

Dabei ist

- $B$  Elementbreite;
- $L_S$  Auflagerbreite;
- $e$  Abstand zwischen den Schwerlinien der Deckschichten;
- $f_{Cc}$  nach der Erstprüfung deklarierter Wert der Druckfestigkeit;
- $k$  Lastverteilungsfaktor.

$k$  ist entweder durch Prüfung nach A.15.5 zu bestimmen, oder es sind die folgenden Werte zu verwenden:

- für Kunststoff-Hartschäume und Schaumglas-Kerne mit  $e < 100$  mm,  $k = 0,5$ ;
- für Kunststoff-Hartschäume und Schaumglas-Kerne mit  $e \geq 100$  mm,  $k = 0,5$ , mit  $e = 100$  mm in Gleichungen (E.4) und (E.5);
- in allen sonstigen Fällen,  $k = 0$ .

## **E.5 Kombinationsregeln**

### **E.5.1 Allgemeines**

Die Grundsätze, nach denen die relevanten Beanspruchungskombinationen mit den entsprechenden Widerständen zu vergleichen sind, um ein angemessenes Sicherheitsniveau sowohl im Grenzzustand der Tragfähigkeit als auch im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu erhalten, müssen E.5.2 bis E.5.5 entsprechen.

Die Grundsätze und Verfahren in diesem Abschnitt entsprechen EN 1990. Die empfohlenen Werte der Kombinationskoeffizienten und Teilsicherheitsbeiwerte für die Werkstoffe sind jedoch speziell für Sandwichelemente vorgesehen und spiegeln die besonderen Merkmale dieses Produkts wider, insbesondere die erhöhte Bedeutung von durch die Temperatur verursachten Spannungen und Durchbiegungen, die potenziell stark variable Natur der durch die Eigenschaften des Kernwerkstoffs beeinflussten Merkmale und den Einfluss des Kriechens.

**ANMERKUNG 1** Die für einen beliebigen dieser Faktoren nach nationalen gesetzlichen Anforderungen bestimmten Werte dürfen verwendet werden, vorausgesetzt, für diese wurde formal erklärt, dass sie für Sandwichelemente geeignet sind.

**ANMERKUNG 2** Häufig stellt die Temperatur den dominierenden Lastfall dar und kann stärkere Spannungen und/oder Durchbiegungen verursachen als Wind, Schnee oder aufgebrachte Lasten.

### **E.5.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit**

Der Grenzzustand der Tragfähigkeit, der der maximalen Tragfähigkeit des Elements entspricht, wird durch die kritischsten der nachfolgend aufgeführten – einzeln oder in Kombination vorliegenden – Versagensarten bestimmt:

- Fließen einer Deckschicht des Elements mit daraus resultierendem Versagen;
- Knittern (örtliches Beulen) einer Deckschicht des Elements mit daraus resultierendem Versagen;
- Schubversagen des Kerns;
- Versagen des Verbundes zwischen Deckschicht und Kern;
- Schubversagen einer profilierten Deckschicht;
- Druckversagen des Kerns an einem Auflager;
- Versagen der Elemente an den Punkten, an denen sie an der Unterkonstruktion befestigt sind.

### E.5.3 Kombination der Einwirkungen durch Beanspruchungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Für jeden Lastfall ist der Bemessungswert für die Einwirkungen durch Beanspruchungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit durch Summieren der Einwirkungen der einzelnen Beanspruchungen zu bestimmen, die mit deren entsprechenden Lastfaktoren und Kombinationskoeffizienten nach Tabelle E.4 multipliziert wurden.

**Tabelle E.4 — Bemessungswerte für Beanspruchungseinwirkungen zur Verwendung bei Beanspruchungskombinationen im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach EN 1990**

Ständige Beanspruchungen $G_d$ (Eigenlast usw.)	Veränderliche Beanspruchungen $Q_d$	
	Dominierende mit ihrem charakteristischen Wert	Sonstige, zusammen mit ihrem Kombinationswert
$\gamma_G \times G_k$	$\gamma_{Q1} \times Q_{k1}$	$\gamma_{Qi} \times \psi_{0i} \times Q_{ki}$

Die Bemessungswerte nach Tabelle E.2 sind wie folgt mit Gleichung (E.7) zu kombinieren:

$$S_d = \gamma_G G_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki} \quad (\text{E.7})$$

Dabei ist

$G_k$  der charakteristische Wert der ständigen Beanspruchung;

$Q_{k1}$  der charakteristische Wert der dominierenden veränderlichen Beanspruchung;

$Q_{ki}$  der charakteristische Wert der nicht dominierenden veränderlichen Beanspruchung  $i$  ( $i > 1$ );

$\gamma_G$  der Teilsicherheitsbeiwert für die ständige Beanspruchung;

$\gamma_{Qi}$  der Teilsicherheitsbeiwert für die veränderliche Beanspruchung  $i$ ;

$\psi_{0i}$  der Kombinationskoeffizient einer veränderlichen Beanspruchung  $i$  (siehe Tabelle E.6).

### E.5.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit muss die ordnungsgemäße Funktion der Elemente bei Beanspruchung durch die Gebrauchslasten sicherstellen. Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist durch einen der folgenden Zustände charakterisiert:

- Fließen einer Deckschicht des Elements ohne daraus resultierendes Versagen;
- Knittern (örtliches Beulen) einer Deckschicht des Elements ohne daraus resultierendes Versagen;
- Schubversagen des Kerns;
- Versagen des Verbundes zwischen Deckschicht und Kern;
- Erreichen einer festgelegten Durchbiegungsgrenze.

ANMERKUNG Liegen keine sonstigen Angaben aus nationalen Normen vor, dürfen die folgenden Richtwerte für die Durchbiegungsgrenzen verwendet werden:

Dächer und Unterdecken	—	Kurzzeit-Belastung	Stützweite/200
	—	Langzeit-Belastung (einschließlich Kriechen)	Stützweite/100
Wände			Stützweite/100

### E.5.5 Kombination der Einwirkungen durch Beanspruchungen in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit

Für jeden Lastfall ist der Bemessungswert für die Einwirkungen durch Beanspruchungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit durch Summieren der Einwirkungen der einzelnen Beanspruchungen zu bestimmen, die mit deren entsprechenden Lastfaktoren und Kombinationskoeffizienten nach Tabelle E.5 multipliziert wurden.

Für den Nachweis des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit sind sowohl die Spannungen als auch die Durchbiegungen zu berücksichtigen.

Die erste (selten auftretende) Kombination ist anzuwenden, um sicherzustellen, dass im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit keine sichtbaren Schäden am Element auftreten.

ANMERKUNG Zu diesem Zweck reicht es üblicherweise aus zu überprüfen, dass die druckbeanspruchte Deckschicht an einem Mittelaufleger nicht knittert oder fließt.

Die zweite (häufig auftretende) Kombination ist zur Überprüfung der Durchbiegungen anzuwenden.

Falls nicht anders festgelegt, sind die Lastfaktoren  $\gamma_G$  und  $\gamma_Q$  gleich 1,0 zu setzen.

**Tabelle E.5 — Bemessungswerte für Auswirkungen durch Beanspruchungen zur Verwendung bei Beanspruchungskombinationen in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit**

Kombination	Ständige Beanspruchungen $G_d$	Veränderliche Beanspruchungen $Q_d$	
		Dominierende	Sonstige
Charakteristisch (selten)	$G_k$	$Q_{k1}$	$\psi_{0i} \times Q_{ki}$
Häufig	$G_k$	$\psi_{11} \times Q_{k1}$	$\psi_{0i} \times \psi_{1i} \times Q_{ki}$

a) Charakteristische (selten auftretende) Kombination (für den Widerstand an Mittelauflagern) nach Gleichung (E.8):

$$S_d = \sum_{j \geq 1} G_{kj} + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} Q_{ki} \tag{E.8}$$

b) Häufig auftretende Kombination (für Durchbiegungen) nach Gleichung (E.9):

$$S_d = \sum_{j \geq 1} G_{kj} + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} \psi_{1i} Q_{ki} \tag{E.9}$$

Dabei ist

- $\psi_{0i}$  Kombinationskoeffizient einer veränderlichen Beanspruchung  $i$  ( $i > 1$ ), der bei charakteristischen Kombinationen zu verwenden ist;
- $\psi_{11}$  Kombinationskoeffizient der Beanspruchungseinwirkung durch die dominierende Beanspruchung  $Q_{k1}$ , der bei häufig auftretenden Kombinationen zu verwenden ist;
- $\psi_{1i}$  Kombinationskoeffizient der Beanspruchungseinwirkung der sonstigen Beanspruchungen  $Q_{ki}$  ( $i > 1$ ), der bei häufig auftretenden Kombinationen zu verwenden ist.

Werte für die Kombinationskoeffizienten  $\psi_{0i}$  und  $\psi_{1i}$  müssen Tabelle E.6 entsprechen.

## E.6 Kombinationskoeffizienten und Sicherheitsbeiwerte

### E.6.1 Kombinationskoeffizient

Die Werte der Kombinationskoeffizienten  $\psi_0$  und  $\psi_1$  nach E.5.3 und E.5.5 müssen Tabelle E.6 entsprechen, sofern sie nicht vollständig oder teilweise in nationalen gesetzlichen Anforderungen zu Sandwichelementen angegeben sind (Tabelle E.7). Es ist nicht zulässig, den Kombinationsbeiwert der Temperatur unberücksichtigt zu lassen, wenn in den nationalen gesetzlichen Anforderungen kein entsprechender Wert angegeben ist.

Tabelle E.6 — Werte der Kombinationskoeffizienten  $\psi_0$  und  $\psi_1$

Kombinationskoeffizienten	Faktoren		
	Schnee	Wind	Temperatur
$\psi_0$	0,6	0,6	0,6/1,0 <sup>a</sup>
$\psi_1$	0,75/1,0 <sup>b</sup>	0,75/1,0 <sup>b</sup>	1,0

<sup>a</sup> Der Koeffizient  $\psi_0 = 1,0$  wird verwendet, wenn die Wintertemperatur  $T_1 = 0$  °C mit Schnee kombiniert ist.

<sup>b</sup> Der für Schnee und Wind geltende Koeffizient  $\psi_1 = 0,75$  wird verwendet, wenn die Kombination Beanspruchungseinwirkungen von zwei oder mehr veränderlichen Beanspruchungen enthält; der für Schnee und Wind geltende Koeffizient  $\psi_1 = 1,0$  wird verwendet, wenn in der Kombination nur eine einzelne, die veränderlichen Beanspruchungen repräsentierende Beanspruchungseinwirkung vorkommt, die entweder ausschließlich von der Schneelast oder ausschließlich von der Windlast verursacht wird.

ANMERKUNG Tabelle E.6 sollte in Verbindung mit Tabelle E.8 gelesen werden.

Alternativ zu den Werten in Tabelle E.6 dürfen die EN 1990 entsprechenden Werte der Tabelle E.7 verwendet werden, sofern dies durch nationale gesetzliche Anforderungen gefordert wird.

Tabelle E.7 — Alternative Werte der Kombinationskoeffizienten  $\psi_0$  und  $\psi_1$

Kombinationskoeffizienten	Faktoren		
	Schnee	Wind	Temperatur
$\psi_0$	0,5 oder 0,7 <sup>a</sup>	0,6	0,6
$\psi_1$	0,2 oder 0,5 <sup>a</sup>	0,2	0,5

<sup>a</sup> Die höheren Werte für die Schnee-Lastfaktoren gelten für Finnland, Island, Norwegen und Schweden (siehe EN 1991-1-3) sowie in den übrigen CEN-Mitgliedsstaaten an Orten mit einer Höhe über dem Meeresspiegel von mehr als 1 000 Meter.

### E.6.2 Lastfaktoren

Sofern in den nationalen gesetzlichen Anforderungen nichts anderes festgelegt ist, sind die Werte der Lastfaktoren  $\gamma_F$  nach Tabelle E.8 zu verwenden. Es ist nicht zulässig, die Temperaturbeanspruchung unberücksichtigt zu lassen, sofern in den nationalen gesetzlichen Anforderungen kein entsprechender Lastfaktor angegeben ist. Der in Klammern angegebene Faktor für die ständigen Beanspruchungen ist zu verwenden, wenn die entsprechende Belastungseinwirkung entlastend ist.

Tabelle E.8 — Lastfaktoren  $\gamma_F$

Beanspruchungen	Grenzzustand	
	Grenzzustand der Tragfähigkeit	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
Dauerhafte Beanspruchungen $G$	1,35 (1,00)	1,00
Veränderliche Beanspruchungen	1,50	1,00
Temperaturbeanspruchungen	1,50 <sup>a</sup>	1,00
Kriecheffekt	1,00	1,00

<sup>a</sup> Der Wert der Temperaturbeanspruchungen darf durch 1,35 ersetzt werden, sofern die im Einsatzland des Elements gültigen Rechtsvorschriften dies fordern.

### E.6.3 Material-Sicherheitsbeiwerte

#### E.6.3.1 Allgemeines

Die werkstoffbezogenen Sicherheitsbeiwerte  $\gamma_M$  müssen die Variabilität der mechanischen Eigenschaften von Sandwichelementen widerspiegeln, wie sie durch die Ergebnisse der Erstprüfung und der werkseigenen Produktionskontrolle angegeben werden. Unter E.6.3.2 und E.6.3.3 werden zwei alternative Vorgehensweisen gemeinsam mit den Richtwerten angegeben; sie sind anzuwenden, sofern in den jeweiligen nationalen gesetzlichen Anforderungen keine entsprechenden Werte angegeben sind.

In jedem Fall ist es erforderlich, die „Varianz“  $\nu$  der entsprechenden Versuchsergebnisse zu bestimmen. Anfangs muss  $\nu$  auf der Erstprüfung einer einzelnen Produktcharge beruhen. Anschließend ist der bei der Bemessung verwendete Wert für  $\nu$  gegenüber den Ergebnissen der werkseigenen Produktionskontrollen zu überprüfen, und die werkstoffbezogenen Sicherheitsbeiwerte sind entsprechend zu aktualisieren.

### E.6.3.2 Bestimmung von $\gamma_M$

Die werkstoffbezogenen Sicherheitsbeiwerte  $\gamma_M$  für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sind nach EN 1990 zu bestimmen. Die folgenden Gleichungen dürfen angewendet werden:

Für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (E.10):

$$\gamma_M = 1,05 e^{(0,8 \times 4,7 - 1,645) \nu} = 1,05 e^{2,115 \nu} \quad (\text{E.10})$$

Für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (E.11):

$$\gamma_M = 1,0 e^{(0,8 \times 3,0 - 1,645) \nu} = 1,0 e^{0,755 \nu} \quad (\text{E.11})$$

Dabei ist

$\nu$  die Varianz von  $L_n(x)$ ;

$x$  die Grundgesamtheit der Prüfergebnisse (siehe E.6.3.1).

ANMERKUNG Die in Tabelle E.9 angegebenen werkstoffbezogenen Sicherheitsbeiwerte  $\gamma_M$  für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit stellen Beispiele für Werte dar, die für ein Produkt mit den dargestellten (relativ geringen) Varianzwerten der Eigenschaften erhalten werden können.

**Tabelle E.9 — Werkstoffbezogene Sicherheitsbeiwerte  $\gamma_M$**

Eigenschaft, für die $\gamma_M$ gilt	Grenzzustand	
	Grenzzustand der Tragfähigkeit	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
Fließen einer Metaldeckschicht	1,1	1,0
Knittern einer Metaldeckschicht im Feld ( $\nu \leq 0,09$ )	1,25	1,1
Knittern einer Metaldeckschicht an einem Mittelaufleger (Interaktion mit der Auflagerreaktion)	1,25 <sup>a</sup>	1,1
Schubversagen des Kerns ( $\nu \leq 0,16$ )	1,5	1,1
Schubversagen einer profilierten Deckschicht	1,1	1,0
Druckversagen des Kerns ( $\nu \leq 0,13$ )	1,4	1,1
Aufnehmbare Auflagerkraft des Auflagers einer profilierten Deckschicht	1,1	1,0
Versagen eines Befestigungsmittels	1,33 <sup>b</sup>	1,0 <sup>b</sup>
Versagen eines Bauteils an einer Fuge	1,33 <sup>b</sup>	1,0 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Der Material-Sicherheitsbeiwert für das Knittern im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist erforderlich, wenn die Bemessung auf einer elastischen Tragwerksberechnung beruht oder wenn in einer auf einer Berechnung nach dem Traglastverfahren beruhenden Bemessung eine von null verschiedene Biegetragfähigkeit an den Mittelauflägern angesetzt wird.

<sup>b</sup> Beruht der charakteristische Wert der Festigkeit eines Befestigungsmittels nicht auf einer Anzahl von Versuchen, die ausreicht, um einen statistisch zuverlässigen Wert zu erhalten, sind höhere werkstoffbezogene Sicherheitsbeiwerte anzusetzen.

## E.7 Berechnung der Beanspruchungseinwirkungen

### E.7.1 Allgemeines

Bei der Bestimmung der resultierenden inneren Spannungen und Durchbiegungen ist die Nachgiebigkeit des Kerns zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck ist ein konstanter Wert für den Schubmodul des Kerns zu verwenden, der einem Mittelwert bei normaler Raumtemperatur (20 °C) entspricht. Die resultierenden Spannungen sind dann nach den in E.7.2 angegebenen Verfahren zu bestimmen.

### E.7.2 Berechnungsverfahren

#### E.7.2.1 Allgemeines

Es ist eines der folgenden Bemessungsverfahren anzuwenden:

- elastische Tragwerksberechnung;
- Berechnung nach dem Traglastverfahren.

Die elastische Tragwerksberechnung muss für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und darf für den Grenzzustand der Tragfähigkeit angewendet werden.

Die Berechnung nach dem Traglastverfahren darf nur für den Grenzzustand der Tragfähigkeit angewendet werden und ist immer dann anzuwenden, wenn die Bemessung durch Biegespannungen an einem Mittelaufleger geregelt wird. Die Berechnung nach dem Traglastverfahren darf nicht angewendet werden, wenn die erste Versagensart ein Schubversagen des Kerns ist, es sei denn, der Kernwerkstoff verfügt bei plastischer Verformung über eine angemessene Schubfestigkeit.

#### E.7.2.2 Elastische Tragwerksberechnung

Die Beanspruchungseinwirkungen  $S$  (Biegemomente, Normal- und Schubkräfte), die sich aus der Kombination aller auf die Sandwichelemente einwirkenden Beanspruchungen ergeben, sind unter Berücksichtigung der Nachgiebigkeit des Kernwerkstoffs infolge Schub zu ermitteln.

Gleichungen für einige häufig auftretende Fälle sind enthalten in:

- E.7.4 für Elemente mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten;
- E.7.5 für Elemente mit profilierten Deckschichten.

#### E.7.2.3 Berechnung nach dem Traglastverfahren

Die Biegemomentverteilung im Grenzzustand in einem durchgehenden Sandwichelement darf willkürlich gewählt werden, vorausgesetzt, die resultierenden inneren Spannungen befinden sich im Gleichgewicht mit den Beanspruchungen, die mindestens gleich der ungünstigsten Kombination faktorierter Beanspruchungen sein müssen, und vorausgesetzt, die resultierenden inneren Spannungen überschreiten bei plastischer Verformung an keiner Stelle die Querschnittsfestigkeit.

**ANMERKUNG** Für die Berechnungen nach dem Traglastverfahren im Grenzzustand der Tragfähigkeit darf ein durchgehendes Mehrfeld-Sandwichelement durch eine Reihe von Einfeld-Elementen ersetzt werden, deren Biegetragfähigkeit an den Mittelauflägern gleich null ist. In diesem Berechnungsmodell mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten sind die Spannungen infolge Temperaturbeanspruchung gleich null.

Als Alternative hierzu gestattet es das Prüfverfahren nach E.4.2, ein von null verschiedenes Restmoment an einem Mittelaufleger zu bestimmen. Die Biegemomente an Mittelauflägern im Grenzzustand der Tragfähigkeit dürfen so gewählt werden, dass sie höchstens gleich dem auf diese Weise ermittelten und um einen werkstoffbezogenen Sicherheitsbeiwert nach Tabelle E.9 verminderten plastischen Widerstandsmoment sind.

#### E.7.2.4 Allgemeine bauliche Grundsätze

Es ist vorauszusetzen, dass, mit Ausnahme der Fälle, in denen bei der Berechnung nach dem Traglastverfahren „Fließgelenke“ angenommen werden, für den betrachteten Verformungsbereich die Werkstoffe des Kerns und der Deckschichten linear elastisch bleiben. Es ist außerdem vorauszusetzen, dass die Dehnungssteifigkeit des Kerns im Vergleich zu der der Deckschichten so klein ist, dass der Einfluss von in Längsrichtung wirkenden Normalspannungen im Kern vernachlässigt werden darf. Die Tragfähigkeit eines Sandwichelements ist nun in zwei Anteile zu unterteilen (siehe Bilder E.3 und E.4):

a) Für Biegemomente:

- in einen Momenten-Anteil  $M_F$  in den Metalldeckschichten und einen Momenten-Anteil  $M_S$  (Sandwichteil), die sich aus den Normalkräften  $N_{F1}$  und  $N_{F2}$  in den Deckschichten, multipliziert mit dem Abstand zwischen den Schwerpunkten  $e$ , ergeben.

b) Für Schubkräfte:

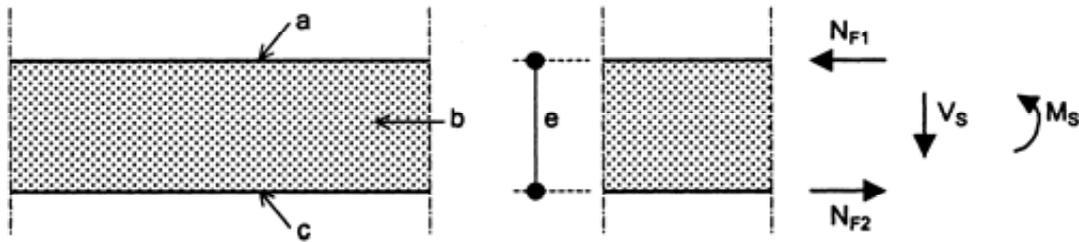
- in einen Anteil  $V_F$  der Schubkraft in den Deckschichten und einen Anteil  $V_S$  der Schubkraft im Sandwichteil des Abschnitts.

Sind die Deckschichten eines Sandwichelements dünn und eben oder leicht profiliert, ist die Biegesteifigkeit der Deckschichten ( $B_{F1} = E_{F1} \cdot I_{F1}$ ,  $B_{F2} = E_{F2} \cdot I_{F1}$ ) klein, und ihr Einfluss auf die Spannungsverteilungen und Durchbiegungen des Elements kann vernachlässigt werden; in diesem Fall ist die Biegesteifigkeit der Deckschichten in der Berechnung zu vernachlässigen ( $B_{F1} = B_{F2} = 0$ ), und die Berechnungen sind ausschließlich auf der Grundlage der Schnittgrößen  $M_S = e \times N_{F1} = e \times N_{F2}$  und  $V_S$  durchzuführen (siehe Bilder E.3 und E.4 sowie die Gleichungen (E.12) und (E.15)).

**ANMERKUNG 1** Die Normalkräfte  $N_{F1}$  und  $N_{F2}$  verursachen eine gleichförmige Druck- und Zugspannungsverteilung bei den äußeren und inneren Deckschichten, während die Biegemomente  $M_{F1}$  und  $M_{F2}$  zu Normalspannungen führen, die über die Höhe der Deckschichten linear verteilt sind. Örtliches Ausbeulen eines mit Druck beaufschlagten Deckschichtprofil-Stege führt zu einer nichtlinearen Normalspannungsverteilung in der Deckschicht.

**ANMERKUNG 2** Die Schubkraft  $V_S$  verursacht eine über die Kerndicke konstante Schubspannungsverteilung  $\tau_C$ , sofern die Druck- und Zugsteifigkeit der Kernwerkstoffschicht in Längsrichtung des Sandwichelements vernachlässigt wird. Die Schubkräfte  $V_{F1}$  und  $V_{F2}$  verursachen Schubspannungen  $\tau_{F1}$  und  $\tau_{F2}$  in den Deckschichten ohne Verminderung der Biegesteifigkeit.

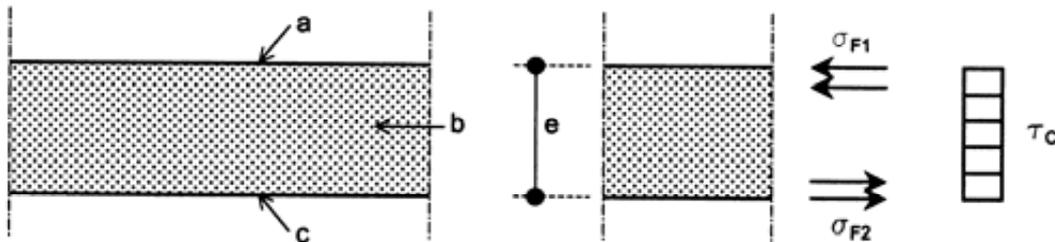
Es ist vorauszusetzen, dass diese Schubspannungen  $\tau_{F1}$  und  $\tau_{F2}$  über die Höhe der Stege von Metalldeckschichtprofilen konstant bleiben (siehe Bild E.6 sowie Gleichung (E.16)).



**Legende**

- a Deckschicht 1
- b Kern
- c Deckschicht 2

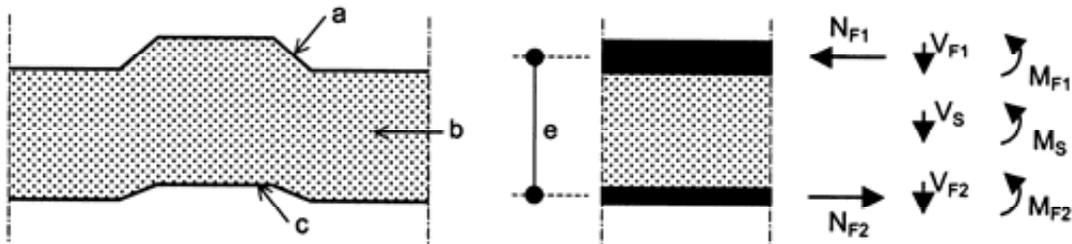
**Bild E.3 — Resultierende Schnittgrößen in einem Sandwichelement mit dünnen (ebenen oder leicht profilierten) Deckschichten**



**Legende**

Wie bei Bild E.3

**Bild E.4 — Spannungsverteilung über den Querschnitt eines Sandwichelements mit dünnen Deckschichten**

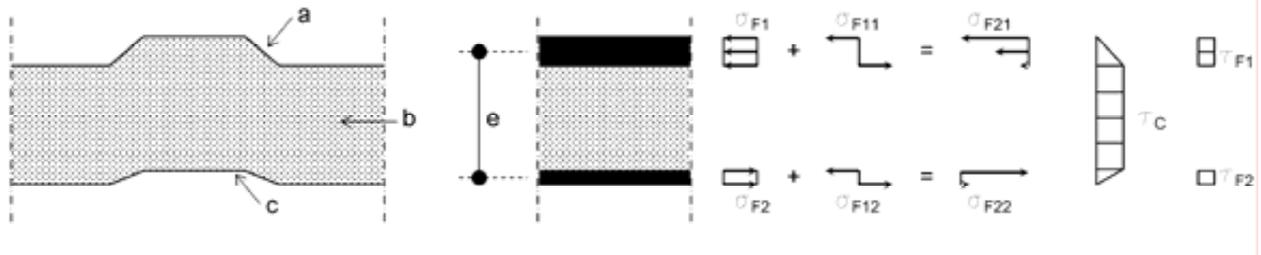


**Legende**

Wie bei Bild E.3

**Bild E.5 — Resultierende Schnittgrößen in einem Sandwichelement mit profilierten Deckschichten**

Bei Elementen, bei denen eine oder beide (dicke(n)) Deckschicht(en) profiliert ist/sind, darf die Biegesteifigkeit der Deckschichten nicht vernachlässigt werden ( $B_{F1} + B_{F2} \neq 0$ ). Die Schnittgrößen im Querschnitt müssen  $M = M_S + M_{F1} + M_{F2}$  und  $V = V_S + V_{F1} + V_{F2}$  sein (siehe Bilder E.5 und E.6 und Gleichungen (E.13), (E.15) und (E.16)).

**Legende**

Wie bei Bild E.3

**Bild E.6 — Spannungsverteilung über den Querschnitt eines Sandwichelements mit profilierten Deckschichten**

**E.7.2.5 Biegespannungen**

Nach Durchführung einer geeigneten Berechnung nach E.7.2, E.7.3 und E.7.4 sind die Biegespannungen in den Deckschichten nach (E.12) bis (E.14) zu bestimmen:

$$\sigma_{F1} = -\frac{N_{F1}}{A_{F1}} = -\frac{M_S}{e A_{F1}}, \quad \sigma_{F2} = \frac{N_{F2}}{A_{F2}} = \frac{M_S}{e A_{F2}} \quad (\text{E.12 a, b})$$

$$\sigma_{F11} = \sigma_{F1} - \frac{M_{F1}}{I_{F1}} d_{11}, \quad \sigma_{F12} = \sigma_{F1} + \frac{M_{F1}}{I_{F1}} d_{12} \quad (\text{E.13 a, b})$$

$$\sigma_{F21} = \sigma_{F2} - \frac{M_{F2}}{I_{F2}} d_{21}, \quad \sigma_{F22} = \sigma_{F2} + \frac{M_{F2}}{I_{F2}} d_{22} \quad (\text{E.14 a, b})$$

Dabei ist

$A_{F1}$  und  $A_{F2}$  die Querschnittsflächen der Deckschichten;

$I_{F1}$ ,  $I_{F2}$  die Flächenträgheitsmomente der Deckschichten;

weitere Symbole sind in Bild E.1 und den Bildern E.3 bis E.6 definiert.

**E.7.2.6 Schubspannungen**

Nach Durchführung einer geeigneten Berechnung nach E.7.2, E.7.3 und E.7.4 sind die Schubspannungen im Kern bzw. in den Deckschichten nach (E.15) und (E.16) zu bestimmen:

$$\tau_C = \frac{V_S}{e B} \quad (\text{E.15})$$

$$\tau_{F1} = \frac{V_{F1}}{n_1 s_{w1} t_1}, \quad \tau_{F2} = \frac{V_{F2}}{n_2 s_{w2} t_2} \quad (\text{E.16 a, b})$$

Dabei ist

$s_{w1}$  und  $s_{w2}$  Längen der Stege der profilierten Deckschichten;

$n_1$  und  $n_2$  Anzahl der Stege in den profilierten Deckschichten des Elements.

### E.7.2.7 Auflagerreaktionen

Die Beanspruchungen an Mittel- und Endauflagern sind durch Versuche oder Berechnung nach E.7.3 zu bestimmen.

### E.7.3 Statisches System, Geometrie und Dicke

Das bei der Berechnung von Sandwichelementen angewendete statische System muss der Anzahl und Anordnung der Auflager in der praktischen Anwendung sowohl für Auflast als auch für abhebende Lasten entsprechen. Die Stützweiten werden als die Abstände zwischen den Mittellinien der Auflager festgelegt. Bei Sandwichelementen wird üblicherweise davon ausgegangen, dass sie sich auf den Auflagern ohne Einspannung drehen und axial bewegen können, was den Bedingungen „einfacher“ Auflagerung zwischen Sandwichelement und Auflager entspricht. Wird in den Bemessungsberechnungen von einer teilweisen oder vollständigen Einspannung gegenüber der freien Verdrehung auf den Auflagern ausgegangen, muss die Gültigkeit dieser Annahme experimentell nachgewiesen werden.

Maße, die für das statische Verhalten und den Widerstand von Bedeutung sind, wie z. B. die Höhe und die Breite sowie die Maße der Deckschichtprofile, müssen den tatsächlichen Maßen des betreffenden Sandwichelement-Produkts entsprechen. Werden in den Berechnungen die Nennmaße verwendet, müssen die tatsächlichen Maße innerhalb der Grenzabmaße nach 5.2.5 den in den Berechnungen verwendeten Maßen entsprechen.

Die Bemessungsdicke eines als Deckschicht verwendeten Stahlblechs ist mit  $t_d = t_{\text{nom}} - t_{\text{zinc}} - 0,5 t_{\text{tol}}$  anzunehmen, wobei  $t_{\text{nom}}$  die Nenndicke des Stahlblechs,  $t_{\text{zinc}}$  die Gesamtdicke der Zinkschichten (oder eines vergleichbaren Schutzüberzugs) und  $t_{\text{tol}}$  die Normalfall- oder Sonderfall-Toleranz nach EN 10143 ist. Die Bemessungsdicke anderer Metalldeckschichtbleche, wie z. B. aus Aluminium, nichtrostendem Stahl oder Kupfer, ist so zu bestimmen, dass sie statistisch zuverlässige Mindestwerte der Dicke repräsentiert. Für diese Werkstoffe ist die Bemessungsdicke mit  $t_d = t_{\text{nom}} - 0,5 t_{\text{tol}}$  anzunehmen. In allen in dieser Europäischen Norm angegebenen Gleichungen wird die Bemessungsdicke mit  $t$  bezeichnet.

### E.7.4 Sandwichelemente mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten

#### E.7.4.1 Allgemeines

Bei Sandwichelementen mit ebenen oder nur leicht profilierten Deckschichten ist die Biegesteifigkeit der Deckschichten im Vergleich zur Biegesteifigkeit des Sandwichteils des Querschnitts zu vernachlässigen. Die resultierenden Schnittgrößen dürfen nicht in einzelne Anteile zerlegt werden.

ANMERKUNG Das Gesamtbiegemoment wird durch Normalkräfte in den Deckschichten und die Gesamtschubkraft durch Schubspannungen in dem Kern übertragen.

#### E.7.4.2 Einfeld-Elemente

Das statische Verhalten von Einfeld-Sandwichelementen ist durch die Gleichungen nach Tabelle E.10.1 für die von einer gleichförmig verteilten Last und einer Temperaturdifferenz verursachten Schnittgrößen und Durchbiegungen dargestellt (Schnittgrößen je Breitereinheit).

#### E.7.4.3 Durchlaufende Mehrfeld-Elemente

ANMERKUNG Bei durchlaufenden Sandwichelementen (Mehrfeld-Elementen) führt die Schubweichheit des Kerns zu geringeren Momenten an den Mittelauflagern, als sie sich bei einem schubsteifen Verbund zwischen den Deckschichten ergeben würden.

Das statische Verhalten von durchgehenden Sandwichelementen kann durch die Gleichungen nach Tabelle E.10.1 für das Biegemoment, die Auflagerreaktion und die Schubkraft an dem Mittelaflager sowie die Durchbiegung in den Feldern erfasst werden, die durch eine gleichförmig verteilte Last und eine Temperaturdifferenz an einem durchgehenden Zweifeld- oder Dreifeld-Element verursacht werden (resultierende Spannungen je Breitereinheit).

## E.7.5 Sandwichelemente mit stark profilierten Deckschichten

### E.7.5.1 Allgemeines

ANMERKUNG Wenn die Biegesteifigkeit einer Deckschicht in einem Sandwichelement nicht vernachlässigt werden kann, ist zusätzlich zu jeder gegebenenfalls vorhandenen statischen Unbestimmtheit des Gesamttragwerks das Element selbst statisch unbestimmt.

Explizite Lösungen für einige einfache Fälle werden in den Literaturangaben angegeben, im Allgemeinen sind jedoch numerische Berechnungsverfahren, z. B. die Methode finiter Elemente, anzuwenden.

### E.7.5.2 Einfeld-Elemente

Lösungen für ein einfaches gespanntes Sandwichelement mit stark profilierten Deckschichten oder Deckschichten mit großer Werkstoffdicke, das durch eine gleichförmig verteilte Last oder eine Temperaturdifferenz beansprucht wird, sind Tabelle E.10.2 zu entnehmen. Die Schnittgrößen sind je Breitereinheit festgelegt.

### E.7.5.3 Durchgehende Mehrfeld-Elemente

Die Bemessung von Mehrfeld-Sandwichelementen mit profilierten (dicken) Deckschichten ist entweder durch Berechnung (siehe Anmerkung 2) oder Versuche durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Die Schnittgrößen und Durchbiegungen von durchgehenden Sandwichelementen mit dicken Deckschichten können für die wichtigsten einfachen Fälle analytisch bestimmt werden. In vielen Fällen (z. B. bei Elementen mit ungleichen Stützweiten) werden die Ausdrücke jedoch relativ kompliziert und erfordern die Verwendung von Bemessungstabellen oder Computersoftware, um die numerischen Lösungen für die praktische Bemessung zu ermitteln.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Angaben zu den Bemessungsberechnungen für Sandwichelemente aller Typen, einschließlich Mehrfeld-Elemente und Elemente mit dicken Deckschichten, sind in zahlreichen Literaturstellen zu finden, z. B. *'Lightweight sandwich construction'*. Herausgeber J. M. Davies. [3]

## E.7.6 Einfluss der Zeit auf Schubverformungen des Kerns

ANMERKUNG 1 Typische Kernwerkstoffe, insbesondere Schaumstoffe, sind visko-elastische Werkstoffe, bei denen die Verformungen im Laufe der Zeit zunehmen, selbst wenn die Lasten konstant bleiben. Im Kern verursachen Langzeit-Belastungen Schubkriechen, was als Verminderung des Schubmoduls  $G_C$  des Kerns betrachtet werden kann.

ANMERKUNG 2 Die Spannungen und Durchbiegungen auf Grund des Schubkriechens des Kerns erfordern eine getrennte Berechnung nach E.7 unter Verwendung des verminderten Wertes des Schubmoduls  $G_{Ct}$ .

Sofern zutreffend, ist der verminderte Wert des Schubmoduls  $G_{Ct}$  bei Schneelast für eine Dauer von 2 000 h und bei dauerhaften Beanspruchungen (ruhende Last) für eine Dauer von 100 000 h zu bestimmen. Der verminderte Schubmodul ist durch Gleichung (E.17) gegeben:

$$G_{Ct} = \frac{G_C}{1 + \varphi_t} \quad (\text{E.17})$$

Dabei ist

$\varphi_t$  der Kriechfaktor;

$\varphi_t$  durch Prüfung nach A.6 oder unter Verwendung der nachstehenden Werte zu bestimmen:

Für Hartschaumstoffe (PUR, EPS, XPS):

$\varphi_t = 2,4$  für  $t = 2\,000$  h;

$7,0$  für  $t = 100\,000$  h.

Für Mineralwolle

$\varphi_t = 1,5$  für  $t = 2\ 000$  h;

4,0 für  $t = 100\ 000$  h.

Das Kriechen unter Schneelast ist in Regionen, in denen Schnee üblicherweise nicht länger als einige Tage liegen bleibt, zu vernachlässigen.

Ist  $\varphi_t$  kleiner als 0,5, können die Kriecheffekte bei Sandwichelementen mit dünnen Deckschichten, d. h. bei Elementen mit ebenen oder leicht bzw. mikroprofilierten Deckschichten, vernachlässigt werden.

Table E.10.1 — Bemessungsgleichungen für Einfeld-, Zweifeld- und Dreifeld-Elemente mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten

	Schubbeanspruchung am Endauflager	Schubbeanspruchung am inneren Auflager	Reaktion des Zwischenauflagers	Biegemoment in der (End-)Stützweite	Biegemoment am inneren Auflager	Größte Durchbiegung in der Stützweite
<u>Einfache Stützweite</u> $L$ Gleichförmige Belastung $q$	$\frac{q L}{2}$			$\frac{q L^2}{8}$		$\frac{5 q L^4}{384 B_S} (1 + 3,2 k)$
Temperaturdifferenz $T_1 - T_2$						$\frac{\theta L^2}{8}$
<u>Zwei gleiche Stützweiten</u> $L$ Gleichförmige Belastung $q$	$\frac{q L}{2} \left( 1 - \frac{1}{4(1+k)} \right)$	$\frac{q L}{2} \left( 1 + \frac{1}{4(1+k)} \right)$	$qL \left( 1 + \frac{1}{4(1+k)} \right)$	$\frac{q L^2}{8} \left( 1 - \frac{1}{4(1+k)} \right)^2$	$-\frac{q L^2}{8} \frac{1}{1+k}$	$\frac{q L^4}{48 B_S} \frac{0,26 + 2,6k + 2k^2}{1+k}$
Temperaturdifferenz $T_1 - T_2$	$-\frac{3B_S\theta}{2L} \frac{1}{1+k}$	$\frac{3B_S\theta}{2L} \frac{1}{1+k}$	$\frac{3B_S\theta}{L} \frac{1}{1+k}$	$-\frac{3B_S\theta}{4} \frac{1}{1+k}$	$-\frac{3B_S\theta}{2} \frac{1}{1+k}$	$\frac{\theta L^2}{32} \frac{1,1 + 4k}{1+k}$
<u>Drei Stützweiten</u> $L$ Gleichförmige Belastung $q$	$\frac{q L}{2} \left( 1 - \frac{1}{5+2k} \right)$	$\frac{q L}{2} \left( 1 + \frac{1}{5+2k} \right)$	$qL \left( 1 + \frac{1}{2(5+2k)} \right)$	$\frac{q L^2}{8} \left( 1 - \frac{1}{5+2k} \right)^2$	$-\frac{q L^2}{10 + 4k}$	$\frac{q L^4}{24 B_S} \frac{0,83 + 5,6k + 2k^2}{5+2k}$
Temperaturdifferenz $T_1 - T_2$	$-\frac{6B_S\theta}{L} \frac{1}{5+2k}$	$\frac{6B_S\theta}{L} \frac{1}{5+2k}$	$\frac{6B_S\theta}{L} \frac{1}{5+2k}$	$-\frac{3B_S\theta}{5+2k}$	$-\frac{6B_S\theta}{5+2k}$	$\frac{\theta L^2}{4} \frac{1,06 + k}{5+2k}$

$$B_S = \frac{E_{F1} A_{F1} E_{F2} A_{F2} e^2}{(E_{F1} A_{F1} + E_{F2} A_{F2}) B}$$

$$k = \frac{3 B_S}{L^2 G_C A_C}$$

$$\theta = \frac{\alpha_2 T_2 - \alpha_1 T_1}{e}$$

$A_C$  = Querschnittsfläche des Kerns ( $G_C A_C = S$  = Schubsteifigkeit des Kerns)

ANMERKUNG Zur Geometrie und den Querschnittseigenschaften siehe Bild E.1. Zu den Spannungsverteilungen siehe die Bilder E.3 und E.4.

Tabelle E.10.2 — Bemessungsgleichungen für Einfeld-Elemente mit einer profilierten und einer ebenen oder leicht profilierten Deckschicht

	Schubbeanspruchung am Endauflager	Schubbeanspruchung am inneren Auflager	Deckschicht-Biegemoment in der Stützweite $M_{F1}$	Biegemoment des Sandwichelements in der Stützweite $M_S$	Größte Durchbiegung in der Stützweite
Einfache Stützweite $L$ Gleichförmige Belastung $q$	$\frac{q L}{2}$		$\frac{q L^2}{8} \beta$	$\frac{q L^2}{8} (1 - \beta)$	$\frac{5 q L^4}{384 B_S} (1 + 3,2 k) (1 - \beta)$
Temperaturdifferenz $T_1 - T_2$	0		$- B_{F1} \theta (1 - \beta)$	$B_{F1} \theta (1 - \beta)$	$\frac{\theta L^2}{8} (1 - \beta)$

Für gleichförmige Belastung gilt:  $\beta = \frac{B_{F1}}{B_{F1} + \frac{1}{1 + 3,2 k} B_S}$

Für Temperaturdifferenzen gilt:  $\beta = \frac{B_{F1}}{B_{F1} + \frac{1}{1 + 2,67 k} B_S}$

$$\sigma_{F1} = - \frac{M_S}{e} \frac{1}{A_{F1}} + \frac{M_{F1} h_1}{I_{F1}}$$

$$\sigma_{F2} = - \frac{M_S}{A_{F2} e}$$

ANMERKUNG 1 Für andere Vorwerte gilt Tabelle E.10.1.

ANMERKUNG 2 Zur Geometrie und den Querschnittseigenschaften siehe Bild E.1.1. Zu den Spannungssystemen siehe Bilder E.5 und E.6.

## Anhang ZA (informativ)

### Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der EG-Bauprodukten-Richtlinie

#### ZA.1 Anwendungsbereich und relevante Merkmale

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen der Mandate M/121 „Wand- und Deckenbekleidungen für Innen- und Außenanwendung“ und M/122 „Dachdeckungen“, die dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurden, erarbeitet.

Die in diesem Abschnitt der Norm aufgeführten Abschnitte der vorliegenden Europäischen Norm erfüllen die Anforderungen der Mandate M/121 und M/122 der Bauprodukten-Richtlinie (89/106/EWG).

Die Übereinstimmung mit diesen Abschnitten berechtigt zur Annahme der Eignung der durch diesen Anhang abgedeckten Sandwichelemente für die hier angegebenen Verwendungen; es ist ein Verweis auf die Begleitangaben zur CE-Kennzeichnung zu machen.

**WARNHINWEIS** — Für Bauprodukte, die in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein, die die Eignung für die vorgesehene Verwendung nicht beeinflussen.

ANMERKUNG 1 Zusätzlich zu jeglichen konkreten Abschnitten in dieser Europäischen Norm hinsichtlich gefährlicher Stoffe können für die Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, weitere Anforderungen gelten (z. B. umgesetzte europäische Gesetzesvorschriften sowie nationale Gesetze, Bestimmungen und Verwaltungsvorgaben). Um die Vorgaben der EU-Bauprodukten-Richtlinie zu erfüllen, müssen auch diese Anforderungen, wann immer sie anwendbar sind, erfüllt werden.

ANMERKUNG 2 Eine informative Datenbank europäischer und nationaler Bestimmungen zu gefährlichen Stoffen steht auf der Bauprodukten-Website EUROPA zur Verfügung (Zugang über <http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/dangsub/dangmain.htm>).

Dieser Anhang hat bezüglich der erfassten Produkte den gleichen Anwendungsbereich wie Abschnitt 1 dieser Norm. Er legt die Bedingungen für die CE-Kennzeichnung von Sandwichelementen für die nachstehend genannten Anwendungen fest und führt die entsprechenden anwendbaren Abschnitte auf (siehe Tabellen ZA.1.1 und ZA.1.2).

Bauprodukt:	Selbsttragende Sandwichelemente mit beidseitigen Metalldeckschichten – Werkmäßig hergestellte Produkte
Vorgesehene Anwendungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Dächer und Dachdeckungen;</li> <li>b) Außenwände und Wandverkleidungen;</li> <li>c) Wände (einschließlich Trennwände) und Unterdecken innerhalb der Gebäudehülle.</li> </ul>

Klassifizierungen hinsichtlich des Brandverhaltens, des Feuerwiderstands und des Verhaltens bei Beanspruchung durch Feuer von außen müssen eine Beschreibung des geprüften Systems enthalten. Zu Beispielen siehe Bild ZA.2, Bild ZA.3 und Bild ZA.4.

Tabelle ZA.1.1 — Relevante Abschnitte für Wand- und Deckenbekleidungen für Innen- und Außenanwendung

Wesentliche Merkmale	Anforderungsabschnitte in dieser Europäischen Norm	Mandatierte Stufen und/oder Klassen	Einheiten und Anmerkungen
Mechanische Festigkeit	5.2.1	—	MPa
Wärmedurchgangskoeffizient	5.2.2	—	W/m <sup>2</sup> K
Brandverhalten	5.2.4.2 und C.1	Siehe EN 13501-1	Prüfergebnisse
Feuerwiderstand	5.2.4.3 und C.2	Siehe EN 13501-2	Prüfergebnisse oder NPD
Biegezugfestigkeit (Unterdecken)	5.2.1 <sup>a</sup>	—	MPa
Wasserdurchlässigkeit	5.2.6	—	Geeignete Klasse A, B oder C (siehe A.11.5) oder NPD
Luftdurchlässigkeit	5.2.7	—	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h bei 50 Pa oder NPD
Wasserdampfdurchlässigkeit	5.2.8	—	„Bestanden“ oder NPD
Luftschalldämmung	5.2.9	—	$R_w$ ( $C:C_{tr}$ ) oder NPD
Schallabsorption	5.2.10	—	Einzelwert $\alpha_w$ oder NPD
Maßabweichung	5.2.5 und Anhang D	—	„Bestanden“
Dauerhaftigkeit	5.2.3 <sup>b</sup> und Anhang B	—	„Bestanden“. Farbe/ Reflexionsvermögen, sofern zutreffend

<sup>a</sup> Die Biegezugfestigkeit (gilt nur für Unterdecken) wird unter „Mechanische Festigkeit“ behandelt.

<sup>b</sup> Die Auswirkungen der Alterung auf das wärmetechnische Verhalten werden unter „Wärmedurchgangskoeffizient“ behandelt.

Tabelle ZA.1.2 — Relevante Abschnitte für Dacheindeckungen

Wesentliche Merkmale	Anforderungsabschnitte in dieser Europäischen Norm	Mandatierte Stufen und/oder Klassen	Einheiten und Anmerkungen
Mechanische Festigkeit	5.2.1	—	MPa Kriechen – Zahlenwert
Wärmedurchgangskoeffizient	5.2.2	—	W/m <sup>2</sup> K
Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen – Dächer	5.2.4.4 und C.3	Siehe EN 13501-5	Prüfergebnisse oder CWFT
Brandverhalten	5.2.4.2 und C.1	Siehe EN 13501-1	Prüfergebnisse
Feuerwiderstand	5.2.4.3 und C.2	Siehe EN 13501-2	Prüfergebnisse oder NPD
Wasserdurchlässigkeit	5.2.6	—	Geeignete Klasse A, B oder C (siehe A.11.5) oder NPD
Luftdurchlässigkeit	5.2.7	—	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h bei 50 Pa oder NPD
Wasserdampfdurchlässigkeit	5.2.8	—	„Bestanden“ oder NPD
Luftschalldämmung	5.2.9	—	$R_w (C:C_{tr})$ oder NPD
Schallabsorption	5.2.10	—	Einzelwert $\alpha_w$ oder NPD
Maßabweichung	5.2.5 und Anhang D	—	„Bestanden“
Dauerhaftigkeit	5.2.3 <sup>a</sup> und Anhang B	—	„Bestanden“. Farbe/ Reflexionsvermögen, sofern zutreffend

<sup>a</sup> Die Auswirkungen der Alterung auf das wärmetechnische Verhalten werden unter „Wärmedurchgangskoeffizient“ behandelt.

Die Anforderung an ein bestimmtes Merkmal gilt nicht in den Mitgliedstaaten (MS), in denen für die vorgesehene Verwendung des Produkts keine gesetzlichen Anforderungen an das betreffende Merkmal bestehen. In diesem Falle sind Hersteller, die ihre Produkte auf den Markt dieser MS bringen, nicht verpflichtet, die Leistung ihrer Produkte bezüglich dieses Merkmals zu ermitteln oder anzugeben, und es darf die Option „keine Leistung bestimmt“ (NPD, No Performance Determined) in den Begleitinformationen zur CE-Kennzeichnung (siehe ZA.3) verwendet werden. Die Option NPD darf jedoch nicht verwendet werden, wenn das betreffende Merkmal einem Schwellenwert unterliegt bzw. bei Merkmalen des mechanischen Widerstandes (5.2.1), die die Eignung für die vorgesehene Anwendung bestimmen.

## ZA.2 Verfahren zur Konformitätsbescheinigung von Sandwichelementen

### ZA.2.1 Systeme der Konformitätsbescheinigung

Die Systeme der Konformitätsbescheinigung für die in den Tabellen ZA.1.1 und ZA.1.2 angegebenen Sandwichelemente, in Übereinstimmung mit den in Anhang III der Mandate M/121 und M/122 angegebenen Entscheidungen der Kommission 98/436/EG (geändert) vom 22.6.1998 und 98/437/EG (geändert) vom 30.06.1998, sind in Tabelle ZA.2 für die vorgesehenen Anwendungen und die relevante(n) Stufe(n) und Klassen angegeben.

Tabelle ZA.2 — Systeme der Konformitätsbescheinigung

Produkt	Vorgesehene Anwendung	Stufen oder Klassen	Systeme der Konformitätsbescheinigung
Werkmäßig hergestellte Sandwich-elemente	Außenwände und Dächer sowie Innenwände und Unterdecken, die Bestimmungen zum Brandverhalten unterliegen	A1*, A2*, B* und C* A1**, A2**, B**, C**, D und E F	1 3 4
	Außenwände und Dächer sowie Innenwände und Unterdecken, die Bestimmungen zum Feuerwiderstand unterliegen	Siehe EN 13501-2	3
	Außen liegende Dachflächen, die Bestimmungen zum Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen unterliegen, außer CWFT	Siehe EN 13501-5	3
	Alle Endanwendungen, die Bestimmungen zur Freisetzung gefährlicher Stoffe unterliegen	—	3
	Anwendungen im Innen- oder Außenbereich, die Bestimmungen zu folgenden Merkmalen unterliegen: — Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen, CWFT — mechanischer Widerstand — Schallabsorption — Luftschalldämmung — wärmetechnisches Verhalten — Luftdurchlässigkeit — Wasserdurchlässigkeit — Maßabweichung	—	4
* Produkte/Werkstoffe, bei denen eine eindeutig identifizierbare Stufe im Produktionsprozess (z. B. die Zugabe von Brandverzögerungsmitteln oder die Beschränkung des Gehalts an organischem Material) zu einer Verbesserung der Klassifizierung des Brandverhaltens führt. ** Produkte/Werkstoffe, für die Fußnote (*) nicht gilt.			
System 1: Siehe Richtlinie 89/106/EWG (Bauproduktenrichtlinie) Anhang III.2 (i), ohne Auditprüfung von Proben. System 3: Siehe Richtlinie 89/106/EWG (Bauproduktenrichtlinie) Anhang III.2 (ii), zweite Möglichkeit. System 4: Siehe Richtlinie 89/106/EWG (Bauproduktenrichtlinie) Anhang III.2 (ii), dritte Möglichkeit.			

Die Konformitätsbescheinigung der Sandwichelemente nach den Tabellen ZA.1.1 und ZA.1.2 muss nach den in den Tabellen ZA.3.1 bis ZA.3.3 angegebenen Verfahren zur Konformitätsbewertung erfolgen, die sich aus der Anwendung der dort aufgeführten Abschnitte dieser Europäischen Norm ergeben.

Tabelle ZA.3.1 — Zuordnung der Aufgaben bei der Konformitätsbewertung von Sandwichelementen nach System 1

Aufgaben		Inhalt der Aufgabe	Anzuwendende Abschnitte zur Konformitätsbewertung
Aufgaben in der Verantwortung des Herstellers	Werkseigene Produktionskontrolle (FPC)	Parameter, bezogen auf alle Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind	6.3
	Weitere Prüfungen an im Werk entnommenen Proben	Alle Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind	6.3
	Erstprüfung durch ein notifiziertes Prüflabor	Alle Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind, d. h. Feuerwiderstand, Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen (außer CWFT), Freisetzung gefährlicher Stoffe, Brandverhalten in den Klassen A1*, A2*, B* und C*	6.2
	Erstprüfung durch den Hersteller	Alle übrigen Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind, d. h. mechanischer Widerstand, Schalldämmung/-absorption, Wärmedurchlasswiderstand, Luftdurchlässigkeit, Wasserdurchlässigkeit, Dauerhaftigkeit, Grenzabmaße	6.2
Aufgaben in der Verantwortung der Produktzertifizierungsstelle	Erstprüfung	Brandverhalten (Klassen A1*, A2*, B*, C*)	6.2
	Erstinspektion des Werks und der FPC	Parameter, bezogen auf alle Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind, insbesondere Brandverhalten	6.3
	Laufende Überwachung, Beurteilung und Genehmigung der FPC	Parameter, bezogen auf alle Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind, insbesondere Brandverhalten	6.3
* Siehe Fußnote zu Tabelle ZA.2			

**Tabelle ZA.3.2 — Zuordnung der Aufgaben bei der Konformitätsbewertung von Sandwichelementen nach System 3**

Aufgaben		Inhalt der Aufgabe	Anzuwendende Abschnitte zur Konformitätsbewertung
Aufgaben in der Verantwortung des Herstellers	Werkseigene Produktionskontrolle (FPC)	Parameter, bezogen auf alle Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind	6.3
	Erst-Typprüfung durch den Hersteller	Alle Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind, d. h. mechanische Tragfähigkeit, Schalldämmung/-absorption, Wärmedurchlasswiderstand, Luftdurchlässigkeit, Wasserdurchlässigkeit, Dauerhaftigkeit, Maßabweichung, mit Ausnahme der nachstehenden	6.2
	Erst-Typprüfung durch ein notifiziertes Prüflabor	Brandverhalten (Klassen A1**, A2**, B**, C**, D, E), Feuerwiderstand, Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen (außer CWFT), Freisetzung gefährlicher Stoffe	6.2
** Siehe Fußnote zu Tabelle ZA.2			

**Tabelle ZA.3.3 — Zuordnung der Aufgaben bei der Konformitätsbewertung von Sandwichelementen nach System 4**

Aufgaben		Inhalt der Aufgabe	Anzuwendende Abschnitte zur Konformitätsbewertung
Aufgaben in der Verantwortung des Herstellers	Werkseigene Produktionskontrolle (FPC)	Parameter, bezogen auf alle Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind	6.3
	Erst-Typprüfung durch den Hersteller	Alle Merkmale in den Tabellen ZA.1.1 und/oder ZA.1.2, die für die vorgesehene Anwendung relevant sind, d. h. mechanische Tragfähigkeit, Schalldämmung/-absorption, Wärmedurchlasswiderstand, Luftdurchlässigkeit, Wasserdurchlässigkeit, Dauerhaftigkeit, Maßabweichung	6.2

**ZA.2.2 Zertifikat und Konformitätserklärung**

(Im Falle von Produkten nach System 1): Wurde Übereinstimmung mit den Bedingungen dieses Anhangs erzielt, muss die Zertifizierungsstelle ein Konformitätszertifikat (EG-Konformitätszertifikat) erstellen, das den Hersteller zum Anbringen der CE-Kennzeichnung berechtigt. Das Zertifikat muss Folgendes enthalten:

- Name, Anschrift und Kennnummer der Zertifizierungsstelle;
- Name und Anschrift des Herstellers oder seines im EWR ansässigen bevollmächtigten Vertreters und Herstellungsort;

ANMERKUNG 1 Der Hersteller darf auch die verantwortliche Person sein, um das Produkt in der EWR auf den Markt zu bringen, sofern er auch die Verantwortung für die CE-Kennzeichnung übernimmt.

- Beschreibung des Produkts (Typ, Kennzeichnung, Anwendung, ...);
- Bestimmungen, denen das Produkt entspricht (d. h. Anhang ZA dieser EN);
- besondere Bedingungen, die für die Anwendung des Produkts gelten (z. B. Bestimmungen für die Anwendung unter bestimmten Bedingungen);
- Nummer des begleitenden EU-Zertifikats;
- Bedingungen und Gültigkeitsdauer des Zertifikats, sofern zutreffend;
- Name und Stellung der Person, die berechtigt ist, das Zertifikat zu unterzeichnen.

Zusätzlich muss der Hersteller eine Konformitätserklärung (EG-Konformitätserklärung) mit folgendem Inhalt erstellen:

- Name und Anschrift des Herstellers oder seines im EWR ansässigen bevollmächtigten Vertreters;
- Name und Anschrift der Zertifizierungsstelle;
- Beschreibung des Produkts (Typ, Kennzeichnung, Anwendung, ...) sowie eine Kopie der Begleitinformationen zur CE-Kennzeichnung;

ANMERKUNG 2 Sofern einige, für die Erklärung erforderliche Angaben bereits in der CE-Kennzeichnung vorhanden sind, müssen diese nicht wiederholt werden.

- Bestimmungen, denen das Produkt entspricht (d. h. Anhang ZA dieser EN);
- besondere Bedingungen, die für die Anwendung des Produkts gelten (z. B. Bestimmungen zur Anwendung unter bestimmten Bedingungen);
- Nummer des beigefügten EG-Konformitätszertifikats;
- Name und Stellung der Person, die berechtigt ist, die Erklärung im Namen des Herstellers oder seines bevollmächtigten Vertreters zu unterzeichnen.

*(Im Falle von Produkten nach System 3):* Wurde Übereinstimmung mit den Bedingungen dieses Anhangs erzielt, muss der Hersteller oder dessen im EWR ansässiger Bevollmächtigter eine Konformitätserklärung (EG-Konformitätserklärung) erstellen und aufbewahren, die den Hersteller zum Anbringen der CE-Kennzeichnung berechtigt. Diese Erklärung muss Folgendes enthalten:

- Name und Anschrift des Herstellers oder seines im EWR ansässigen bevollmächtigten Vertreters und Herstellungsort;

ANMERKUNG 3 Der Hersteller darf auch die verantwortliche Person sein, um das Produkt in der EWR auf den Markt zu bringen, sofern er auch die Verantwortung für die CE-Kennzeichnung übernimmt.

- Beschreibung des Produkts (Typ, Kennzeichnung, Anwendung,...) sowie eine Kopie der Begleitinformationen zur CE-Kennzeichnung;

ANMERKUNG 4 Sofern einige, für die Erklärung erforderliche Angaben bereits in der CE-Kennzeichnung vorhanden sind, müssen diese nicht wiederholt werden.

- Bestimmungen, denen das Produkt entspricht (d. h. Anhang ZA dieser EN);
- besondere Bedingungen, die für die Anwendung des Produkts gelten (z. B. Bestimmungen zur Anwendung unter bestimmten Bedingungen);
- Name und Anschrift des (der) notifizierten Prüflabors (Prüflabore);

- Name und Stellung der Person, die berechtigt ist, die Erklärung im Namen des Herstellers oder seines bevollmächtigten Vertreters zu unterzeichnen.

*(Im Falle von Produkten nach System 4):* Wurde Übereinstimmung mit den Bedingungen dieses Anhangs erzielt, muss der Hersteller oder dessen im EWR ansässiger Bevollmächtigter eine Konformitätserklärung (EG-Konformitätserklärung) erstellen und aufbewahren, die den Hersteller zum Anbringen der CE-Kennzeichnung berechtigt. Diese Erklärung muss Folgendes enthalten:

- Name und Anschrift des Herstellers oder seines im EWR ansässigen bevollmächtigten Vertreters und Herstellungsort;

ANMERKUNG 5 Der Hersteller darf auch die verantwortliche Person sein, um das Produkt in der EWR auf den Markt zu bringen, sofern er auch die Verantwortung für die CE-Kennzeichnung übernimmt.

- Beschreibung des Produkts (Typ, Kennzeichnung, Anwendung, ...) sowie eine Kopie der Begleitinformationen zur CE-Kennzeichnung;

ANMERKUNG 6 Sofern einige, für die Erklärung erforderliche Angaben bereits in der CE-Kennzeichnung vorhanden sind, müssen diese nicht wiederholt werden.

- Bestimmungen, denen das Produkt entspricht (d. h. Anhang ZA dieser EN);
- besondere Bedingungen, die für die Anwendung des Produkts gelten (z. B. Bestimmungen zur Anwendung unter bestimmten Bedingungen);
- Name und Stellung der Person, die berechtigt ist, die Erklärung im Namen des Herstellers oder seines bevollmächtigten Vertreters zu unterzeichnen.

Die oben genannte Erklärung und das oben genannte Zertifikat sind in der/den akzeptierten Sprache(n) des Mitgliedstaates vorzulegen, in dem das Produkt zum Einsatz kommen soll.

## **ZA.3 CE-Kennzeichnung und Beschriftung**

### **ZA.3.1 Allgemeines**

Der Hersteller oder dessen im EWR ansässiger bevollmächtigter Vertreter ist für das Anbringen der CE-Kennzeichnung verantwortlich. Das anzubringende CE-Kennzeichen muss der Richtlinie 93/68/EG entsprechen und auf der Verpackung der Sandwichelemente erscheinen (jede einzelne Verpackung ist zu kennzeichnen). Die Elemente dürfen nicht ohne Verpackung auf den Markt gebracht werden.

Das CE-Kennzeichen darf – allein oder zusammen mit einigen oder allen der folgenden Angaben zu dem Produkt und dessen wesentlichen Merkmalen – auf der Verpackung (siehe Beispiel in Bild ZA.1) und/oder in der Handelsdokumentation erscheinen. Sofern nicht alle Angaben auf der Verpackung erscheinen, müssen alle Angaben, einschließlich der auf der Verpackung, in der Handelsdokumentation enthalten sein (siehe Beispiele in Bild ZA.2 (Dächer), Bild ZA.3 (Außenwände) und Bild ZA.4 (Innenwände/Unterdecken)).

### **ZA.3.2 Begleitangaben zum CE-Kennzeichen – Innenwände und Unterdecken**

Die folgenden Angaben müssen dem CE-Kennzeichen beigelegt sein:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers;
- Anschrift des Herstellungswerkes (sofern von Bedeutung);
- Kennnummer der notifizierten Stelle (trifft nur bei System 1 zu);
- Nummer des Konformitätszertifikats (nur bei System 1 erforderlich);

- die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die CE-Kennzeichnung angebracht wurde;
- Nummer dieser Europäischen Norm (EN 14509);
- Beschreibung des Produkts: Typenbezeichnung, Art bzw. Sorte und Dicke der Deckschichtwerkstoffe, Kernwerkstoff und Dicke, Gewicht, Dichte und vorgesehene Endanwendung;
- Produktname und -typ;
- Brandverhalten (Klassifizierung einschließlich der Einbau- und Befestigungsbedingungen, oder Klasse F);
- Feuerwiderstand (Klassifizierung einschließlich der Einbau- und Befestigungsbedingungen, oder NPD);
- Zugfestigkeit (Wert);
- Schubfestigkeit (Wert);
- verminderte Langzeit-Schubfestigkeit – nur Unterdecken (Wert);
- Schubmodul (Kern) (Wert);
- Druckfestigkeit (Kern) (Wert);
- Biegetragfähigkeit – positive und negative Biegemomentenbeanspruchung (Wert);
- Biegebeanpruchbarkeit an einem inneren Auflager – positive und negative Biegung (Wert);
- Knitterspannung (Wert):
  - Deckschicht 1:
    - Knitterspannung im Feld;
    - Knitterspannung am Mittelaufleger (durchlaufende Elemente) bei andrückenden Lasten am Auflager;
  - Deckschicht 2:
    - Knitterspannung im Feld;
    - Knitterspannung am Mittelaufleger (durchlaufende Elemente) bei abhebenden Lasten am Auflager;
- Wärmedurchgangskoeffizient (Wert);
- Luftschalldämmung (Klassifizierung oder NPD);
- Schallabsorption (Klassifizierung oder NPD);
- Tragfähigkeit bei Punktlasten und Trittlasten — Unterdecken und Dächer. Muss vor der Anbringung der CE-Kennzeichnung bestanden werden.

Die Option „keine Leistung bestimmt“ (NPD) darf nicht angewendet werden, wenn das betreffende Merkmal einem Schwellenwert unterliegt, bzw. bei Merkmalen des mechanischen Widerstandes (5.2.1), die die Eignung für die vorgesehene Anwendung bestimmen. Die Option NPD darf in Fällen angewendet werden, in denen die betreffenden Merkmale für eine gegebene vorgesehene Anwendung keinen gesetzlichen Anforderungen unterliegen.

ANMERKUNG Die Brandverhaltensklasse F entspricht bei diesem Merkmal der Option NPD.

### ZA.3.3 Begleitangaben zum CE-Kennzeichen – Außenwände

Die folgenden Angaben müssen dem CE-Kennzeichen beigelegt sein:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers;
- Anschrift des Herstellungswerkes (sofern zutreffend);
- Kennnummer der notifizierten Stelle (trifft nur bei System 1 zu);
- Nummer des Konformitätszertifikats (nur bei System 1 erforderlich);
- die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die CE-Kennzeichnung angebracht wurde;
- Nummer dieser Europäischen Norm (EN 14509);
- Beschreibung des Produkts: Typenbezeichnung, Art bzw. Sorte und Dicke der Deckschichtwerkstoffe, Kernwerkstoff und Dicke, Gewicht, Dichte und vorgesehene Anwendung;
- Produktname und -typ;
- Brandverhalten (Klassifizierung einschließlich der Einbau- und Befestigungsbedingungen, oder Klasse F);
- Feuerwiderstand (Klassifizierung einschließlich der Einbau- und Befestigungsbedingungen, oder NPD);
- Zugfestigkeit (Wert);
- Schubfestigkeit (Wert);
- Schubmodul (Kern) (Wert);
- Druckfestigkeit (Kern) (Wert);
- Biegetragfähigkeit – positive und negative Biegemomentenbeanspruchung (Wert);
  - positive Biegemomentenbeanspruchung, Umgebungstemperatur;
  - positive Biegemomentenbeanspruchung, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
  - negative Biegemomentenbeanspruchung, Umgebungstemperatur;
  - negative Biegemomentenbeanspruchung, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
- Biegefestigkeit an einem inneren Auflager – positive und negative Biegung (Wert);
  - positive Biegung, Umgebungstemperatur;
  - positive Biegung, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
  - negative Biegung, Umgebungstemperatur;
  - negative Biegung, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
- Knitterspannung – ebene oder leicht profilierte Deckschichten (Wert):
  - innere Deckschicht:
    - Knitterspannung im Feld, Umgebungstemperatur;
    - Knitterspannung an einem Mittelaufleger (durchlaufende Elemente) bei andrückenden Lasten, Umgebungstemperatur;

äußere Deckschicht:

- Knitterspannung im Feld, Umgebungstemperatur;
- Knitterspannung im Feld, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
- Knitterspannung an einem Mittelaufleger (durchlaufende Elemente) bei abhebenden Lasten, Umgebungstemperatur;
- Knitterspannung an einem Mittelaufleger (durchlaufende Elemente) bei abhebenden Lasten, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
- Wärmedurchgangskoeffizient (Wert);
- Wasserdurchlässigkeit (Klassifizierung oder NPD);
- Luftdurchlässigkeit (Klassifizierung oder NPD);
- Luftschalldämmung (Klassifizierung oder NPD);
- Schallabsorption (Klassifizierung oder NPD);
- Dauerhaftigkeit (Angabe von Farb- und Reflexionsvermögensstufen). Muss vor der Anbringung der CE-Kennzeichnung bestanden werden.

Die Option „keine Leistung bestimmt“ (NPD) darf nicht angewendet werden, wenn das betreffende Merkmal einem Schwellenwert unterliegt, bzw. bei Merkmalen des mechanischen Widerstandes (5.2.1), die die Eignung für die vorgesehene Anwendung bestimmen. Die Option NPD darf in Fällen angewendet werden, in denen die betreffenden Merkmale für eine gegebene vorgesehene Anwendung keinen gesetzlichen Anforderungen unterliegen.

ANMERKUNG Die Brandverhaltensklasse F entspricht bei diesem Merkmal der Option NPD.

### ZA.3.4 Begleitangaben zum CE-Kennzeichen – Dächer

Die folgenden Angaben müssen dem CE-Kennzeichen beigefügt sein:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers;
- Anschrift des Herstellungswerkes (sofern von Bedeutung);
- Kennnummer der notifizierten Stelle (trifft nur bei System 1 zu);
- Nummer des Konformitätszertifikats (nur bei System 1 erforderlich);
- die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die CE-Kennzeichnung angebracht wurde;
- Nummer dieser Europäischen Norm (EN 14509);
- Beschreibung des Produkts: Typenbezeichnung, Art bzw. Sorte und Dicke der Deckschichtwerkstoffe, Kernwerkstoff und Dicke, Gewicht, Dichte und vorgesehene Anwendung;
- Produktname und -typ;
- Brandverhalten (Klassifizierung einschließlich der Einbau- und Befestigungsbedingungen, oder Klasse F);
- Feuerwiderstand (Klassifizierung einschließlich der Einbau- und Befestigungsbedingungen, oder NPD);

- Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen – Dächer (Klassifizierung oder Klasse  $F_{\text{ROOF}}$ ) (Die Prüfergebnisse haben eine Beschreibung des geprüften Daches einschließlich der Dachneigung zu umfassen.);
- Zugfestigkeit (Wert);
- Schubfestigkeit (Wert);
- verminderte Langzeit-Schubfestigkeit (Wert);
- Schubmodul (Kern) (Wert);
- Druckfestigkeit (Kern) (Wert);
- Kriechfaktor (Wert bei  $t = 2\ 000$  h und  $t = 100\ 000$  h);
- Biegetragfähigkeit – positive und negative Biegemomentenbeanspruchung (Wert):
  - positive Biegemomentenbeanspruchung, Umgebungstemperatur;
  - positive Biegemomentenbeanspruchung, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
  - negative Biegemomentenbeanspruchung, Umgebungstemperatur;
  - negative Biegemomentenbeanspruchung, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
- Biegefestigkeit an einem inneren Auflager – positive und negative Biegung (Wert):
  - positive Biegung, Umgebungstemperatur;
  - positive Biegung, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
  - negative Biegung, Umgebungstemperatur;
  - negative Biegung, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
- Knitterspannung – ebene oder leicht profilierte Deckschichten (Wert):
  - Innere Deckschicht:
    - Knitterspannung im Feld, Umgebungstemperatur;
    - Knitterspannung an einem Mittelaufleger (durchlaufende Elemente) bei andrückenden Lasten unter Umgebungstemperatur;
  - äußere Deckschicht:
    - Knitterspannung im Feld, Umgebungstemperatur;
    - Knitterspannung im Feld, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
    - Knitterspannung an einem Mittelaufleger (durchlaufende Elemente) bei abhebenden Lasten, Umgebungstemperatur;
    - Knitterspannung an einem Mittelaufleger (durchlaufende Elemente) bei abhebenden Lasten, erhöhte Temperatur (siehe A.5.5.5);
- Wärmedurchgangskoeffizient (Wert);
- Wasserdurchlässigkeit (Klassifizierung oder NPD);
- Luftdurchlässigkeit (Klassifizierung oder NPD);
- Luftschalldämmung (Klassifizierung oder NPD);
- Dauerhaftigkeit (Angabe von Farb- und Reflexionsvermögensstufen). Muss vor der Anbringung der CE-Kennzeichnung bestanden werden.

Die Option „keine Leistung bestimmt“ (NPD) darf nicht angewendet werden, wenn das betreffende Merkmal einem Schwellenwert unterliegt, bzw. bei Merkmalen des mechanischen Widerstandes (5.2.1), die die

Eignung für die vorgesehene Anwendung bestimmen. Die Option NPD darf in Fällen angewendet werden, in denen die betreffenden Merkmale für eine gegebene vorgesehene Anwendung keinen gesetzlichen Anforderungen unterliegen.

ANMERKUNG Die Brandverhaltensklasse F und die Klasse F<sub>ROOF</sub> bei Beanspruchung durch Flugfeuer entsprechen bei diesen Merkmalen der Option NPD.

### **ZA.3.5 Beispiel für die CE-Kennzeichnung und beschreibende Angaben**

Bild ZA.1 zeigt ein Beispiel für die CE-Kennzeichnung und die beschreibenden Angaben, die auf der Verpackung aufzuführen sind. Bild ZA.2 (Dächer), Bild ZA.3 (Außenwände) und Bild ZA.4 (Innenwände und Unterdecken) geben Beispiele für die in den Begleitdokumenten aufzuführenden Angaben, sofern nicht alle entsprechenden Angaben auf der Verpackung aufgeführt wurden.

Die CE-Kennzeichnung ist in der/den akzeptierten Sprache(n) des Mitgliedstaates vorzulegen, in dem das Produkt zum Einsatz kommen soll.

 01234
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050  XYZ Co  <b>06</b>  01234-CPD-00234
<b>EN 14509</b>  Dämmelemente mit Metalldeckschichten für den Einbau in Gebäuden.  <b>Anwendungszweck: Dächer</b>

*CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem "CE"-  
Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG.*

*Kennnummer der Zertifizierungsstelle  
(sofern zutreffend)*

*Name oder Kennzeichen und eingetragene Anschrift  
des Herstellers*

*Name und eingetragene Anschrift des Lieferanten  
(sofern vom Hersteller abweichend)*

*Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die  
Kennzeichnung angebracht wurde*

*Nummer des Zertifikats (sofern zutreffend)*

*Nr. der Europäischen Norm*

*Produktbeschreibung*

*Endanwendung*

**Bild ZA.1 — Beispiel der CE-Kennzeichnung: mit Verpackung**



01234

**AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050****XYZ Co****06****01234-CPD-00234****EN 14509**

Dämmelement mit Metalldeckschichten für den Einbau in Gebäuden.

Verweisung: KS1000. Dämmung: PUR. Dichte: 35 kg/m<sup>3</sup> Dicke: 80 mm. Deckschichten: Stahl 0,5 mm außen; 0,4 mm innen (EN 10326). Beschichtung: PVC. Gewicht: 12 kg/m<sup>2</sup>.

**Anwendung: Dächer**

Wärmedurchgangskoeffizient:	0,25 W/m <sup>2</sup> K
Mechanischer Widerstand:	
Zugfestigkeit	0,12 MPa
Schubfestigkeit	0,10 MPa
Verminderte Langzeit-Schubfestigkeit	0,08 MPa
Schubmodul (Kern)	3,0 MPa
Druckfestigkeit (Kern)	0,14 MPa
Kriechfaktor	t = 2000 h
	t = 100000 h

**Biegetragfähigkeit**

– positive Biegemomentenbeanspruchung	3,70 kNm/m
– positive Biegemomentenbeanspruchung, erhöhte Temperatur	3,50 kNm/m
– negative Biegemomentenbeanspruchung	2,90 kNm/m
– negative Biegemomentenbeanspruchung, erhöhte Temperatur	2,75 kNm/m

*CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem "CE"-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG.*

*Kennnummer der Zertifizierungsstelle (sofern zutreffend)*

*Name oder Kennzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers*

*Name und eingetragene Anschrift des Lieferanten (sofern vom Hersteller abweichend)*

*Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde*

*Nummer des Zertifikats (sofern zutreffend)*

*Nr. der Europäischen Norm*

*Produktbeschreibung*

*und*

*Endanwendung*

*Angaben zu festgelegten Merkmalen*

*Kriechen: nur bei Dachanwendungen*

Biegefestigkeit an einem inneren Auflager	
– positive Biegung	2,60 kNm/m
– positive Biegung, erhöhte Temperatur	2,50 kNm/m
– negative Biegung	3,00 kNm/m
– negative Biegung, erhöhte Temperatur	2,80 kNm/m
Knitterspannung (äußere Deckschicht)	
– im Feld	100 MPa
– im Feld, erhöhte Temperatur	95 MPa
– an einem Mittelaullager	80 MPa
– an einem Mittelaullager, erhöhte Temperatur	75 MPa
Knitterspannung (innere Deckschicht)	
– im Feld	100 MPa
– an einem Innenaullager	90 MPa
Brandverhalten: B–s2,d0 (mit Einzelheiten zu Stahl-Abdeckblechen)	
Feuerwiderstand: E240: EI 15 (Last 1,5 KN)	
Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen: B <sub>ROOF</sub> or B <sub>ROOF(X)</sub>	
Wasserdurchlässigkeit:	Klasse C
Luftdurchlässigkeit:	10 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Wasserdampfdurchlässigkeit:	undurchlässig
Luftschalldämmung:	R <sub>w</sub> (C:C <sub>tr</sub> )
Dauerhaftigkeit: Bestanden – helle Farben: Reflexionsvermögen 40-90	

*Brandverhalten. Klassifizierung muss alle Einbau- und Befestigungsbedingungen sowie eine Angabe dazu enthalten, ob Abdeckbleche verwendet werden – Stahl/Aluminium/Kunststoff (ist anzugeben)*

*Feuerwiderstand – Klassifizierung muss alle Einbau- und Befestigungsbedingungen enthalten. Wenn gefordert, Angabe der verwendeten Lasten und aller sonstigen Einschränkungen der direkten Anwendung durch die Prüfung.*

*Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen. Angabe der Klassifizierung und der Neigung(en), bei der/denen geprüft wurde oder B<sub>ROOF</sub> sofern CWFT*

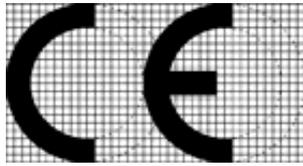
*Klassifizierung oder NPD*

*Klassifizierung oder NPD*

*Klassifizierung oder NPD*

*Angabe von Farbe/Reflexionsvermögen, wenn der Prüfung der Dauerhaftigkeit DUR1 unterzogen*

Bild ZA.2 — Beispiel der CE-Kennzeichnung (Dächer): Begleitangaben



01234

**AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050**

**XYZ Co**

**06**

01234-CPD-00234

**EN 14509**

Dämmelement mit Metalldeckschichten für den Einbau in Gebäuden.

Referenz: W1000. Dämmung: MW. Dichte: 120 kg/m<sup>3</sup>.  
 Dicke: 120 mm. Deckschichten: Stahl 0,5 mm außen;  
 0,5 mm innen (EN 10326). Beschichtung: PVDF.  
 Gewicht: 20 kg/m<sup>2</sup>.

**Anwendung: Außenwände**

Wärmedurchgangskoeffizient 0,25 W/m<sup>2</sup>K

Mechanischer Widerstand:

Zugfestigkeit	0,12 MPa
Schubfestigkeit	0,10 MPa
Schubmodul (Kern)	6,0 MPa
Druckfestigkeit (Kern)	0,08 MPa

Biegetragfähigkeit:

– positive Biegemomentenbeanspruchung	6,60 kNm/m
– positive Biegemomentenbeanspruchung, erhöhte Temperatur	6,30 kNm/m
– negative Biegemomentenbeanspruchung	6,60 kNm/m
– negative Biegemomentenbeanspruchung, erhöhte Temperatur	6,30 kNm/m

*CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem "CE"-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG.*

*Kennnummer der Zertifizierungsstelle (sofern zutreffend)*

*Name oder Kennzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers*

*Name und eingetragene Anschrift des Lieferanten (sofern vom Hersteller abweichend)*

*Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde*

*Nummer des Zertifikats (sofern zutreffend)*

*Nr. der Europäischen Norm*

*Produktbeschreibung*

*und*

*Endwanwendung*

*Angaben zu festgelegten Eigenschaften*

Biegefestigkeit an einem inneren Auflager	
– positive Biegung	5,30 kNm/m
– positive Biegung, erhöhte Temperatur	5,00 kNm/m
– negative Biegung	4,60 kNm/m
– negative Biegung, erhöhte Temperatur	4,40 kNm/m
Knitterspannung (äußere Deckschicht)	
– im Feld	120 MPa
– im Feld, erhöhte Temperatur	115 MPa
– an einem Mittelaflager	85 MPa
– an einem Mittelaflager, erhöhte Temperatur	80 MPa
Knitterspannung (innere Deckschicht)	
– im Feld	120 MPa
– an einem Mittelaflager	110 MPa
Brandverhalten: B-s1,d0 (alle Anwendungen)	
Feuerwiderstand: E240: EI 15	
Wasserdurchlässigkeit: Klasse C	
Luftdurchlässigkeit:	10 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Wasserdampfdurchlässigkeit:	undurchlässig
Luftschalldämmung:	R <sub>w</sub> (C:C <sub>tr</sub> )
Schallabsorption:	Einzahl-Bewertung α <sub>w</sub>
Dauerhaftigkeit:	Bestanden – alle Farben

*Knitterspannung. Nur bei Elementen mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten*

*Brandverhalten. Klassifizierung muss alle Einbau- und Befestigungsbedingungen sowie eine Angabe dazu enthalten, ob Abdeckbleche verwendet werden – Stahl/Aluminium/Kunststoff (ist anzugeben)*

*Klassifizierung oder NPD. Klassifizierung muss alle Einbau- und Befestigungsbedingungen und eine Angabe zu allen sonstigen Einschränkungen der direkten Anwendung enthalten*

*Klassifizierung oder NPD*

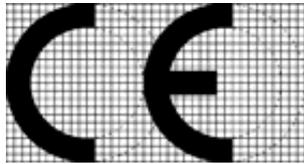
*Wert oder NPD*

*Luftschalldämmung. Nur bei Elementen, die für Anforderungen an die akustische Dämmung vorgesehen sind. Klassifizierung oder NPD*

*Schallabsorption. Nur bei Elementen, die für die innere akustische Konditionierung vorgesehen sind. Klassifizierung oder NPD*

*Angabe von Farben/Reflexionsvermögen, wenn der Prüfung der Dauerhaftigkeit DUR1 unterzogen*

**Bild ZA.3 — Beispiel der CE-Kennzeichnung (Wände): Begleitangaben**



01234

**AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050**

**XYZ Co**

**06**

**01234-CPD-00234**

**EN 14509**

Dämmelement mit Metalldeckschichten für den Einbau in Gebäuden.

Referenz: W1000. Dämmung: MW. Dichte: 120 kg/m. Dicke: 120 mm. Deckschichten: Stahl 0,5 mm außen; 0,5 mm innen (EN 10326). Beschichtung: PVDF. Gewicht: 20 kg/m<sup>2</sup>.

**Anwendung: Innenwände und Unterdecken**

Wärmedurchgangskoeffizient:	0,25 W/m <sup>2</sup> K
Mechanischer Widerstand:	
Zugfestigkeit	0,12 MPa
Schubfestigkeit	0,10 MPa
Verminderte Langzeit-Schubfestigkeit	0,08 MPa
Schubmodul (Kern)	6,0 MPa
Druckfestigkeit (Kern)	0,08 MPa
 Biegefestigkeit in der Stützweite	
– positive Biegung	6,60 kNm/m
– negative Biegung	6,60 kNm/m
 Biegefestigkeit an einem inneren Auflager	
– positive Biegung	5,95 kNm/m
– negative Biegung	5,95 kNm/m
 Knitterspannung (Deckschicht 1)	
– im Feld	120 MPa
– an einem Mittelaullager	110 MPa

*CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem "CE"-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG.*

*Kennnummer der Zertifizierungsstelle (sofern zutreffend)*

*Name oder Kennzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers*

*Name und eingetragene Anschrift des Lieferanten (sofern vom Hersteller abweichend)*

*Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde*

*Nummer des Zertifikats (sofern zutreffend)*

*Nr. der Europäischen Norm*

*Produktbeschreibung*

*und*

*Endanwendung*

*Angaben zu festgelegten Eigenschaften*

*Knitterspannung. Nur bei Elementen mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten*

Knitterspannung (Deckschicht 2)	
– im Feld	120 MPa
– an einem Mittelaufleger	110 MPa
Brandverhalten: B–s1,d0 (alle Anwendungen)	
Feuerwiderstand: E240: EI 15 (Last 1,5 KN)	
Wasserdurchlässigkeit:	Klasse C
Luftdurchlässigkeit:	10 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
Wasserdampfdurchlässigkeit:	undurchlässig
Luftschalldämmung:	R <sub>w</sub> (C:C <sub>tr</sub> )
Schallabsorption:	Einzahl-Bewertung α <sub>w</sub>
Beständigkeit gegen Punkt- und Trittlasten: Nicht für wiederholte Belastungen ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen geeignet.	

*Brandverhalten. Klassifizierung muss alle Einbau- und Befestigungsbedingungen sowie eine Angabe dazu enthalten, ob Blechabdeckungen verwendet werden – Stahl/Aluminium/Kunststoff (ist anzugeben)*

*Klassifizierung oder NPD. Klassifizierung muss alle Einbau- und Befestigungsbedingungen und eine Angabe zu allen sonstigen Einschränkungen der direkten Anwendung enthalten.*

*Klassifizierung oder NPD*

*Wert oder NPD*

*Luftschalldämmung. Nur bei Elementen, die für Anforderungen an die akustische Dämmung vorgesehen sind. Klassifizierung oder NPD*

*Schallabsorption. Nur bei Elementen, die für die innere akustische Konditionierung vorgesehen sind. Klassifizierung oder NPD.*

*Nur bei Unterdecken. Angabe über die Eignung für wiederholte Belastungen mit/ohne zusätzli(che)n Schutzmaßnahmen.*

**Bild ZA.4 — Beispiel der CE-Kennzeichnung (Innenwände und Unterdecken): Begleitangaben**

Zusätzlich zu jeglichen vorstehenden konkreten Angaben zu gefährlichen Stoffen sollten dem Produkt, sofern erforderlich und in geeigneter Form, Dokumente beigefügt werden, in denen alle übrigen gesetzlichen Bestimmungen über gefährliche Stoffe aufgeführt werden, deren Einhaltung beansprucht wird, sowie alle Angaben, die von diesen gesetzlichen Bestimmungen gefordert werden.

ANMERKUNG Europäische gesetzliche Bestimmungen ohne nationale Abweichungen brauchen nicht angegeben zu werden.

## Literaturhinweise

- [1] *Entscheidung 2006/601/EG der Kommission vom 04/09/06 zur Änderung der Entscheidung 2001/671/EG im Hinblick auf die Klassifizierung des Brandverhaltens von Dächern und Bedachungen bei einem Brand von außen.*
- [2] *European Recommendations for Sandwich Panels: Part 1: Design.* ECCS/CIB-Bericht — CIB-Veröffentlichungsnummer 257: 23. Okt. 2000, ISBN 90-6363-024-7.
- [3] *Lightweight sandwich construction.* Hrsg.: J. M. Davies, Blackwell-Wissenschaft im Auftrag der CIB-Kommission W56 and ECCS-Arbeitsgruppe TWG 7.9, ISBN 0-6322-004027-0, 2001.