DIN EN 14509-3

ICS 91.100.60

Entwurf

Einsprüche bis 2021-10-13
Vorgesehen mit
E DIN EN 14509-1:2021-06
als Ersatz für
DIN EN 14509:2013-12

Werkmäßig hergestellte Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten – Teil 3: Prüfverfahren zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit, des bauphysikalischen Verhaltens und der Dauerhaftigkeit; Deutsche und Englische Fassung prEN 14509-3:2021

Factory-made double skin metal faced insulating sandwich panels –
Part 3: Test methods for determining mechanical strength, building physical behaviour and durability;
German and English version prEN 14509-3:2021

Panneaux sandwiches isolants à deux parements métalliques manufactures –
Partie 3: Méthodes d'essai pour déterminer la résistance mécanique, le comportement physique des bâtiments et leur durabilité;
Version allemande et anglaise prEN 14509-3:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-08-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 234 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14509-3:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 128 „Dachdeckungsprodukte für überdeckende Verlegung und Produkte für Außenwandbekleidung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-02-18 AA „Sandwich-Elemente mit metallischer Oberfläche (SpA zu CEN/TC 128/SC 11)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14509:2013-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Dokument wurde in 5 Teile aufgeteilt;

b) Dokument redaktionell und technisch überarbeitet.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

– Entwurf –

2021-08

prEN 14509-3:2021

Titel de:	Werkmäßig hergestellte Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten — Teil 3: Prüfverfahren zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit, des bauphysikalischen Verhaltens und der Dauerhaftigkeit
Titel en:	Factory-made double skin metal faced insulating sandwich panels — Part 3: Test methods for determining mechanical strength, building physical behaviour and durability
Titel fr:	Panneaux sandwiches isolants à deux parements métalliques manufactures — Partie 3 : Méthodes d'essai pour déterminer la résistance mécanique, le comportement physique des bâtiments et leur durabilité

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort **7**

Einleitung **8**

1 Anwendungsbereich **9**

2 Normative Verweisungen **9**

3 Begriffe, Symbole, Indizes und Abkürzungen **11**
3.1 Begriffe **11**
3.2 Symbole, Indizes und Abkürzungen **13**
3.2.1 Symbole **13**
3.2.2 Indizes **15**
3.2.3 Abkürzungen **17**

4 Prüfverfahren zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit **17**
4.1 Prüfung der Querzugfestigkeit senkrecht zum Element **17**
4.1.1 Kurzbeschreibung **17**
4.1.2 Prüfeinrichtung **17**
4.1.3 Probekörper **17**
4.1.4 Durchführung **18**
4.1.5 Berechnungen und Ergebnisse **19**
4.2 Prüfung der Druckfestigkeit **20**
4.2.1 Kurzbeschreibung **20**
4.2.2 Prüfeinrichtung **20**
4.2.3 Probekörper **20**
4.2.4 Durchführung **21**
4.2.5 Berechnungen und Ergebnisse **21**
4.3 Schubfestigkeit und Schubmodul – Scherbalken – Kurzzeit-Belastung **22**
4.3.1 Kurzbeschreibung **22**
4.3.2 Prüfeinrichtung **22**
4.3.3 Probekörper **23**
4.3.4 Durchführung **23**
4.3.5 Berechnungen und Ergebnisse **23**
4.4 Schubfestigkeit und Schubmodul – vollständiges Element – Kurzzeit-Belastung **26**
4.4.1 Kurzbeschreibung **26**
4.4.2 Prüfeinrichtung **27**
4.4.3 Probekörper **27**
4.4.4 Durchführung **28**
4.4.5 Berechnungen und Ergebnisse **28**
4.5 Prüfverfahren, Berechnungen und Ergebnisse von Schubversuchen – Langzeit-Belastung **31**
4.5.1 Kurzbeschreibung **31**
4.5.2 Durchführung **31**
4.5.3 Ergebnisse und Berechnungen **31**
4.6 Prüfung zur Bestimmung der Knitterfestigkeit eines Einfeld-Elements (σ_w) **32**
4.6.1 Kurzbeschreibung **32**
4.6.2 Prüfeinrichtung **32**
4.6.3 Probekörper **35**
4.6.4 Durchführung **35**
4.6.5 Berechnungen und Ergebnisse **36**

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.6.6 Schätzung der Knitterfestigkeit durch Berechnung (σ_W) 41
4.6.7 Knitterfestigkeit bei erhöhter Temperatur (σ_{WT}) 41
4.7 Prüfverfahren zur Bestimmung des Kriechfaktors (φ_t) 42
4.7.1 Kurzbeschreibung 42
4.7.2 Prüfeinrichtung 42
4.7.3 Probekörper 42
4.7.4 Durchführung 42
4.7.5 Berechnungen und Ergebnisse 43
4.8 Prüfverfahren zur Bestimmung der Knitterfestigkeit über einem Mittelauflager (σ_{WS}) 45
4.8.1 Kurzbeschreibung 45
4.8.2 Prüfeinrichtung 46
4.8.3 Probekörper 46
4.8.4 Durchführung 47
4.8.5 Berechnungen und Ergebnisse 47
4.9 Knitterfestigkeit über einem Mittelauflager bei erhöhter Temperatur (σ_{WST}) 50
4.10 Prüfung der Tragfähigkeit bei Punktlasten und bei Begehen 50
4.10.1 Elemente, die Punktlasten ausgesetzt sind 50
4.10.2 Elemente, die einer Belastung durch Begehen ausgesetzt sind 50
4.11 Prüfverfahren zur Bestimmung der aufnehmbaren Endauflagerkraft 52
4.11.1 Kurzbeschreibung 52
4.11.2 Prüfeinrichtung 52
4.11.3 Probekörper 53
4.11.4 Durchführung 54
4.11.5 Berechnungen und Ergebnisse 54
4.12 Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse 55
4.12.1 Bewertung der Leistung 55
4.12.2 Bestimmung der charakteristischen Werte aus den Prüfungen 56
4.12.3 Interpolation und Extrapolation von Prüfergebnissen 57
4.12.4 Charakteristische Werte aus Prüffamilien 57
4.12.5 Bestimmung von γ_M 58
4.13 Verkürztes Prüfprogramm 59
4.13.1 Allgemeines 59
4.13.2 Berechnungs- und Vergleichskriterien – mechanische Eigenschaften 60
4.13.3 Unverkürztes Prüfprogramm - sonstige Eigenschaften 60
5 Prüfverfahren zur Bestimmung der Rohdichte des Kerns und der Elementmasse 61
5.1 Bestimmung der Kerndichte 61
5.1.1 Kurzbeschreibung 61
5.1.2 Prüfeinrichtung 61
5.1.3 Probekörper 61
5.1.4 Durchführung 61
5.1.5 Berechnungen und Ergebnisse 62
5.2 Bestimmung der Elementmasse 62
6 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Elements (U) 62
6.1 Allgemeines 62
6.2 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Bauteilwerkstoffen 62
6.2.1 Kernwerkstoff 62
6.2.2 Deckschichtwerkstoffe, Dichtstoffe und Befestigungswerkstoffe 63
6.3 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Elements ($U_{d,S}$) 63
6.4 Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Elements ($U_{d,S}$) auf der Grundlage von Tabellenwerten 66
7 Prüfverfahren zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit einer Fuge – Beständigkeit gegen Schlagregen bei pulsierendem Druck 68

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

7.1 Kurzbeschreibung 68
7.2 Prüfeinrichtung 68
7.3 Probekörper 68
7.4 Durchführung 69
7.5 Berechnungen und Ergebnisse 69

8 Prüfverfahren zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit einer Fuge 69
8.1 Kurzbeschreibung 69
8.2 Prüfeinrichtung 69
8.3 Probekörper 69
8.4 Durchführung 69
8.5 Berechnungen und Ergebnisse 69

9 Prüfverfahren zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit einer Fuge 70
9.1 Kurzbeschreibung 70
9.2 Prüfeinrichtung 70
9.3 Probekörper 70
9.4 Durchführung 70
9.5 Berechnungen und Ergebnisse 70

10 Prüfverfahren zur Bestimmung der Luftschalldämmung 70
10.1 Kurzbeschreibung 70
10.2 Prüfeinrichtung 70
10.3 Probekörper 70
10.4 Durchführung 70
10.5 Berechnungen und Ergebnisse 70

11 Prüfverfahren zur Bestimmung der Schallabsorption 71
11.1 Kurzbeschreibung 71
11.2 Prüfeinrichtung 71
11.3 Probekörper 71
11.4 Durchführung 71
11.5 Berechnungen und Ergebnisse 71

12 Bestimmung der auf die Dauerhaftigkeit bezogenen Merkmale 71
12.1 Allgemeines 71
12.2 Prüfung DUR1 71
12.2.1 Kurzbeschreibung 71
12.2.2 Prüfeinrichtung 72
12.2.3 Probekörper 72
12.2.4 Durchführung 72
12.2.5 Prüfergebnisse – DUR1 73
12.3 Prüfung DUR2 74
12.3.1 Kurzbeschreibung 74
12.3.2 Prüfeinrichtung 74
12.3.3 Probekörper 75
12.3.4 Durchführung 75
12.3.5 Prüfergebnisse – DUR2 76
12.4 Prüfbericht zu den Dauerhaftigkeitsprüfungen DUR1 und DUR2 76
12.5 Klebeverbindung zwischen Deckschichten und vorgefertigtem Kernwerkstoff (Keilprüfung) 77
12.5.1 Kurzbeschreibung 77
12.5.2 Prüfeinrichtung 78
12.5.3 Probekörper 78
12.5.4 Durchführung 78
12.5.5 Prüfergebnisse – Keilprüfung 79
12.6 Prüfung mit wiederholter Belastung 79
12.6.1 Kurzbeschreibung 79

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

12.6.2 Prüfeinrichtung ... 79
12.6.3 Probekörper ... 80
12.6.4 Durchführung ... 80
12.6.5 Berechnungen und Ergebnisse ... 80
12.7 Prüfung mit plötzlichem Temperaturwechsel ... 80
12.7.1 Kurzbeschreibung ... 80
12.7.2 Prüfanordnung ... 80
12.7.3 Probekörper ... 81
12.7.4 Durchführung ... 81
12.7.5 Berechnungen und Ergebnisse ... 82
12.8 Korrosionsschutz ... 82
12.8.1 Allgemeines ... 82
12.8.2 Sichtbare Oberfläche ... 83
12.8.3 Rückseitiger Überzug ... 83

13 Bestimmung der auf Brandeigenschaften ... 84
13.1 Brandverhalten ... 84
13.1.1 Anleitungen zu Einbau und Befestigung für die Prüfung mit einem einzelnen brennenden Gegenstand nach EN 13823 (SBI-Prüfung) ... 84
13.1.2 Zusätzliche Anleitungen für die Endzündbarkeitsprüfung - Einzelflammentest EN ISO 11925-2:2020 ... 88
13.1.3 Direkter Anwendungsbereich für die Ergebnisse der Prüfung des Brandverhaltens ... 88
13.2 Feuerwiderstand ... 91
13.2.1 Einbau und Befestigung für die Feuerwiderstandsprüfung nach EN 1364-1:2015 — Wände ... 91
13.2.2 Feuerwiderstandsprüfung nach EN 1365-2:2014 — Dächer und (Unter-)Decken ... 95
13.2.3 Anwendungsbereich für die Ergebnisse der Feuerwiderstandsprüfung ... 96
13.3 Zusätzliche Anleitungen zum Brandverhalten von Bedachungen bei Feuer von außen ... 99
13.3.1 Allgemeines ... 99
13.3.2 Einbau und Befestigung für die Prüfung ... 100
13.4 Bestimmung von Menge und Dicke der Klebstoffschicht ... 101
13.4.1 Allgemeines ... 101
13.4.2 Messungen ... 101
13.5 Prüf- und Klassifizierungsberichte hinsichtlich der Eigenschaften zu Brandverhalten und Feuerwiderstand ... 102
13.5.1 Allgemeines ... 102
13.5.2 Prüfbericht ... 104
13.5.3 Klassifizierungsbericht ... 104

14 Bestimmung der Grenzabmaße ... 105
14.1 Allgemeines ... 105
14.2 Grenzabmaße ... 106
14.2.1 Elementdicke und Konformität der Fugen ... 106
14.2.2 Abweichung von der Ebenheit ... 107
14.2.3 Höhe des Metallprofils ... 108
14.2.4 Sickentiefe auf leicht profilierten Deckschichten ... 109
14.2.5 Länge ... 110
14.2.6 Baubreite ... 110
14.2.7 Abweichung von der Rechtwinkligkeit ... 112
14.2.8 Abweichung von der Geradheit ... 113
14.2.9 Längs- und Querwölbung ... 113
14.2.10 Profilraster ... 114
14.2.11 Breiten von Scheitel und Untergurt ... 115

15 Probenahme ... 115

16 Prüfvorschriften für die Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (WPK) ... 116

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

16.1 Allgemeines 116
16.2 Ausgangsstoffe und Bauteile 116
16.2.1 Metalldeckschichten 116
16.2.2 Kernwerkstoffe 116
16.2.3 Klebstoffe 117
16.2.4 Produktprüfung und -bewertung 117
16.2.5 Mechanische Festigkeit 117
16.2.6 Brandeigenschaften 118
16.3 Nichtkonforme Produkte 118
16.4 Änderungsverfahren 118

Literaturhinweise 119

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14509-3:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 128 „Dachdeckungsprodukte für überdeckende Verlegung und Produkte für Außenwandbekleidung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14509:2013 ersetzen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Einleitung

Dieses Dokument ersetzt Anhang A, Anhang B, Anhang C und Anhang D in EN 14509:2013. Die Grundlagen für Werte der zu bestimmenden Merkmale werden für selbsttragende Anwendungen in prEN 14509-1 und für tragende Anwendungen in FprEN 14509-2 dargelegt. Die Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungsbewertung sind in Abschnitt 4 bis Abschnitt 14 angegeben. Die Prüfverfahren für die Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (WPK) sind in Abschnitt 16 angegeben.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Prüfverfahren fest, die zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit, des bauphysikalischen Verhaltens und der Dauerhaftigkeit von werkmäßig hergestellten Sandwich-Elementen mit beidseitigen Metalldeckschichten (im Folgenden: Sandwich-Elemente) für den Einsatz in Elementen sowohl für selbsttragende als auch für tragende Anwendungen in Dächern, in Außen- und Innenwänden (einschließlich Trennwänden) und in (Unter-)Decken in Gebäuden sowie in solchen für Kühlhausanwendungen erforderlich sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 508-1:2014, *Dachdeckungs- und Wandbekleidungsprodukte aus Metallblech — Spezifikation für selbsttragende Dachdeckungsprodukte aus Stahlblech, Aluminiumblech oder nichtrostendem Stahlblech — Teil 1: Stahl*

EN 826:2013, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung*

EN 1363-1:2020, *Feuerwiderstandsprüfungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 1364-1:2015, *Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile — Teil 1: Wände*

EN 1365-2:2014, *Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile — Teil 2: Decken und Dächer*

EN 1602:2013, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Rohdichte*

EN 1607:2013, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene*

EN 1990:2002[1], *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1993-1-4:2006[2], *Eurocode 3 — Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln — Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen*

EN 10169:2010+A1:2012, *Kontinuierlich organisch beschichtete (bandbeschichtete) Flacherzeugnisse aus Stahl — Technische Lieferbedingungen*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 10346:2015, *Kontinuierlich schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse aus Stahl zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen*

EN 12085:2013, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der linearen Maße von Probekörpern*

EN 12114:2000, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Luftdurchlässigkeit von Bauteilen — Laborprüfverfahren*

---

1 Wie durch EN 1990:2002/A1:2005 beeinflusst.

2 Wie durch EN 1993-1-4:2006/A1:2015 und EN 1993-1-4:2006/A2:2020 beeinflusst.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

EN 12865:2001, *Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Bauteilen — Bestimmung des Widerstandes des Außenwandsystems gegen Schlagregen bei pulsierendem Luftdruck*

EN 13162:2012+A1:2015, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) — Spezifikation*

EN 13163:2012+A2:2016, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) — Spezifikation*

EN 13164:2012+A1:2015, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) — Spezifikation*

EN 13165:2013+A2:2016, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PU) — Spezifikation*

EN 13166:2012+A2:2016, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzschaum (PF) — Spezifikation*

EN 13501-1:2018, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

EN 13823:2020, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten — Thermische Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand für Bauprodukte mit Ausnahme von Bodenbelägen*

prEN 14509-1:2021, *Werkmäßig hergestellte Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten — Teil 1: Selbsttragende Anwendungen*

prEN 14509-2:2021, *Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten — Werkmäßig hergestellte Produkte — Spezifikationen — Teil 2: Tragende Anwendungen — Befestigungen und mögliche Nutzung zur Stabilisierung von einzelnen tragenden Bauteilen*

prEN 14509-5:2021, *Werkmäßig hergestellte Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten — Teil 5: Berechnungsmethoden. Bestimmungskriterien für die Kombination von Einwirkungen und Spannweiten*

EN 15254-5, *Erweiterter Anwendungsbereich der Ergebnisse von Feuerwiderstandsprüfungen — Nichttragende Wände — Teil 5: Sandwichelemente in Metallbauweise*

EN ISO 354:2003, *Akustik — Messung der Schallabsorption in Hallräumen (ISO 354:2003)*

EN ISO 717-1:2020, *Akustik — Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 1: Luftschalldämmung (ISO 717-1:2020)*

EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1)*

EN ISO 6946:2017, *Bauteile —Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO 6946:2017)*

EN ISO 10140-1:2021, *Akustik — Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand — Teil 1: Anwendungsregeln für bestimmte Produkte (ISO 10140-1:2021)*

EN ISO 10140-2:2021, *Akustik — Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand — Teil 2: Messung der Luftschalldämmung (ISO 10140-2:2021)*

EN ISO 10211:2017, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2017)*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

EN ISO 10456:2007, *Baustoffe und Bauprodukte — Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte (ISO 10456:2007)*

EN ISO 11654:1997, *Akustik — Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden — Bewertung der Schallabsorption (ISO 11654:1997)*

EN ISO 11925-2:2020, *Prüfungen zum Brandverhalten — Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung — Teil 2: Einzelflammentest (ISO 11925-2:2020)*

EN ISO 12572:2016, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit — Verfahren mit einem Prüfgefäß (ISO 12572:2016)*

ISO 12491, *Statistical methods for quality control of building materials and components*

CEN/TS 1187, *Test methods for external fire exposure to roofs*

3 Begriffe, Symbole, Indizes und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1
Einheit
zusammenhängende Elemente mit Fugen als ihre festen Bestandteile, wie an das Werk geliefert

3.1.2
Selbsthaftung
automatische Haftung des Kerns an der/den Deckschicht(en) ohne Anwendung eines Klebstoffs

3.1.3
aufnehmbares Biegemoment
höchstes, während der Prüfung an einem einzelnen Element aufgezeichnetes Biegemoment

3.1.4
Biegetragfähigkeit
charakteristischer Wert des aufnehmbaren Biegemoments, bestimmt auf der Grundlage einer Versuchsreihe

3.1.5
Kleber
Verklebung
Haftung zwischen der/den Deckschicht(en) und dem Kern, die gewöhnlich durch Verkleben entsteht

3.1.6
(Unter-)Decke
Eindeckung über einem Innenbereich

3.1.7
Kern
Schicht aus einem Werkstoff mit wärmedämmenden Eigenschaften, die beidseitig mit Metalldeckschichten verklebt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Elementen mit speziellen Kantenausführungen in den Längsfugen können andere Kernwerkstoffe als der Hauptdämmkern verwendet werden (z. B. für verbessertes Verhalten bei Brandeinwirkung), wenn diese Kantenausführungen keinen Einfluss auf die mechanische Leistung des Elements haben.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

3.1.8
Dauerhaftigkeit
Fähigkeit des Elements, den Klimaeinflüssen zu widerstehen und die Abnahme der mechanischen Festigkeit auszugleichen, die sich mit der Zeit aufgrund von Faktoren, wie z. B. Temperatur, Luftfeuchte, Frost-Tau-Wechsel und deren verschiedene Kombinationen, ergibt

3.1.9
Kante
Längsrand
Seite des Elements, an der benachbarte Elemente in derselben Ebene angrenzen

3.1.10
Deckschicht
ebenes, leicht profiliertes oder profiliertes dünnes Metallprofil, das kraftschlüssig mit dem Kern verbunden ist

3.1.11
ebene Deckschicht
Deckschicht ohne gewalzte oder gepresste Profilierung sowie ohne hervorstehende Verstärkungsrippen

3.1.12
teilverklebte Deckschicht
Metalldeckschicht, deren Verklebung mit dem Kern der Beanspruchbarkeit von Sandwich-Elementen angemessen ist, jedoch nicht die gesamte Oberfläche des Kerns einschließt

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiel dafür ist eine trapezförmig profilierte Deckschicht mit Freiräumen zwischen erhöhten Profilen und dem Kern.

3.1.13
teilverklebtes Element
Element, bei dem eine oder beide Deckschichten teilverklebt sind

3.14
Fuge
Berührungsfläche zwischen zwei Elementen, bei denen die aufeinandertreffenden Kanten so ausgeführt sind, dass die Elemente in derselben Ebene aneinandergrenzend verlegt werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Fuge kann ineinandergreifende Teile umfassen, die die mechanischen Eigenschaften des Systems sowie dessen wärmetechnische und akustische Eigenschaften und das Brandverhalten verbessern sowie die Luftbewegung begrenzen.

Anmerkung 2 zum Begriff: 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.

3.1.15
Lamelle
Kernwerkstoff aus Mineralwolle, die vor der Verklebung geschnitten und mit den Fasern senkrecht zu den Deckschichten ausgerichtet wurde

3.1.16
leicht profilierte Deckschicht
Deckschicht mit einem gewalzten oder gepressten Profil von höchstens 5 mm Tiefe

3.1.17
vorgefertigt, vorgeformt
Bauteil oder Werkstoff, das/der für die Produktion der Elemente in einem für den direkten Einbau in das Sandwich-Element bereiten Zustand geliefert wird

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

3.1.18
Sandwich-Element
Bauprodukt, das aus zwei beiderseits eines Kerns angeordneten Metalldeckschichten besteht, wobei der Kern aus einem wärmedämmenden Werkstoff besteht und so kraftschlüssig mit den beiden Deckschichten verbunden ist, dass die drei Bestandteile bei Belastung gemeinsam wirken

3.1.19
(Arbeits-)Schicht
Produktionszeitraum während eines Arbeitstages, dessen Dauer gewöhnlich 6 h bis 8 h beträgt, jedoch auch kürzer sein kann

3.1.20
Längsstoß
Profilierung eines oder beider Deckschichtwerkstoffs/e parallel zum Längsrand des Elements, die so am benachbarten Element anliegt, dass eine ineinandergreifende oder überlappende Fuge entsteht

3.1.21
Knitterfestigkeit
Festigkeit, die den charakteristischen Wert der Knitterspannung darstellt

3.1.22
Knitterspannung
Spannung in der druckbeanspruchten Deckschicht eines Elements unter Biegebeanspruchung im Moment der Versagenslast

3.2 Symbole, Indizes und Abkürzungen

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole, Indizes und Abkürzungen:

3.2.1 Symbole

A	Querschnittsfläche (volle Breite des Elements oder je Breiteneinheit)
B	Biegesteifigkeit (volle Breite des Elements oder je Breiteneinheit), Gesamtbreite des Elements/Probekörpers
C	Verhältnis
D	Gesamtdicke des Elements
E	Elastizitätsmodul
F	Kraft, Last, Auflagerreaktion
G	Schubmodul, ständige Beanspruchung
I	Trägheitsmoment
L	Stützweite, Abstand, Auflagerbreite (L_s)
M	Biegemoment

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

N	axiale Druckkraft
Q	veränderliche Beanspruchung
R	Widerstand, Schalldämm-Maß (R_w), Reflexionsvermögen (R_G), Zugfestigkeit (R_{DUR}, R_{24})
S	Schubsteifigkeit, Wert einer Lasteinwirkung, Einwirkung einer Beanspruchung
T	Temperatur
U	Wärmedurchgangskoeffizient, Wärmedurchgangskoeffizient einschließlich Einfluss der Fugen $U_{d,s}$
V	Scherkraft
a	Abstand zwischen den Clips (6.4)
b	Breite eines Probekörpers, Plattenbreite, Breite der Rippen/Untergurte, Wölbung
d	Höhe eines Deckschichtprofils oder Sickentiefe, Kernschichtdicke (d_c)
e	Abstand zwischen den Schwerpunkten von Deckschichten, Basis der natürlichen Logarithmen ($e = 2{,}718\ 282$)
f	Festigkeit, Streckgrenze, Beiwert des Wärmedurchgangskoeffizienten (f_{joint})
h	Profilhöhe, Dicke (z. B. Kleber)
k	Parameter (4.11.5.2 Lastaufnahmevermögen des Auflagers), Korrekturfaktor
l	Länge, Abweichung
m	Masse
n	Anzahl der Prüfungen, Anzahl der Schrauben, Anzahl der Stege
p	Profilraster

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

q	Verkehrslast
r	Radius
s	Steglänge (s_{w1})
t	Dicke des Deckschichtprofils
v	Variationskoeffizient
w	Durchbiegung, Verschiebung, Stauchung, Baubreite
x, y, z	Koordinaten
α	Parameter (4.6.5.4), Wärmeausdehnungskoeffizient, Schallabsorption (α_w), Verhältnis (4.4.5.3)
β	Parameter (4.6.5.4)
δ	Abweichung
ϕ	Winkel
γ	Schubverformung, Teilsicherheitsbeiwert
λ	Wärmeleitfähigkeit, λ_{design} (Bemessungswert), Verhältnis (4.4.5.3)
φ	Kriechfaktor
σ	Knitterfestigkeit, Standardabweichung
τ	Schubspannung
ρ	Koeffizient, Dichte

3.2.2 Indizes

C	Kern
D	deklarierter Wert (R_D, λ_D)
F	Deckschicht, Beanspruchung (γ_F)
G	Eigenlast, Grad
M	Werkstoff (γ_M)
Q	veränderliche Beanspruchung
S	Sandwichanteil des Querschnitts
adj	korrigiert
b	Biege- bzw. Biegung, elastische Dehnung

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

c	Druck,
	Träger (13.4.2.3),
	Clip ($f_{\mathrm{joint,c}}$)
d	Bemessung
e	außen,
	zusätzliche Dicke der Hauptprofile (Δe)
eff	wirksam
f	Last, Deckschicht (λ_{fi})
i	innen (λ_{fi})
i, j	Index
k	charakteristischer Wert
lin	linear
m	Werkstoff
nom	Nenn-
nc	ohne Clip ($f_{\mathrm{joint,nc}}$)
obs	beobachtet (z. B. Ergebnis)
q	gleichförmige Last
s	Auflager (L_{s} = Auflagerbreite),
	Sicken,
	Oberfläche (R_{s1})
t	Zug,
	Zeit,
	zum Messen der Grenzabmaße relevante Dicke
tol	Grenzabmaß (normal oder eingeschränkt)
tr	Verkehr (C_{tr})
u	Grenz-, Höchst- (F_{u})
v	Schub-, Varianz
w	Wind,
	Steg,
	Knitter- (σ_{w}),
	bewertet (R_{w})
y	Streckgrenze
0	Anfangswert,
	Breiteneinheit,
	Zeit (z. B. $t = 0$)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

1 äußere Deckschicht,
obere Deckschicht

2 innere Deckschicht,
untere Deckschicht

3.2.3 Abkürzungen

CWT klassifiziert ohne Prüfung (en: **C**lassified **W**ithout **T**esting)

EPS expandiertes Polystyrol (en: **E**xpanded **P**oly**S**tyrene)

WPK **w**erkseigene **P**roduktions**k**ontrolle

MW Mineralwolle (en: **M**ineral **W**ool)

PCS Verbrennungswärme (fr: **P**ouvoir **C**alorifique **S**upérieur)

PU Polyurethan-Hartschaum (en: Rigid **P**oly**U**rethane foam) [die Abkürzung PU umfasst auch **P**oly**I**socyanu**R**at-Schaum (PIR)]

PF Phenolharzschaum (en: **P**henolic **F**oam)

XPS extrudierter Polystyrolschaum (en: E**X**truded **P**oly**S**tyrene foam)

4 Prüfverfahren zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit

4.1 Prüfung der Querzugfestigkeit senkrecht zum Element

4.1.1 Kurzbeschreibung

Mit dieser Prüfung werden die Querzugfestigkeit des Elements und der Elastizitätsmodul des Kernwerkstoffs gemessen.

Der charakteristische Wert der Querzugfestigkeit des Elements ist nach EN 1607:2013, Abschnitt 4, und den folgenden Unterabschnitten zu bestimmen.

4.1.2 Prüfeinrichtung

Die Zugprüfmaschine muss EN 1607:2013, Abschnitt 5, entsprechen.

4.1.3 Probekörper

Die Konditionierung der Probekörper muss EN 1607:2013, 6.4, entsprechen. Bei der Durchführung der Prüfung müssen die Deckschichten des Elements unversehrt (in vorgesehener Lage) sein, um so die Haftzugfestigkeit zwischen den Deckschichten und dem Kern zu erfassen oder den ausreichenden Verbund nachweisen zu können.

Bei Elementen mit profilierten Deckschichten sind die Probekörper aus einem Bereich mit der vorherrschenden Dicke zu schneiden (siehe Beispiele in Bild 1).

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

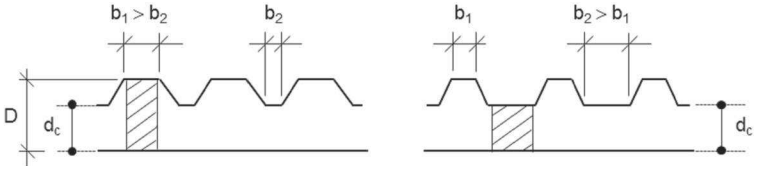


Bild 1 — Schneiden der Probekörper

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

Bei teilverklebten Elementen sind die Probekörper aus dem vollständig verklebten Teil des Querschnitts zu entnehmen (siehe rechtes Beispiel in Bild 1).

Die Maße des Probekörpers sind nach EN 12085:2013, Abschnitt 7, zu messen. Die Grenzabweichung des Seitenmaßes muss ±3 mm betragen.

ANMERKUNG 1 Probekörper reagieren äußerst empfindlich auf den Schneidvorgang sowie hinsichtlich der Prüfgenauigkeit, insbesondere bei den Messungen während des Zugversuchs. Beim Schneidvorgang ist angemessene Sorgfalt notwendig, insbesondere 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 einen vergleichbaren Werkstoff zu legen, um die Schwingung während des Schneidvorgangs zu verringern. Es wird empfohlen, die Probekörper nach dem Schneiden eingehend zu untersuchen. Probekörper, die aufgrund des Schneidvorgangs Delaminierung aufweisen, werden verworfen (höchstens bis zu 30 % derjenigen, die für die jeweilige Prüffamilie geschnitten wurden).

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

Zusätzliche dünne Schichten dürfen auf die Deckschichten geklebt werden, um sicherzustellen, dass die Lasteinwirkplatten der Prüfmaschine zu Beginn des Zugversuchs parallel zueinander sind.

ANMERKUNG 2 Alternativ 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 ineinanderpassen.

Bild 2 — Beispiele für Probekörper mit geformten Füllstücken

4.1.4 Durchführung

Die Prüfung ist mit einer durchgehenden oder in mindestens 10 Stufen erfolgenden Belastung des Probekörpers mit Hilfe einer Zugprüfmaschine durchzuführen. Die Verformungsgeschwindigkeit muss einen Wert von mindestens 1 % d_c je Minute und höchstens 3 % d_c je Minute aufweisen. Die Ergebnisse müssen mit einer Genauigkeit von 1 % des Mittelwerts bewertet werden.

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

Die Prüfungen sind unter üblichen Laborbedingungen bezüglich Temperatur und Luftfeuchte durchzuführen, ausgenommen bei Durchführung der Prüfung bei erhöhten Temperaturen (4.1.6).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.1.5 Berechnungen und Ergebnisse

4.1.5.1 Allgemeines

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

Im Prüfbericht sind der charakteristische Wert (4.12.2) der Zugfestigkeit und die Versagensart anzugeben, d. h., ob das Versagen in der Klebstoffschicht oder im Kern aufgetreten ist.

4.1.5.2 Querzugfestigkeit des Elements (f_{Ct})

Eine Last-Verformungs-Kurve ist zu zeichnen (siehe Bild 3), und die Zugfestigkeit ist wie folgt zu berechnen.

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

$$f_{Ct} = \frac{F_u}{A} \tag{1}$$

Dabei ist

F_u die Grenzlast;

A die anhand der gemessenen Maße bestimmte Querschnittsfläche des Probekörpers.

ANMERKUNG Bei Probekörpern, die keine eindeutig definierte Grenzlast aufweisen, darf F_u alternativ als die Last bei einer festgelegten relativen Verformung definiert werden. Bei Polyurethanschäumen darf eine relative Verformung von 10 % (0,1 d_c) als angemessener Grenzwert angesehen werden. Bei Werkstoffen mit steiferer oder ohne Zellstruktur darf ein niedrigerer Wert angesetzt werden.

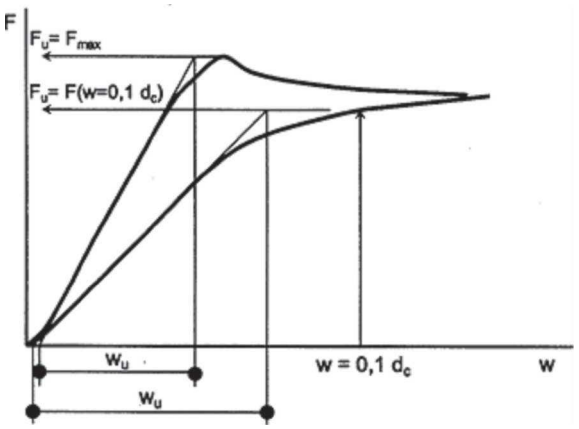


Bild 3 — Last-Verformungs-Kurve (F_U gegen Verschiebung w')

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

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.1.5.3 Querzugmodul des Elements (E_{Ct})

Im Prüfbericht sind auch der charakteristische und der Mittelwert des Querzugmoduls des Elements anzugeben. Das Querzugmodul E_{Ct} wird durch Gleichung (2) gegeben und anhand des linearen Teils der Last-Dehnungs-Kurve, vorzugsweise zwischen den Lasteinleitungspunkten 20 % und 50 % der Grenzlast, berechnet:

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

Dabei ist

F_u die Grenzlast;

h_c die Dicke des Probekörpers;

w_u die ideale Verschiebung bei Grenzlast, beruhend auf dem linearen Teil der Kurve nach Bild 3. Der lineare Teil ist der Kurvenabschnitt zwischen ungefähr 20 % und 40 % der Höchstlast;

A die anhand der gemessenen Maße bestimmte Querschnittsfläche des Probekörpers.

4.1.5.4 Querzugfestigkeit und -modul des Elements bei erhöhter Temperatur

Für die Bestimmung der Querzugfestigkeit und des Querzugmoduls des Elements ist die in 4.1.1 bis 4.1.5 beschriebene Prüfung auch an Probekörpern durchzuführen, die in einer Wärmekammer für 20 h bis 24 h bei einer Temperatur von 80^{+3}_{-1} °C erwärmt wurden. Der Zugversuch ist unverzüglich durchzuführen, bevor sich der Probekörper abgekühlt hat. Falls die Anwendung andere Temperaturen erfordert, kann die Vorkonditionierung und Prüfung auch bei dieser Temperatur durchgeführt werden, sofern die Probekörper 20 h bis 24 h in einer Wärmekammer erwärmt wurden.

Es wird empfohlen, die Prüfung durchzuführen, indem die Probekörper zusammen mit den Lasteinwirkplatten auf eine Temperatur geringfügig oberhalb 80 °C erwärmt werden und dann der Zugversuch erfolgt, bevor der Probekörper unter 80 °C abgekühlt ist (Grenzwerte 80^{+3}_{-1} °C).

Der charakteristische Wert für die Querzugfestigkeit und das Querzugmodul des Elements bei erhöhter Temperatur ist in den Prüfbericht aufzunehmen.

4.2 Prüfung der Druckfestigkeit

4.2.1 Kurzbeschreibung

Mit dieser Prüfung werden die Druckfestigkeit und der Druck-E-Modul bestimmt.

Der charakteristische Wert der Druckfestigkeit ist nach EN 826:2013, Abschnitt 4 und den folgenden Unterabschnitten zu bestimmen.

4.2.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung muss EN 826:2013, Abschnitt 5, entsprechen.

4.2.3 Probekörper

Die Konditionierung der Probekörper muss EN 826:2013, 6.4, entsprechen. Die Probekörper sind nach 4.1.3 herzustellen. Sofern aufgrund des Profils der Deckschicht(en) die Verwendung von Füllstücken erforderlich ist, dürfen diese nicht mit der Lasteinwirkplatte verklebt werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.2.4 Durchführung

Der Probekörper ist zwischen die beiden parallelen steifen Lasteinwirkplatten einer Druckprüfmaschine einzubringen. Die Verformungsgeschwindigkeit muss einen Wert von mindestens 1 % d_c je Minute und höchstens 3 % d_c je Minute aufweisen. Die Ergebnisse müssen mit einer Genauigkeit von 1 % des Mittelwerts bewertet und es muss eine Last-Verformungs-Kurve gezeichnet werden (siehe Bild 3).

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

4.2.5 Berechnungen und Ergebnisse

4.2.5.1 Allgemeines

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

Der Prüfbericht muss den charakteristischen Wert (4.12.2) für die Druckfestigkeit angeben.

4.2.5.2 Druckfestigkeit (f_{Cc})

Die Druckfestigkeit f_{Cc} ist unter Verwendung von Gleichung (3) zu berechnen:

$$f_{Cc} = \frac{F_u}{A} \tag{3}$$

Dabei ist

F_u die Grenzlast;

A die anhand der gemessenen Maße bestimmte Querschnittsfläche des Probekörpers.

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

4.2.5.3 Druck-E-Modul (E_{Cc})

Der Prüfbericht muss auch den charakteristischen und mittleren Druck-E-Modul angeben. Der Druck-E-Modul wird anhand des linearen Teils der Last-Verformungs-Kurve, vorzugsweise zwischen den Lasteinleitungspunkten 20 % und 50 % der Grenzlast, berechnet.

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

$$E_{Cc} = \frac{F_u h_C}{w_u A} \tag{4}$$

Dabei ist

F_u die Grenzlast;

h_{c-} die Dicke des Probekörpers;

w_u die ideale Verschiebung bei Grenzlast, beruhend auf dem linearen Teil der Kurve nach Bild 3. Der lineare Teil ist der Kurvenabschnitt zwischen ungefähr 20 % und 40 % der Höchstlast;

A die anhand der gemessenen Maße bestimmte Querschnittsfläche des Probekörpers.

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.3 Schubfestigkeit und Schubmodul – Scherbalken – Kurzzeit-Belastung

4.3.1 Kurzbeschreibung

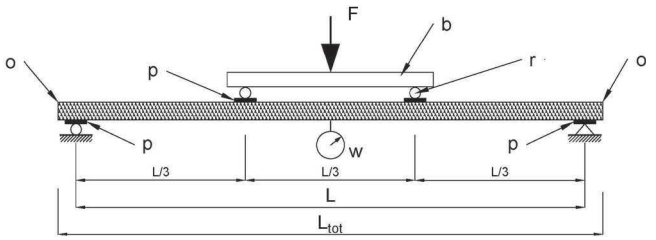
Anhand dieser Prüfung werden Schubfestigkeit und Schubmodul bestimmt. Die Prüfung gilt als Referenzverfahren. Es wird die vom Probekörper beim Schubversagen erreichte Grenzlast gemessen, und der Schubmodul wird anhand der Last-Verformungs-Kurve berechnet.

4.3.2 Prüfeinrichtung

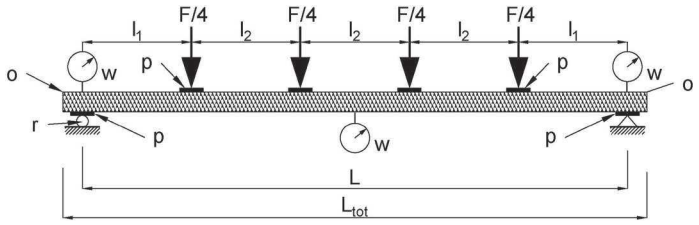
Die Prüfeinrichtung für die Zweipunktbelastung ist als Beispiel in Bild 4 a dargestellt. Falls kein Schubversagen erreicht wird, darf eine Prüfanordnung für eine Vierpunktbelastung nach Bild 4 b verwendet werden.

Lastverteilungsplatten aus Stahl (p) sind unterhalb der Lasteinleitungspunkte und auf den Auflagern zu verwenden. Die Dicke der Lastverteilungsplatten muss zwischen 8 mm und 12 mm betragen.

Die Breite L_s der Lastverteilungsplatten am Auflager und an den Lasteinleitungspunkten muss mindestens 60 mm betragen. Dieser Wert ist nach Bedarf zu vergrößern, um ein örtliches Eindrücken des Kerns zu verhindern und die höchstmögliche Versagensschubspannung zu erreichen. Der freie Abstand zwischen Lastplatte und Auflagerplatte muss mindestens 1,2 d_c betragen.



a) Prüfanordnung für Zweipunktbelastung



b) Prüfanordnung für Vierpunktbelastung

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

Bild 4 — Beispiel einer Prüfung auf Scherbalken mit Zwei- bzw. Vierpunktbelastung

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.3.3 Probekörper

Die Probekörper müssen mindestens 6 h bei (23 ± 2) °C gelagert werden.

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

Die Deckschichten dürfen leicht profiliert sein.

Bei allen Kernwerkstoffen, mit Ausnahme von MW-Lamellen, muss die Breite des Probekörpers (100 ± 2) mm betragen. Bei MW-Lamellen muss die verwendete Breite ≥ 100 mm sein und so gewählt werden, dass mindestens eine volle Lamellenbreite eingeschlossen ist. Innerhalb der Probekörperlänge dürfen keine Stöße der Lamellen oder des vorgeformten Kernwerkstoffs liegen.

ANMERKUNG 1 Zur Bestimmung der Schubfestigkeit und des Schubmoduls bei Elementen mit größerer Dicke und Elementen mit Lamellenkernen ist vorzugsweise die in 4.4 beschriebene Prüfung zu verwenden.

Die Stützweite L ist so zu wählen, dass ein Schubversagen erreicht wird. Sofern mit der für die Prüfung gewählten Stützweite kein mit der Darstellung in Bild 5 vergleichbares Schubversagen erreicht wird, muss die Stützweite in Stufen von 100 mm bis zum Schubversagen verringert werden. Nachfolgende Prüfungen sind dann mit der verminderten Stützweite durchzuführen.

ANMERKUNG 2 Bei Elementen mit größerer Dicke können Stützweiten von mehr als 1 000 mm von Vorteil sein.

Führt die Prüfung nicht zu Schubversagen, dürfen die Ergebnisse als sicher betrachtet und für die Bewertung der Leistung und die WPK verwendet werden.

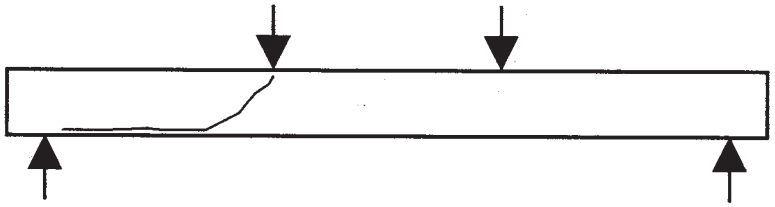


Bild 5 — Typisches Schubversagen

4.3.4 Durchführung

Der Probekörper ist mit Punktlasten zu belasten. Die Prüfanordnung kann Bild 4 entsprechen. Die Belastungsgeschwindigkeit muss gleichmäßig sein und innerhalb von 1 min bis 5 min nach Beginn der Prüfung zum Versagen führen. Die Ergebnisse müssen mit einer Genauigkeit von 1 % des Mittelwerts bewertet werden. Die Belastung ist bis zum Versagen fortzusetzen, und eine Last-Verformungs-Kurve ist zu zeichnen.

Falls diese Prüfanordnung nicht zu Schubversagen führt, dürfen Prüfverfahren mit vier Lasteinleitungspunkten angewendet werden, um ein Schubversagen zu erreichen. Die Prüfungen sind unter üblichen Laborbedingungen bezüglich Temperatur und Luftfeuchte durchzuführen.

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

4.3.5 Berechnungen und Ergebnisse

4.3.5.1 Allgemeines

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

Im Prüfbericht sind der charakteristische Wert (4.12.2) der Schubfestigkeit und die Versagensart anzugeben, d. h., ob das Versagen in der Deckschicht oder im Kern aufgetreten ist.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.3.5.2 Schubfestigkeit (f_{Cv})

Der Grenzwert der Schubfestigkeit f_{Cv} des Kernwerkstoffs ist aus der beim Schubversagen maximal erreichten Belastung des Probekörpers wie folgt (4.5) zu berechnen:

$$f_{Cv} = k_v \frac{F_u}{2Be} \tag{5}$$

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 Minderungsfaktor für Stöße in vorgeformten oder Lamellen-Kernen.

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

Wird keine Verringerung berücksichtigt, ist es wichtig, dass die Fugen zwischen den Lamellenenden vollständig verbunden sind, gewöhnlich durch Verklebung. Dies ist nachzuweisen.

Bei Elementen mit auf der Baustelle geschäumtem oder in einem Stück vorgefertigtem Kernwerkstoff bzw. bei Elementen mit verklebtem Stoß ist $k_v = 1{,}0$. Bei sonstigen Elementen mit vorgeformtem oder Lamellen-Kern ist, sofern kein besseres Ergebnis durch Prüfung einer vollen Elementbreite nach 4.4 nachgewiesen werden kann, k_v durch Gleichung (6) zu berechnen:

$$k_v = \frac{Mindestbreite\ von\ ungeschnittenem\ Kernwerkstoff\ entlang\ einer\ Linie\ von\ Schnittkanten}{volle\ Breite\ des\ Elements} \tag{6}$$

Ist der Abstand in Längsrichtung zwischen den Stößen geringer als 5 cm, sind diese als ein Stoß zu behandeln.

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

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

4.3.5.3 Schubmodul des Elements unter Ausschluss der Wirkung der profilierten Deckschicht (G_C)

Für jeden Probekörper ist der Schubmodul G_C aus der Steigung des geraden Teils der Last-Verformungs-Kurve $\frac{\Delta F}{\Delta w}$ nach Gleichung (7) und Gleichung (8) zu berechnen:

Bei der Zweipunktbelastung gilt Folgendes:

Biegesteifigkeit

$$B_S = \frac{E_{F1} \cdot A_{F1} \cdot E_{F2} \cdot A_{F2}}{E_{F1} \cdot A_{F1} + E_{F2} \cdot A_{F2}} \tag{7}$$

Biegeverformung

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

Schubverformung

$$\Delta w_S = \Delta w - \Delta w_B$$

Schubmodul

$$G_C = \frac{\Delta F L}{6 A_C \Delta w_S}$$

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Bei der Vierpunktbelastung gilt Folgendes für Werte $l_1 = 0{,}285$ L und $l_2 = 0{,}123$ L (siehe Bild 4 b):

Biegesteifigkeit

$$B_S = \frac{E_{F1} \cdot A_{F1} \cdot E_{F2} \cdot A_{F2}}{E_{F1} \cdot A_{F1} + E_{F2} \cdot A_{F2}} \quad (8)$$

Biegeverformung

$$\Delta w_B = \frac{\Delta F L^3}{55{,}97 B_S}$$

Schubverformung

$$\Delta w_S = \Delta w - \Delta w_B$$

Schubmodul

$$G_C = \frac{\Delta F L}{5{,}77 A_C \Delta w_S}$$

Dabei ist

E_{F1} der Elastizitätsmodul der oberen Deckschicht;

E_{F2} der Elastizitätsmodul der unteren Deckschicht;

A_{F1} die gemessene Querschnittsfläche der oberen Deckschicht ausgehend von der gemessenen Kernmetalldicke (Metalldicke minus Dicke der Beschichtung, sofern verwendet);

A_{F2} die gemessene Querschnittsfläche der unteren Deckschicht ausgehend von der gemessenen Kernmetalldicke;

e der gemessene Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten;

Δw die Durchbiegung in der Feldmitte bei einer Lastzunahme ΔF, die aus der Steigung des linearen Teils der Last-Verformungs-Kurve zu entnehmen ist;

d_C die durchgehende Dicke des Kernwerkstoffs, ausgenommen der Dicke der beiden Deckschichten;

A_c die Scherfläche des Elements $= B * e^2/d_C$

L die Stützweite des Probekörpers beim Schubversagen.

Bei einer anderen Prüfanordnung als der Prüfanordnung in Bild 4 ist die Gleichung zur Berechnung des Schubmoduls G anhand der entsprechenden Literatur [4] abzuleiten.

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

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

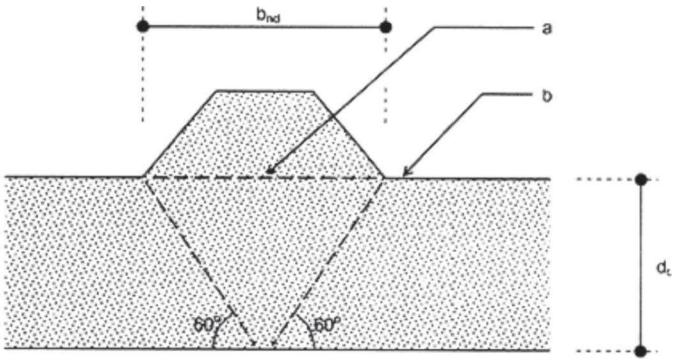
4.3.5.4 Teilverklebte Elemente

Ist der Kern nicht vollständig mit den Deckschichten verbunden, sind die Werte für die Deklaration bei Verwendung der Prüfung auf Scherbalken ohne profilierte Deckschichten unter Anwendung der folgenden Verfahren anhand der Maße nach Bild 6 zu berechnen.

ANMERKUNG Es ist wichtig, dass die unverklebte Fläche auf der vollen Breite des Elements nicht zu groß ist und dass die verklebten Flächen eine sichere Mindestgröße aufweisen.

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Die Spannungsverteilung in der unverklebten Fläche (siehe Bild 6 sowie Gleichung (9) und Gleichung (10)) ist durch Prüfung zu verifizieren.



Legende
a unverklebte Fläche (b_{nd} = unverklebte Breite)
b verklebte Fläche
d_c durchgehende Höhe des Kerns

Bild 6 — Teilverklebtes Element

Bei $b_{nd} \leq 2 \cdot d_c \cdot 0{,}58$ hat die unverklebte Fläche lediglich einen geringen Einfluss auf die aufgezeichneten Werte.

Der Wert der Schubfestigkeit f_{Cv} ist unter Verwendung von Gleichung (5) und des Schubmoduls G_C ist unter Verwendung von Gleichung (4.7) zu bestimmen.

Bei $b_{nd} > 2 \cdot d_c \cdot 0{,}58$ sind die Werte entsprechend Gleichung (9) und Gleichung (10) zu verringern.

$$f_{Cv,red} = f_{Cv}\left(1 - \frac{b_{nd} - 1{,}16 d_c}{p}\right) \quad (9)$$

$$G_{C,red} = G_C\left(1 - \frac{b_{nd} - 1{,}16 d_c}{p}\right) \quad (10)$$

Dabei sind

f_{Cv} und G_C unter Verwendung von Gleichung (5) sowie Gleichung (7) und Gleichung (8) zu bestimmen;

p das Profilraster nach Bild 21.

Alternativ sind die Schubfestigkeit f_{Cv} und der Schubmodul G_C nach 4.4 zu bestimmen.

4.4 Schubfestigkeit und Schubmodul – vollständiges Element – Kurzzeit-Belastung

4.4.1 Kurzbeschreibung

Diese Prüfung ist ein Alternativverfahren zu 4.3 und bietet ein zuverlässigeres Verfahren zur Bestimmung der Schubfestigkeit und des Schubmoduls von Elementen mit vorgeformten oder Lamellen-Kernen, bei denen die Fugen zwischen den Kernelementen die Schubeigenschaften beeinflussen können. Der durch die Prüfung ermittelte Wert berücksichtigt den Einfluss der Fuge auf den Schubmodul.

ANMERKUNG 1 Wird diese Prüfung an Elementen mit profilierten Deckschichten vorgenommen, kann ein primäres Versagen aufgrund von Knittern in der profilierten Deckschicht und lediglich ein sekundäres Versagen aufgrund von Schub beim Kern auftreten. Der erzielte Wert kann als Schubfestigkeit verwendet werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Die Gleichungen zur Bestimmung der Schubeigenschaften von Elementen mit profilierten Deckschichten (siehe 4.4.5.3 und 4.4.5.5) werden relativ kompliziert und für das Ermitteln numerischer Lösungen ist die Verwendung von Bemessungsdiagrammen oder Computer-Software erforderlich.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Angaben zu den Gleichungen für Sandwich-Elemente aller Typen sind „Lightweight sandwich construction“ [4] zu entnehmen.

4.4.2 Prüfeinrichtung

Die Prüflast ist entweder mittels Linienlasten über die gesamte Breite des Elements aufzubringen, wie in Bild 4 dargestellt, oder in Form einer gleichmäßig verteilten Last unter Beaufschlagung mit Luftdruck oder einem Teilvakuum, wie in Bild 10 dargestellt. Bei Verwendung einer gleichmäßig verteilten Last ist die aufgebrachte Last mittels Kraftmessdosen statt über den Luftdruck zu messen.

Lastverteilungsplatten aus Stahl sind unterhalb der Lasteinleitungspunkte und auf den Auflagern zu verwenden. Bei Prüfung von Probekörpern mit profilierten Deckschichten unter Aufbringen von Linienlasten muss die Lasteinleitung mittels Querbelastungsbalken aus Holz oder Stahl gemeinsam mit Holz-Lasteinwirkplatten erfolgen (siehe Bild 12).

Die Breite L_s der Lastverteilungsplatten muss mindestens 60 mm betragen. Dieser Wert darf erforderlichenfalls erhöht werden, um ein örtliches Eindrücken des Kerns zu verhindern. Der freie Abstand zwischen Lastplatten und Auflagerplatten muss mindestens 1,2 d_c betragen. Die Dicke der Lastverteilungsplatten muss zwischen 8 mm und 12 mm betragen.

Die Auflagerbedingungen sind so zu wählen, dass die Drehung des Elements um die Auflagerlinie nicht behindert wird.

4.4.3 Probekörper

Die Probekörper müssen mindestens 6 h bei (23 + 2) °C gelagert werden.

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, jedoch in einem Abstand vom Auflager von mindestens der halben Elementdicke.

Die Stützweite muss so gewählt werden, dass sie knapp unterhalb der größten Stützweite liegt, die entsprechend der Versagensart nach Bild 5 zuverlässig zum Schubversagen führt.

ANMERKUNG Fugen im Kernwerkstoff, die in der Nähe des Auflagers liegen, sind kritischer als nahe der Feldmitte liegende Fugen.

Eine sichtbare Druckverformung des Kernwerkstoffs an den Auflagern darf bei der Berechnung des Schubmoduls berücksichtigt werden. In diesem Fall sind die sichtbaren Druckverformungen w_{s1} und w_{s2} über den Auflagern während der Prüfungen zu messen. Die Verformung in Feldmitte w ist dann zu modifizieren durch Subtraktion von

$\left(\frac{w_{s1} + w_{s2}}{2}\right)$ von der gemessenen Verformung w.

Dabei sind

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

Mit Ausnahme aller Schutzüberzüge ist die reine Metalldicke beider Deckschichten an jedem Probekörper (t_{F1}, t_{F2}) zu messen und aufzuzeichnen. Die in den Prüfungen verwendete Fugenanordnung ist im Prüfbericht zu beschreiben.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.4.4 Durchführung

Die Prüfung ist durchzuführen, indem ein Einfeld-Element mit voller Baubreite entweder zwei in gleichmäßigen Abständen aufgebrachten Linienlasten oder einer gleichförmig verteilten Last ausgesetzt wird.

Eine gleichförmig verteilte Last darf mittels Luftdruck aufgebracht werden, der in einer Prüfkammer mit Teilvakuum oder mit Luftsäcken (Airbags) erzeugt wird.

Andere Lasteinleitungspunkte dürfen verwendet und die Eigenschaften entsprechend berechnet werden.

Die Belastungsgeschwindigkeit muss gleichmäßig sein und innerhalb von 1 min bis 5 min nach Beginn der Prüfung zum Versagen führen. Während der Prüfung ist die Verformung mit einer Messunsicherheit von 0,01 mm zu messen. Die Belastung ist bis zum Versagen fortzusetzen, und eine Last-Verformungs-Kurve ist zu zeichnen.

Bei Verwendung dieses Prüfverfahrens zur Bestimmung der Langzeit-Schubfestigkeit ist das Belastungsverfahren nach 4.5 durchzuführen.

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

4.4.5 Berechnungen und Ergebnisse

4.4.5.1 Allgemeines

Die Last F_u beim Versagen gibt die Schubfestigkeit des vollständigen Elements an, einschließlich des Beitrags sowohl des Kerns als auch der Deckschichten.

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

Im Prüfbericht sind der charakteristische Wert (4.12.2) der Schubfestigkeit und die Versagensart anzugeben, d. h., ob das Versagen in der Deckschicht oder im Kern aufgetreten ist.

4.4.5.2 Mit Linienlasten beanspruchte Elemente mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten

Bei Elementen mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten, die mit zwei Linienlasten in den Drittelpunkten der Stützweite beansprucht werden, ist die Schubfestigkeit f_{Cv} wie folgt zu berechnen (4.10):

$$f_{Cv} = \frac{F_u}{2Be} \tag{11}$$

Dabei ist

- F_u die beim Schubversagen des Probekörpers erreichte Traglast, einschließlich Eigenlast und Gewicht vorhandener Belastungsausrüstung;
- B die Breite des Kerns des Probekörpers;
- e der gemessene Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten.

Der Schubmodul G_C muss der Angabe in 4.3.5.3 [Gleichung (4.7)] entsprechen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.4.5.3 Elemente mit einer oder zwei profilierten Deckschichten unter Linienlasten

Bei Elementen mit entweder einer oder zwei profilierten Deckschichten, die zwei an den Drittelpunkten der Stützweite aufgebrachten Lasteinleitungen ausgesetzt sind, ist der Schubmodul G_C anhand des Prüfergebnisses mithilfe der Steigung des linearen Teils der Last-Verformungs-Kurve $\left[\frac{\Delta F}{\Delta w}\right]$ unter Verwendung von Gleichung (12) zu berechnen:

ANMERKUNG Diese Berechnung ist iterativ, da λ vom anfänglich unbekannten Schubmodul abhängig ist.

Dabei ist

$$G_C = \frac{1}{6A_C}\frac{\Delta F}{\Delta w_S}\frac{L}{(1+\propto)^2} \tag{12}$$

Dabei ist

Schubverformung $\Delta w_S = \Delta w - \Delta w_B$;

Δw die Durchbiegung in der Feldmitte bei einer Lastzunahme ΔF;

ΔF von der Steigung des linearen Teils der Last-Verformungs-Kurve genommen;

Biegeverformung

$$\Delta w_B = \frac{\Delta F L^3}{B_S + B_F}\left[\frac{23}{1\,296} - \frac{1}{6 \propto \lambda^2} - \frac{sin\,h\left(\frac{\lambda}{3}\right) \quad h\left(\frac{\lambda}{2}\right)}{\alpha\lambda^3\, sin\,h\,(\lambda)}\right]$$

A_C die Querschnittsfläche des Kerns;

d_C die Höhe des Kerns

$$\alpha = \frac{B_F}{B_S}$$

$$B_F = E_{F1}I_{F1} + E_{F2}I_{F2}$$

$$B_S = \frac{E_{F1}A_{F1}E_{F2}A_{F2}e^2}{E_{F1}A_{F1} + E_{F2}A_{F2}}$$

$$\beta = \frac{B_S d_C}{Be^2 G_C L^2}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{1+\alpha}{\alpha\beta}}$$

und wobei die angenommene Geometrie und die übrigen Symbole in Abschnitt 3 angegeben sind. Die Schubfestigkeit f_{Cv} ist dann unter Verwendung von Gleichung (13) wie folgt zu berechnen:

$$f_{Cv} = \frac{F_u}{2(1+\alpha)A_C}\left[1 - \frac{h\left(\frac{\lambda}{3}\right) + \quad h\left(\frac{2\lambda}{3}\right)}{h\,(\lambda)}\right] \tag{13}$$

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.4.5.4 Belastung von Elementen mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten in Unterdruckkammer oder mit Luftsack (Airbag)

Die Schubfestigkeit f_{Cv} von Elementen unter gleichförmig verteilter Belastung ist unter Verwendung von 4.10 zu berechnen. Der Schubmodul ist anhand der Steigung des linearen Teils der Last-Verformungs-Kurve $\left[\frac{\Delta F}{\Delta w}\right]$ wie folgt (4.13) zu berechnen.

Biegeverformung $$\Delta w_B = \frac{5\Delta F L^3}{384 B_S}$$

Schubverformung $$\Delta w_S = \Delta w - \Delta w_B$$

Schubmodul $$G_C = \frac{\Delta F}{\Delta w_S}\frac{L}{8A_C} \quad (14)$$

Wenn eine Unterdruckkammer verwendet wird und die Auflagerfläche ungeschützt ist und somit vom Luftdruck beeinflusst wird, ist die gemessene Auflagerreaktion durch Multiplikation mit der gemessenen Gesamtlast in folgendem Verhältnis zu verringern:

$$\left(\frac{L - L_s}{L + L_s}\right) \quad (15)$$

Dabei ist

L_s die Breite der Auflagerplatte.

4.4.5.5 Belastung von Elementen mit einer oder zwei profilierten Deckschichten in Unterdruckkammer oder mit Luftsack (Airbag)

Der Schubmodul von Elementen unter gleichförmig verteilter Belastung ist anhand der Steigung des linearen Teils der Last-Verformungs-Kurve $\left[\frac{\Delta F}{\Delta w}\right]$ unter Verwendung von Gleichung (16) zu berechnen, wobei die angenommene Geometrie und die verbleibenden Symbole in Abschnitt 3 angegeben sind:

ANMERKUNG Diese Berechnung ist iterativ, da sie vom anfänglich unbekannten Schubmodul abhängig ist.

Schubmodul $$G_C = \frac{\Delta F}{\Delta w_S}\frac{L}{8(1+\propto)^2 A_C} \quad (16)$$

Dabei ist

Biegeverformung $$\Delta w_B = \frac{\Delta F L^3}{B_S + B_F}\left[\frac{5}{384} - \frac{cos\,h\left(\frac{\lambda}{2}\right) - 1}{\alpha\lambda^4\, cos\,h\left(\frac{\lambda}{2}\right)}\right]$$

Schubverformung $$\Delta w_S = \Delta w - \Delta w_B$$

Die Schubfestigkeit f_{Cv} ist unter Verwendung von Gleichung (17) zu berechnen

$$f_{Cv} = \frac{F_u}{(1+\alpha)A_C}\left[\frac{1}{2} - \frac{h\left(\frac{\lambda}{2}\right)}{\lambda\, cos\,h\left(\frac{\lambda}{2}\right)}\right] \quad (17)$$

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Bei Elementen mit sonstigen Belastungssystemen sind Schubfestigkeit und -modul des Kernwerkstoffs durch Berechnung zu bestimmen. Sofern zutreffend, sind bei dieser Berechnung die profilierten Deckschichten zu berücksichtigen.

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen. Der Prüfbericht muss sowohl die mittleren als auch die charakteristischen Werte für Schubmodul und Schubfestigkeit, in Megapascal (MPa), angeben. Ausschließlich die anhand der vorliegenden Prüfergebnisse bestimmten Mittelwerte des Schubmoduls sind zur Angabe zu verwenden. Der 5-%-Fraktilwert ist für WPK-Zwecke aufzuzeichnen.

Wenn eine Unterdruckkammer verwendet wird und die Auflagerfläche ungeschützt ist und somit vom Luftdruck beeinflusst wird, ist die gemessene Auflagerreaktion durch Multiplikation mit der gemessenen Gesamtlast im Verhältnis nach Gleichung (15) zu verringern.

4.5 Prüfverfahren, Berechnungen und Ergebnisse von Schubversuchen – Langzeit-Belastung

4.5.1 Kurzbeschreibung

Sofern die Leistung für Bemessungszwecke bei Dach- und (Unter-)Deckenanwendungen angegeben werden soll und sofern keine Prüfungen zur Verfügung stehen, ist die Langzeit-Schubfestigkeit bei 2 000 h und 100 000 h zu berechnen mit:

40 % des Kurzzeitwertes, bei φ_t kleiner als oder gleich 2,4 bei 2 000 h; 30 % des Kurzzeitwertes, bei φ_t größer als 2,4 bei 2 000 h.

Dabei ist φ_t der Kriechfaktor nach 4.7.5.

Falls die Kriechfaktoren aus prEN 14509-5:2021, 4.8.6, ohne Prüfung entnommen sind, gilt 4.5 nicht.

4.5.2 Durchführung

Die Prüfanordnung für Langzeit-Belastung beruht auf den Grundsätzen für die Kurzzeit-Belastung. Mithilfe der in Bild 4 beschriebenen Prüfeinrichtung sind Langzeit-Belastungsprüfungen unter Verwendung von Scherbalken durchzuführen. Alternativ kann das Prüfverfahren in 4.4 mit einem vollständigen Element und gleichförmig verteilter Last befolgt werden. 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 $n \geq 5$ Probekörpern über eine Dauer von 6 min $\leq t \leq$ 1 000 h gleichmäßig verteilt ist. Probekörper, die nach $t >$ 1 000 h versagen, dürfen ebenfalls in die Auswertung aufgenommen werden.

Verformungsmessungen sind nicht notwendig.

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

4.5.3 Ergebnisse und Berechnungen

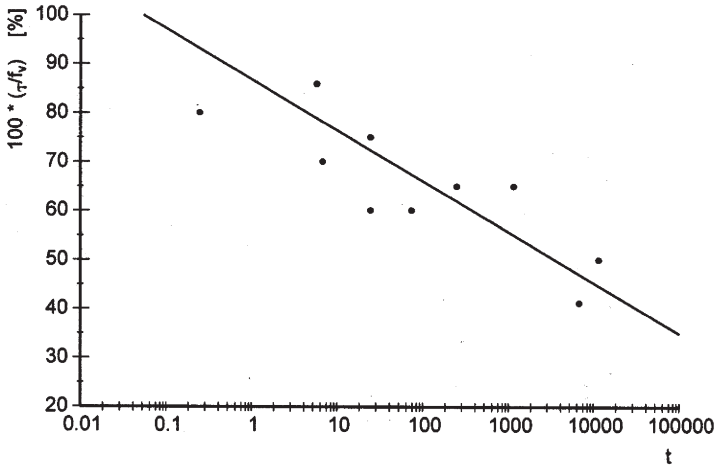
Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

Auf der Grundlage der Prüfergebnisse der Versagensbelastungen ist eine Regressionsgerade zu erstellen (siehe Bild 7), um die Beziehung zwischen der mittleren Langzeit-Schubfestigkeit und der Anfangs-Schubfestigkeit (Kurzzeit-Schubfestigkeit) als Funktion der Beanspruchungsdauer im logarithmischen Maßstab darzustellen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

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



Legende
t Zeit (Stunden)
τ Schubspannung im Probekörper
f_{Cv} Schubfestigkeit (bei Kurzzeit-Beanspruchung)

Bild 7 — Regressionsgerade für die Langzeit-Schubfestigkeit

4.6 Prüfung zur Bestimmung der Knitterfestigkeit eines Einfeld-Elements (σ_w)

4.6.1 Kurzbeschreibung

Diese Prüfung wird verwendet, um die Knitterfestigkeit eines Elements zu bestimmen, dessen Stützweite L ausreichend groß 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 ist dann durch Berechnung zu bestimmen.

Die Knitterfestigkeit jeder Deckschicht (innere und äußere) muss bestimmt werden.

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

4.6.2 Prüfeinrichtung

4.6.2.1 Belastungsanordnung

Bei dieser Prüfung ist ein Einfeld-Element mit vier über die gesamte Breite des Elements einwirkenden Linienlasten (siehe Bild 8 oder Bild 9) oder durch Einwirkung eines mit einer Prüfkammer mit Teilvakuum oder mittels Luftsäcken (Airbags) erzeugten Luftdrucks (siehe Bild 10) zu belasten.

ANMERKUNG Jedes dieser Belastungssysteme ergibt dasselbe maximale Biegemoment.

$$M_u = \frac{F_u L}{8}$$

Dabei ist

F_u die auf das Element einwirkende Gesamt-Grenzlast, einschließlich der Eigenlast des Elements und des Gewichtes der Belastungsausrüstung.

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Im Allgemeinen ist die Belastung durch Kraftmessdosen unterhalb der Auflager zu messen. Alternativ darf die Last, wenn sie durch einen Druckblock und Belastungsbalken aufgebracht wird, mittels Kraftmessdose am Lasteinleitungspunkt gemessen werden.

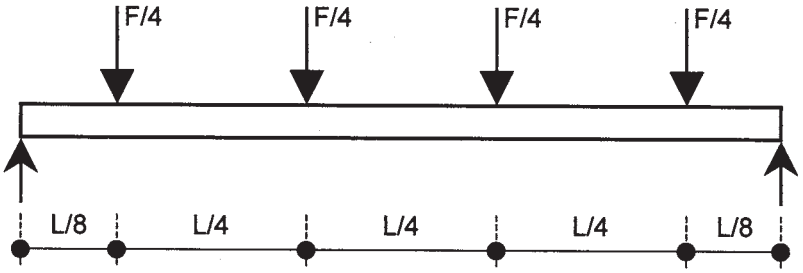


Bild 8 — Einfeld-Element: 4 Linienlasten

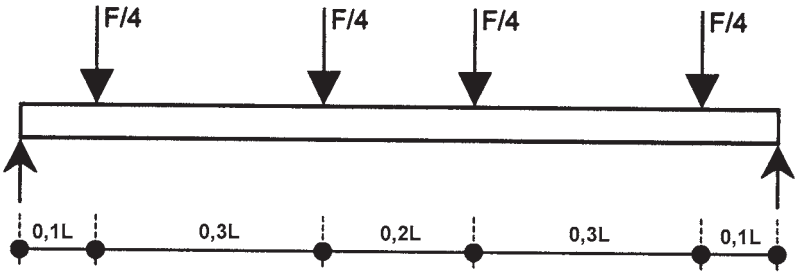
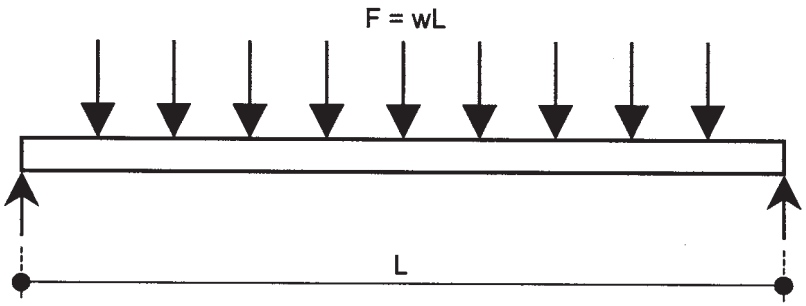


Bild 9 — Einfeld-Element: 4 Linienlasten (alternativ)



Legende
Last je Längeneinheit

Bild 10 — Einfeld-Element: Luftdruck

4.6.2.2 Auflagerbedingungen

Die Auflagerbedingungen sind so zu wählen, dass die Drehung des Elements um die Auflagerlinie nicht behindert wird.

Ein geeignetes Detail der Auflagerausführung für ein Element ist in Bild 11 dargestellt. Die Breite der Auflager muss ausreichen, um ein örtliches Eindrücken des Kerns zu verhindern.

Holzklötze dürfen verwendet werden, um die Verformung einer Seitenrippe zu vermeiden, die keinen Kernwerkstoff enthält.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

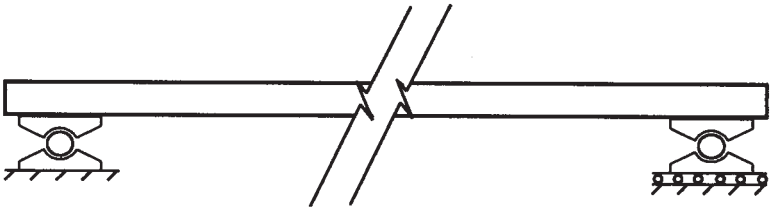


Bild 11 — Detail der Auflagerausführung

Der Überstand von höchstens 50 mm über das Ende der Auflagerplatte hinaus ist in Bild 14 dargestellt.

4.6.2.3 Lasteinleitung über die Elementdeckschichten

Werden Elemente mit leicht profilierten Deckschichten Linienlasten ausgesetzt, sind diese durch Lasteinwirkplatten (siehe Bild 4) aufzubringen.

Lastverteilungsplatten aus Stahl sind unterhalb der Lasteinleitungspunkte und auf den Auflagern zu verwenden. Die Breite L_s der Lastverteilungsplatten am Auflager und an den Lasteinleitungspunkten muss mindestens 60 mm betragen. Dieser Wert ist erforderlichenfalls auf bis zu 200 mm zu erhöhen, um ein örtliches Eindrücken des Kerns zu verhindern. Die Dicke der Lastverteilungsplatten muss zwischen 8 mm und 12 mm betragen.

Wenn Linienlasten 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-Lasteinwirkplatten anzuordnen sind (siehe Bild 12). Die Breite der Lasteinwirkplatten muss ausreichen, um ein Versagen des Kerns unterhalb der Platten zu vermeiden.

Zwischen Lasteinwirkplatten und Prüfelement darf eine Lage aus Filz, Gummi oder einem vergleichbaren Werkstoff gelegt werden, um die Möglichkeit örtlicher Beschädigungen zu verringern.

Linienlasten dürfen nicht direkt auf eine teilverklebte profilierte Deckschicht, d. h. eine Deckschicht mit Leerräumen unterhalb des Profils, aufgebracht werden.

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

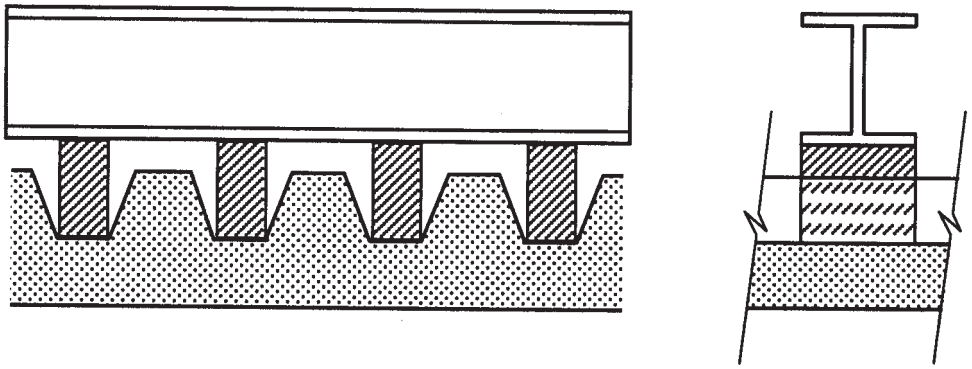


Bild 12 — Lasteinwirkplatten für profilierte Deckschichten

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Sofern die Vertiefungen des Profils mit eingewalzten Sicken versehen sind, müssen die Lasteinwirkplatten entsprechend geformt sein (siehe Bild 13).

Bild 13 — Lasteinwirkplatten für Deckschichten mit Sicken

4.6.3 Probekörper

Die erforderliche Stützweite ist von verschiedenen Faktoren einschließlich der Gesamthöhe d_c des Elements abhängig und so zu wählen, dass Biegeversagen eintritt.

ANMERKUNG 1 Die Werte in Tabelle 1 sind lediglich Leitwerte.

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

Durchgehende Dicke des Kerns (d_c)	Anhaltswert der Stützweite (L)
$d_c < 40$ mm	3,0 m
40 mm $\leq d_c < 60$ mm	4,0 m
60 mm $\leq d_c < 100$ mm	5,0 m
100 mm $\leq d_c < 240$ mm	$\geq$ 6,0 m
$d_c \geq 240$ mm	$\geq$ 7,0 m

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

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

ANMERKUNG 2 Das Prüfen von mehr als einer Deckschichtdicke kann vorteilhaft sein, um bessere Werte für die Knitterspannung zu erzielen.

4.6.4 Durchführung

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

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 Belastungsgeschwindigkeit muss innerhalb von 5 min bis 15 min nach Beginn der Prüfung zum Versagen führen. Sowohl die Last als auch die Mittendurchbiegung sind aufzuzeichnen. Die Wegaufnehmer müssen auf 0,1 mm messen.

Nach Abschluss der Prüfung sind die reine Metalldicke, abzüglich aller Schutzüberzüge, sowie die Streckgrenze jeder Deckschicht ebenfalls an mindestens drei Probekörpern je Element zu bestimmen und aufzuzeichnen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.6.5 Berechnungen und Ergebnisse

4.6.5.1 Allgemeines

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

Der Prüfbericht muss den charakteristischen Wert (4.12.2) für die Knitterfestigkeit angeben.

Die Versagenslast sowie Art und Ort des Versagens sind aufzuzeichnen. Eine Last-Verformungs-Kurve ist für die Verschiebung in der Feldmitte zu zeichnen.

4.6.5.2 Bestimmung des aufnehmbaren Biegemoments (M_u)

Das aufnehmbare Biegemoment M_u ist gegeben durch Gleichung (18):

$$M_u = \frac{F_u L}{8} \tag{18}$$

Dabei ist

M_u das bei der Prüfung aufgezeichnete Grenz-Biegemoment unter Berücksichtigung der Eigenlast des Probekörpers und der Masse der Belastungseinrichtung;

F_u die bei der Prüfung aufgezeichnete Gesamtlast, einschließlich der Eigenlast des Elements und der Masse der Belastungseinrichtung.

Vor der Bestimmung der charakteristischen Werte sind die bei den Prüfungen ermittelten Werte des Biegemoments zusätzlich mit den in 4.6.5.4 und 4.6.5.5 festgelegten Korrekturfaktoren zu korrigieren.

4.6.5.3 Bestimmung der Knitterfestigkeit (σ_w) einer ebenen oder leicht profilierten Deckschicht oder einer profilierten Deckschicht

Die Knitterfestigkeit σ_w betrifft direkt nur Elemente, deren druckbeanspruchte Deckschicht vollverklebt und entweder eben oder leicht profiliert ist. Für die Anwendung dieses Dokuments schließt jedoch der Begriff „Knitterfestigkeit σ_w“ auch das örtliche Beulen einer druckbeanspruchten profilierten Deckschicht unabhängig davon ein, ob diese mit dem Kern voll- oder teilverklebt ist.

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

Bei Elementen mit nominell identischen inneren und äußeren Deckschichten muss die Knitterspannung für Bemessungszwecke auf der ungünstigsten Knitterspannung beruhen, sofern die Installationsrichtung auf dem Element nicht gekennzeichnet ist oder anderweitige Anweisungen bestehen.

ANMERKUNG 1 Aufgrund der Art, wie der Schaum oder Klebstoff während der Herstellung aufgebracht wird, ist es möglich, dass nominell identische obere und untere Deckschichten signifikant unterschiedliche Knitterspannungen aufweisen. Dies berücksichtigt, dass nach Auslieferung des Produkts möglicherweise nicht festzustellen ist, welche Deckschicht bei der Herstellung oben lag.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Ist die zugbeanspruchte Deckschicht eben oder leicht profiliert, ist die Knitterfestigkeit σ_w anhand des Biegemoments nach Gleichung (19) zu bestimmen:

$$\sigma_w = \frac{M_u}{eA_{F1}} \tag{19}$$

Dabei ist

e der Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten;

A_{F1} die Querschnittsfläche der druckbeanspruchten Deckschicht.

Ist die zugbeanspruchte Deckschicht profiliert, ist die Knitterfestigkeit σ_w anhand der Grenzprüflast nach Gleichung (20) zu bestimmen:

$$\sigma_w = \frac{F_u L}{(1+\alpha)eA_{F1}}\left[\frac{1}{8} - \frac{cos\,h\left(\frac{\lambda}{2}\right) - 1}{\lambda^2\, cos\,h\left(\frac{\lambda}{2}\right)}\right] \tag{20}$$

Wobei die angenommene Geometrie in prEN 14509-5:2021 angegeben ist und die Symbole Gleichung (13) entsprechen.

ANMERKUNG 2 λ ist abhängig vom Schubmodul (siehe 4.3 oder 4.4).

ANMERKUNG 3 Die Gleichung (20) gilt exakt für den mit einer gleichförmig verteilten Last beanspruchten Probekörper. In Fällen anderer Beanspruchung wird die Gleichung angenähert.

Die so berechnete Knitterfestigkeit darf die Streckgrenze des Deckschichtwerkstoffs nicht überschreiten.

Vor Bestimmung der anzugebenden charakteristischen Werte sind die bei den Prüfungen ermittelten Werte der Knitterfestigkeit zusätzlich mit den in 4.6.5.4 und 4.6.5.5 festgelegten Korrekturfaktoren zu korrigieren.

Im Fall von Elementen desselben Typs, jedoch mit unterschiedlichen Deckschichtdicken, bei denen nur die Elemente mit der dünnsten Deckschicht geprüft wurden, sind die Knitterfestigkeiten für Deckschichten größerer Dicke unter Verwendung von Gleichung (4.21) zu ermitteln:

$$\sigma_{w,t2} = f \cdot \sigma_{w,t1} \tag{21}$$

Dabei ist

$\sigma_{w,t2}$ die Knitterfestigkeit einer Deckschicht größerer Dicke, t_2;

$\sigma_{w,t1}$ die Knitterfestigkeit der dünnsten Deckschicht, t_1;

f der Minderungsfaktor $= \frac{A_1 \times \sqrt[3]{I_2}}{A_2 \times \sqrt[3]{I_1}}$;

Die Gleichung für profilierte Deckschichten gilt ausschließlich für Abweichungen in der Dicke und nicht für Abweichungen in der Profilgeometrie.

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

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Wenn die druckbeanspruchte Deckschicht profiliert und die andere Deckschicht entweder eben oder leicht profiliert ist, muss die Knitterfestigkeit σ_w anhand des Biegemoments nach Gleichung (22) bestimmt werden:

$$\sigma_w = \frac{M_{Su}}{eA_{F1}} + \frac{M_{Fu}E_{F1}d_{11}}{B_F} \tag{22}$$

Dabei ist

$$M_{Su} = \frac{F_u L}{(1+\alpha)}\left[\frac{1}{8} - \frac{cos\,h\left(\frac{\lambda}{2}\right) - 1}{\lambda^2\, cos\,h\left(\frac{\lambda}{2}\right)}\right]$$

$$M_{Fu} = \frac{F_u L\alpha}{(1+\alpha)}\left[\frac{1}{8} + \frac{cos\,h\left(\frac{\lambda}{2}\right) - 1}{\alpha\lambda^2\, cos\,h\left(\frac{\lambda}{2}\right)}\right]$$

Sind beide Deckschichten profiliert, ist Gleichung (22) durch die zutreffende Gleichung nach prEN 14509-5:2021, 4.8.2.5, zu ersetzen.

4.6.5.4 Korrekturfaktoren für die Prüfergebnisse der Knitterspannung

Die folgenden Korrekturfaktoren sind innerhalb des Toleranzbereiches zu verwenden, sobald die gemessene Dicke t_{obs} den Bemessungswert t unterschreitet und/oder der Messwert der Streckgrenze $f_{y,obs}$ den entsprechenden Bemessungswert überschreitet.

Die bei Druckversagen der profilierten Metalldeckschicht (Knittern) ermittelten einzelnen Prüfergebnisse sind nach der folgenden Gleichung (23) und Gleichung (24) zu korrigieren:

$$R_{adj,i} = R_{obs,i}\left(\frac{f_y}{f_{y,obs}}\right)^{\alpha}\left(\frac{t}{t_{obs}}\right)^{\beta} \quad \text{[Berechnung der Knitterspannung]} \tag{23}$$

$$R_{adj,i} = R_{obs,i}\left(\frac{f_y}{f_{y,obs}}\right)^{\alpha}\left(\frac{B}{B_{obs}}\right)^{\beta} \quad \text{[Berechnung der Knitterspannung]} \tag{24}$$

Dabei ist

$R_{obs,i}$	das Ergebnis der Prüfung Nr. *i*;
$R_{adj,i}$	das Prüfergebnis, das so modifiziert wurde, dass es den Bemessungswerten für Metalldicke und Streckgrenze entspricht;
f_y	die Bemessungs-Streckgrenze;
$f_{y,obs}$	die am Probekörper gemessene Streckgrenze;
$B = B_F + B_S$	Biegesteifigkeit mit t und e;
$B_{obs} = B_{F,obs} + B_{S,obs}$	Biegesteifigkeit mit t_{obs} und e_{obs}.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Dabei ist

$$B_F = E_{F\,1}\, I_{F\,1} + E_{F\,2}\, I_{F\,2}$$

$$B_{F,obs} = E_{F1} I_{F1} \frac{t_{1,obs}}{t_1} + E_{F2} I_{F2} \frac{t_{2,obs}}{t_2}$$

$$B_S = \frac{E_{F1} A_{F1} E_{F2} A_{F2} e^2}{(E_{F1} A_{F1} + E_{F2} A_{F2})}$$

$$B_{S,obs} = \frac{E_{F1} A_{F1} \frac{t_{1,obs}}{t_1} E_{F2} A_{F2} \frac{t_{2,obs}}{t_2} e_{obs}^2}{\left(E_{F1} A_{F1} \frac{t_{1,obs}}{t_1} + E_{F2} A_{F2} \frac{t_{2,obs}}{t_2}\right)}$$

Alle Werte A_F und I_F werden mit Nenngeometrie berechnet.

t die Bemessungskernmetalldicke (Bemessungsmetalldicke minus Bemessungsdicke der metallischen Überzüge);

t_{obs} die am Probekörper gemessene Metallkerndicke (Metalldicke ohne metallische Überzüge);

e der Bemessungsabstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten;

e_{obs} der Abstand zwischen den Deckschichten auf der Grundlage der gemessenen Geometrie;

$\alpha = 0$ bei $f_{y,obs} \leq f_y$ und bei ebenen und leicht profilierten Deckschichten.

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

Allerdings gilt für das Druckversagen einer profilierten Deckschicht:

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

Im Allgemeinen gilt:

$\beta = 0$ bei Berechnung der Knitterspannung anhand der Prüfergebnisse; oder

$\beta = 1{,}0$

Allerdings gilt für das Druckversagen einer profilierten Deckschicht:

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

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

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Dabei ist

$\frac{b}{t}$ das Verhältnis von Breite zu Dicke im relevanten Bereich (Scheitel oder Untergurt) der profilierten Deckschicht

und

b die Breite der Oberseite der profilierten Deckschicht (Rippe) (siehe Bild 15);

t die Bemessungsmetallkerndicke (Bemessungsmetalldicke minus Bemessungsdicke der metallischen Überzüge).

Zur Korrektur der Knitterspannung des Scheitelbereichs ist die Breite des Scheitelbereichs zu verwenden. Entsprechend ist zur Korrektur der Knitterspannung des Untergurtbereichs die Breite des Untergurtbereichs zu verwenden.

Die Werte für $R_{adj,i}$ sind zur Darstellung der einzelnen Prüfergebnisse bei der Berechnung der charakteristischen Festigkeiten und Widerstände zu verwenden.

Der Bemessungswert der Knitterfestigkeit σ_w von Stahldeckschichten darf entsprechend der Nenn-Streckgrenze f_y gewählt werden, wenn jeder einzelne geprüfte Wert der Knitterfestigkeit $\sigma_{w,obs,i}$ die gemessene Streckgrenze des Deckschichtwerkstoffs überschreitet.

ANMERKUNG Örtliches Beulen einer druckbeanspruchten profilierten Deckschicht verursacht im Allgemeinen eine ungleichförmige Spannungsverteilung in den Profilelementen, was zu einer scheinbaren Verringerung der Streckgrenze führt. Dieser Wirkung wirkt der Kernwerkstoff entgegen, daher ist sie signifikanter, wenn das Profil wie bei einem teilverklebten Element nicht mit vollverklebtem Kernwerkstoff gefüllt ist. Für die Anwendung dieses Dokuments entspricht die Knitterspannung σ_w der scheinbaren Streckgrenze, wenn diese Wirkung berücksichtigt wird.

4.6.5.5 Korrekturfaktoren für das aufnehmbare Biegemoment und die Knitterspannung

Die in den ursprünglichen Prüfungen erzielten Werte für die Knitterspannung bzw. das aufnehmbare Biegemoment sind mit dem folgenden Korrekturfaktor k zu korrigieren.

ANMERKUNG Dieser Faktor berücksichtigt die durch höhere Temperaturen hervorgerufene Verminderung der Knitterspannung (k_1) sowie die zusätzliche Variabilität im Fall einer niedrigen Querzugfestigkeit des Elements (k_2).

$$k = k_1 \cdot k_2 \tag{25}$$

Bei Elementen für Außenanwendungen mit einer druckbeanspruchten leicht profilierten oder ebenen Deckschicht (Knittern) und mit einer Deckschichttemperatur über +20 °C entsprechend dem Bemessungsverfahren (siehe prEN 14509-5:2021, 4.4) sind die Prüfergebnisse mit Faktor k_1 nach Gleichung (26) zu verringern:

$$k_1 = min\left|\sqrt[3]{\left(\frac{E_{Ct,+80\,°C}}{E_{Ct,+20\,°C}}\right)^2};\sqrt[3]{\left(\frac{f_{Ct,+80\,°C}}{f_{Ct,+20\,°C}}\right)^2}\right| \leq 1 \tag{26}$$

Dabei ist

$E_{Ct,+20\,°C}$ der mittlere Querzug-E-Modul des Elements bei 20 °C;

$E_{Ct,+80\,°C}$ der mittlere Querzug-E-Modul des Elements bei 80 °C;

$f_{Ct,+20\,°C}$ die mittlere Querzugfestigkeit des Elements bei 20 °C;

$f_{Ct,+80\,°C}$ die mittlere Querzugfestigkeit des Elements bei 80 °C.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

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

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

$$k_2 = 6{,}1 f_{Ct} + 0{,}39 \tag{27}$$

und

$$k_2 \leq 1{,}0$$

Dabei ist

f_{Ct} die charakteristische Querzugfestigkeit des Elements (MPa);

k_2 nur bei einer gleichförmig verteilten Last zu verwenden, d. h. Unterdruckkammer, Luftsack (Airbag) o. Ä.

4.6.6 Schätzung der Knitterfestigkeit durch Berechnung (σ_{w})

Bei Elementen mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten und ohne Fugen im Kern kann die Knitterfestigkeit σ_{w} alternativ zur Prüfung durch Gleichung (28) bestimmt werden:

$$\sigma_w = \propto \sqrt[3]{G_C E_C E_F} \tag{28}$$

Dabei ist

E_{C} der Durchschnitt der Mittelwerte des Zug- und des Druckmoduls des Kernwerkstoffs, Gleichung (29):

$$E_C = \frac{E_{Ct} + E_{Cc}}{2} \tag{29}$$

G_{C} der Mittelwert des Schubmoduls des Kernwerkstoffs;

E_{F} der Elastizitätsmodul des Deckschichtwerkstoffs unter Druckbeanspruchung;

α ein numerischer Wert, der im Allgemeinen größer als 0,5 ist. In Abwesenheit von Großversuchen kann σ_{w} durch Berechnung mit $\alpha = 0{,}5$ bestimmt werden.

ANMERKUNG Obwohl in den meisten Fällen der Bemessungswert der Knitterfestigkeit berechnet werden kann, werden durch Prüfung im Allgemeinen günstigere Werte der Knitterfestigkeit erzielt.

4.6.7 Knitterfestigkeit bei erhöhter Temperatur (σ_{wT})

Die Knitterfestigkeit σ_{wT} bei erhöhter Temperatur wird nach Gleichung (30) bestimmt:

$$\sigma_{wT} = k_1 \sigma_w \tag{30}$$

Dabei ist

σ_{w} die charakteristische nach dem Verfahren in 4.6.5.5 bestimmte Knitterfestigkeit;

k_1 der Minderungsfaktor aus Gleichung (26).

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.7 Prüfverfahren zur Bestimmung des Kriechfaktors (φ_t)

4.7.1 Kurzbeschreibung

Sofern die Leistung für Bemessungszwecke bei Dach- und (Unter-)Deckenanwendungen angegeben werden soll, ist eine einzelne Prüfung an einem Einfeld-Element bei konstanter gleichförmiger Belastung ausreichend, um den Kriechfaktor eines bestimmten Kernwerkstoffs zu ermitteln.

4.7.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfung ist durchzuführen, indem ein Einfeld-Element (Bild 10) einer gleichförmig verteilten ruhenden Last ausgesetzt wird.

ANMERKUNG Die Kriechprüfung erfolgt gewöhnlich durch Belastung des Elements mit Gewichten, da es problematisch ist, eine andere Art der Belastung für die Dauer der Prüfzeit konstant zu halten.

4.7.3 Probekörper

Die Prüfung ist an einem vollständigen Element durchzuführen, das die gleiche Stützweite L wie beim Biegeversuch nach 4.6 aufweist.

Bei Dicken in einem Bereich bis 200 mm ist das Element mit der größten Dicke zu prüfen. Überschreitet dessen Dicke 200 mm, ist eine Prüfung eines Elements mit einer Dicke von 200 mm ausreichend. Das Prüfen größerer Dicken ist jedoch zulässig.

4.7.4 Durchführung

Die Prüfung ist durchzuführen, indem ein Einfeld-Element einer gleichförmig verteilten ruhenden Last ausgesetzt wird. Das Element ist auf zwei Auflagerlinien im Auflagerabstand L mit der äußeren Deckschicht nach oben aufzulagern. Die für die Kriechprüfung verwendete Last ist so zu wählen, dass eine maximale Schubspannung im Kern von mindestens 30 % der anzugebenden Schubfestigkeit erzeugt wird. Nach dem Aufbringen muss diese Last für mindestens 1 000 h konstant gehalten werden. Durchbiegungen in der Feldmitte sind an zwei Punkten nahe der Längsränder des Elements unter Verwendung von Messuhren oder gleichwertigen Messwertaufnehmern zu messen, die eine Auflösung von 1 % der zu erwartenden statischen Durchbiegung bieten.

ANMERKUNG 1 Die bei Kriechprüfungen aufgebrachte Last ist nicht übermäßig kritisch.

Durchbiegungsmessgeräte sind auf null zu stellen, wobei das Element frei unter Eigenlast aufgelagert ist. Vor dem Aufbringen der Last ist das Element von unten auf mindestens zwei Unterstützungen an den Drittelpunkten der Stützweite so zu stützen, dass die Unterstützungen bei Prüfbeginn schnell und stoßfrei entfernt werden können. Ein hydraulisches oder pneumatisches Entfernen der Unterstützungen ist vorzuziehen. Die Unterstützungen sind so platzieren, dass die unbelastete Form des Elements bei Aufbringen der Last beibehalten wird. Die statische Eigenlast-Durchbiegung kann dann berechnet werden, und die Unterstützungen können anschließend so positioniert werden, dass das Element um den berechneten Wert angehoben wird. Alternativ können am Ende der Prüfung die Anfangswerte der Durchbiegung um die berechnete Eigenlast-Durchbiegung korrigiert werden. Messungen der Durchbiegung in der Feldmitte sind zu beginnen, sobald die volle Last aufgebracht ist und die Unterstützungen entfernt worden sind, und regelmäßig während der Prüfdauer aufzuzeichnen. Die Durchbiegungswerte sind mindestens 30 s, 1 h und 24 h nach dem Entfernen der Unterstützungen aufzuzeichnen und anschließend in Abständen von 24 h während der ersten Woche und danach alle 48 h. Die Enddurchbiegung ist unmittelbar vor der Entlastung aufzuzeichnen. Die Durchbiegungs-Zeit-Kurve für die Prüfdauer muss glatt durchgehend sein, andernfalls ist die Prüfung zu wiederholen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Die Anfangswerte der Durchbiegung w_0 bei Zeit $t = 0$ sind zu bestimmen, indem die Durchbiegungs-Zeit-Kurve zurück auf die Startzeit extrapoliert wird. Alternativ darf dieser Wert durch Berechnung bestimmt werden.

ANMERKUNG 2 Vorzuziehen ist die Anwendung beider Verfahren für die Bestimmung von w_0 und deren Vergleich miteinander.

ANMERKUNG 3 Es könnte hilfreich sein, zwei Tage nach der Entlastung die Relaxation des Elements zu beobachten und dieses Ergebnis in den Prüfbericht aufzunehmen.

4.7.5 Berechnungen und Ergebnisse

4.7.5.1 Aufzeichnung und Auswertung

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

Auf der Grundlage der Prüfergebnisse innerhalb einer Dauer von $0 > t \geq 1\,000$ h sind die für die Bemessung zu verwendenden 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 prEN 14509-5:2021 beschrieben.

ANMERKUNG 2 Der Kriechfaktor ist im Allgemeinen bei $t = 2\,000$ h für Schneelast und $t = 100\,000$ h bei ständiger Beanspruchung (Eigenlast) erforderlich, siehe prEN 14509-5:2021, 4.8.6.

4.7.5.2 Kriechfaktoren (Kern) bei leicht profilierten Elementen (φ_t)

Die Kriechfaktoren für den Kern eines leicht profilierten Sandwich-Elements sind unter Verwendung von Gleichung (31) zu berechnen:

$$\varphi_t = \frac{w_t - w_0}{w_0 - w_b} \tag{31}$$

Dabei ist

w_t die zum Zeitpunkt t gemessene Durchbiegung;

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

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

Ist das Element vor Prüfbeginn bei null Durchbiegung so aufgelagert, dass seine Eigenlast durch das Auflagersystem aufgenommen wird, ist w_0 mit dem Beiwert $(1 + g/q)$ zu multiplizieren, wobei g die Eigenlast des Elements und q die aufgebrachte Last ist.

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

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

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

4.7.5.3 Kriechfaktoren (Kern) bei einer oder zwei profilierten Deckschichten (φ_t)

Die bei einem Sandwich-Element mit profilierten Deckschichten durch die Biege- und Schubverformungen verursachten Durchbiegungen können in der gegebenen Gleichung der Durchbiegung nicht getrennt dargestellt werden, da die Aufteilung des Biegemoments in die Sandwichkomponente M_S und die Deckschichtkomponenten M_{Fl}, M_{F2} von der Schubsteifigkeit des Kerns abhängig ist (siehe prEN 14509-5:2021, 4.8.2.4). Der Kriechfaktor muss auf der Grundlage der gemessenen Durchbiegungen als Funktion der Zeit bewertet werden.

Der Kriechfaktor des Sandwich-Elements mit profilierten Deckschichten kann numerisch auf Grundlage der analytischen oder numerischen Verfahren bestimmt werden. In diesen Verfahren werden die experimentell bestimmten und berechneten Durchbiegungen gleichgesetzt, indem der Schubmodul oder der Kriechfaktor in der Gleichung für den zur Beschreibung der Schubverformungen des Kerns verwendeten Schubmodul $G_{Ct} = G_C/(1 + \varphi_t)$ variiert werden. Um die Kriechfaktoren für unterschiedliche Zeitspannen zu ermitteln, sind iterative Verfahren erforderlich. Der Schubmodul G_C ist der Schubmodul zur Zeit 0,1 h in der betreffenden Kriechprüfung und muss mindestens in der gleichen Größenordnung liegen wie der Schubmodul aus der Typprüfung nach (4.3) oder (4.4). Da dieses Verfahren ziemlich kompliziert ist, darf auch ein anderes Annäherungsverfahren nach Gleichung (32) verwendet werden.

Wenn eine oder beide Deckschichten eines Sandwich-Elements profiliert sind, ist der Kriechfaktor mit Gleichung (32) zu berechnen:

$$\varphi_t = \frac{\beta(C_D - 1)}{\beta_1\left(1 - \beta - \beta\rho(C_D - 1)\right)} \tag{32}$$

Dabei ist

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

$\rho = 0{,}5$ 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, sofern beide Deckschichten profiliert sind);

I_S das Trägheitsmoment des Sandwichteils (siehe prEN 14509-5:2021);

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

A_{F1} die Querschnittsfläche der druckbeanspruchten Deckschicht;

A_F die Querschnittsfläche der zugbeanspruchten Deckschicht;

E_{F1} der Elastizitätsmodul der Deckschicht unter Druckbeanspruchung;

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

E_{F2} der Elastizitätsmodul der Deckschicht unter Zugbeanspruchung;

A_C die Querschnittsfläche des Kerns;

G_C der Schubmodul für die Kurzzeit-Belastung;

e der gemessene Abstand zwischen den Schwerpunkten der Deckschichten;

L die bei der Kriechprüfung verwendete Stützweite des Elements.

Werden die Durchbiegungen bei $t_1 = 200\,\text{h}$ und $t_2 = 1\,000\,\text{h}$ anhand der Durchbiegungs-Zeit-Kurve bestimmt, dürfen die Kriechfaktoren $\varphi_{2\,000}$ und $\varphi_{100\,000}$ anhand der in 4.7.5.2 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 (Unter-)Deckenanwendungen zu bestimmen.

4.8 Prüfverfahren zur Bestimmung der Knitterfestigkeit über einem Mittelauflager (σ_{ws})

4.8.1 Kurzbeschreibung

Diese Prüfung dient der Bestimmung der Interaktion zwischen Knitterfestigkeit über einem Mittelauflager und Auflagerkraft im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit. Sie simuliert die Bedingungen an einem Zwischenauflager eines Elements, das sich über zwei oder mehr Felder spannt. Die Biegefestigkeit ist zuerst zu bestimmen, und anschließend ist die entsprechende Knitterspannung ebener oder leicht profilierter Deckschichten bzw. die Beul- oder Streckgrenze profilierter Deckschichten zu berechnen. Die Knitterfestigkeit jeder Deckschicht (innere und äußere) muss bestimmt werden.

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

ANMERKUNG 1 Dieses Verfahren wird häufig als „Ersatzträgerversuch“ bezeichnet, da hier die Bedingungen des Mittelauflagers eines Mehrfeld-Elements simuliert werden (siehe Bild 14 und Bild 15).

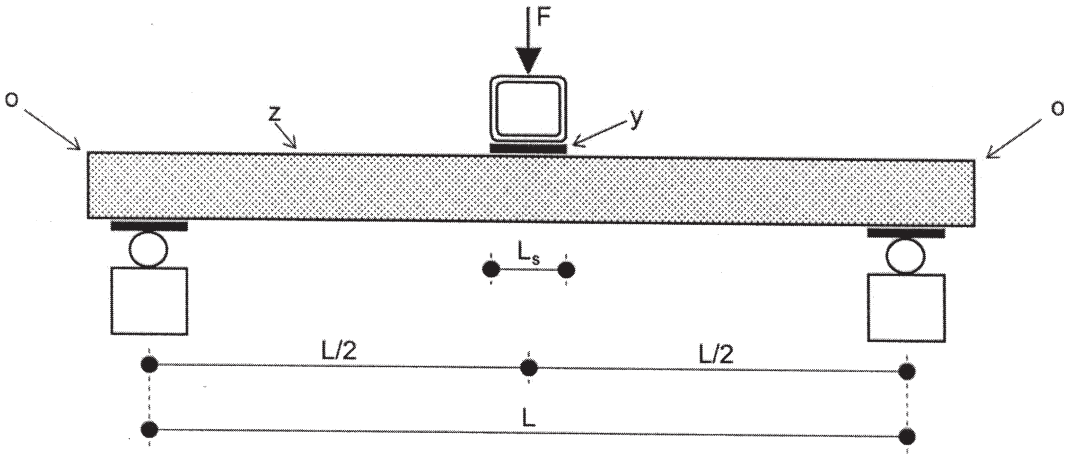
ANMERKUNG 2 Der Grenzzustand der Tragfähigkeit wird bei einem Biegemoment von null an einem Zwischenauflager bestimmt, siehe prEN 14509-5:2021, 4.8.2.3.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

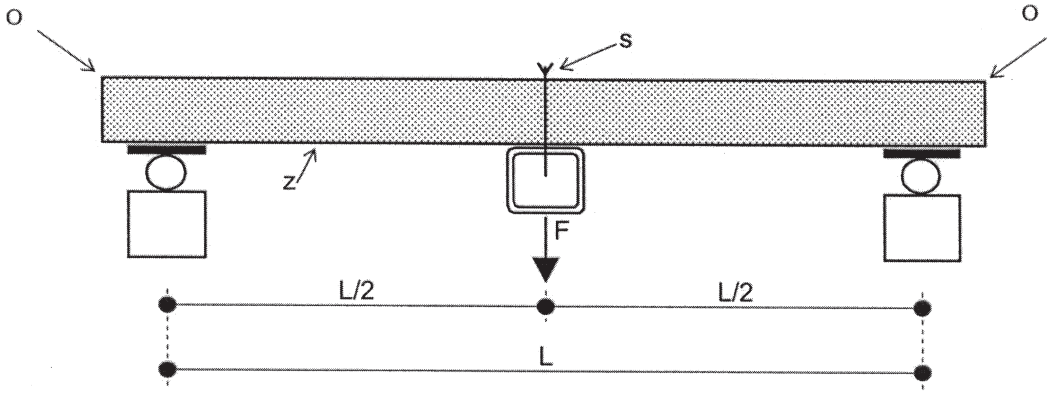
4.8.2 Prüfeinrichtung

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



Legende
z in der Praxis am Auflager anliegende Deckschicht
y Profilstreifen, etwa 60 mm × 4 mm
L Stützweite
o Überstand von höchstens 50 mm über das Ende der Auflagerplatte hinaus

Bild 14 — Ersatzträgerversuch – Auflast



Legende
z in der Praxis am Auflager anliegende Deckschicht
s Schrauben
L Stützweite
o Überstand von höchstens 50 mm über das Ende der Auflagerplatte hinaus

Bild 15 — Ersatzträgerversuch – abhebende Last

4.8.3 Probekörper

Die Prüfungen sind an Elementen mit voller Elementbreite und Stützweite nach 4.8.4 durchzuführen.

Für die Prüfung mit der abhebenden Last müssen das Befestigungsdetail sowie die Anzahl und Art der Schrauben und Unterlegscheiben der Praxis entsprechen.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Bei Wandelementen müssen drei Prüfungen mit regulären Lasten und immer drei Prüfungen mit abhebenden Lasten je zu prüfender Elementdicke durchgeführt werden. Es wird empfohlen, die Prüfungen mit abhebenden Lasten mit unterschiedlicher Anzahl an Schrauben (mit festgelegter Verteilung über die Elementbreite) durchzuführen, z. B. 1 Prüfung mit 3 Schrauben, 1 Prüfung mit 4 Schrauben und 1 Prüfung mit 5 Schrauben. Je Elementdicke sind die Probekörper aus derselben Charge wie die Probekörper für einfache Balken zu entnehmen. Normalisierung kann durch Implementieren der Werkstoffeigenschaften vorgenommen werden, die für die Prüfungen mit Einfeld-Elementen verwendet wurden. Falls die Probekörper für den Ersatzträgerversuch aus einem anderen Fertigungslos stammen, muss die gesamte Werkstoffprüfung erneut durchgeführt werden.

4.8.4 Durchführung

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

a) Prüfungen, die die andrückende Last (Auflast) simulieren (siehe Bild 14);

b) Prüfungen, die die abhebende Last simulieren (siehe Bild 15).

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

— bei Prüfung a) die Druckkraft zwischen Element und Auflager (unter Linienlast) zum Zeitpunkt des Knitterversagens geringer, aber nahe der aufnehmbaren Auflagerkraft des Elements (siehe Bild 16) ist. Für diese Prüfung muss die aufnehmbare Auflagerkraft als Produkt der charakteristischen Druckfestigkeit des Kernwerkstoffs und der Kontaktfläche der die Auflagerung simulierenden Lasteinwirkplatten bestimmt werden;

— bei Prüfung b) die Kräfte in den Befestigungselementen bei Knitterversagen des Elements unterhalb, aber nahe den Bemessungswerten liegen.

— Die Stützweite für die Prüfungen muss im Voraus festgelegt werden. Wenn die Stützweite, bei der die Knitterfestigkeit erreicht wird, nicht genau mit dem gleichzeitigen Erreichen der aufnehmbaren Auflagerkraft oder der Bemessungswerte der Befestigungsmittel übereinstimmt, darf bei der Auswertung der Prüfergebnisse eine lineare Extrapolation verwendet werden. Anschließend wird die Extrapolationslinie anhand der ungestörten Knitterfestigkeit (nach prEN 14509-3:2021, 3.4.6, Einfeld-Element), anhand der Auflagerreaktionen der oder in der Prüfung erreichten Kräfte in den Befestigungselementen sowie der aufnehmbaren Auflagerkraft und der Bemessungswerte der Befestigungselemente (siehe σ_{ws} in Bild 16) bestimmt.

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

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

4.8.5 Berechnungen und Ergebnisse

Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse müssen 4.12 entsprechen.

Der Prüfbericht muss den charakteristischen Wert (4.12.2) für die Knitterfestigkeit zusammen mit der Druckbeanspruchung am Auflager bei Versagenslast angeben.

Die Versagenslast sowie Art und Ort des Versagens sind aufzuzeichnen. Für die Verformung am Lasteinleitungspunkt ist eine Last-Verformungs-Kurve zu zeichnen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09

Das aufnehmbare Biegemoment ist gegeben durch Gleichung (33):

$$M_u = \left[\frac{F_u}{4} + \frac{F_G}{8}\right] L \tag{33}$$

Dabei ist

F_u die Grenzlast, einschließlich des Gewichtes des Belastungssystems;

F_G die Eigenlast des Elements.

Vor Bestimmung der für die Bemessung zu verwendenden charakteristischen Werte ist das so bestimmte aufnehmbare Biegemoment unter Verwendung der Verfahren nach 4.6.5.4 und 4.6.5.5 zu korrigieren (siehe prEN 14509-5:2021, 4.6). Anschließend ist die Knitterfestigkeit anhand des charakteristischen Biegemoments unter Verwendung des Verfahrens nach 4.6.5.3 zu bestimmen.

Bei Elementen, bei denen eine oder beide Deckschichten profiliert sind, ist die Prüfung wie folgt zu bewerten: Die Sandwichkomponente des Biegemoments M_S ist nach Gleichung (34) zu bewerten:

$$M_s = \frac{F_u L}{1+\alpha}\left(\frac{1}{4} - \frac{\sin h\left(\frac{\lambda}{2}\right)^2}{\lambda \sin h\,(\lambda)}\right) + \frac{F_G L}{1+\alpha}\left(\frac{1}{8} - \frac{\cos h\left(\frac{\lambda}{2}\right) - 1}{\lambda^2 \cos h\left(\frac{\lambda}{2}\right)}\right) \tag{34}$$

Die Deckschichtkomponente des Biegemoments M_F ist nach Gleichung (35) zu bewerten:

$$M_{Fi} = \frac{F_u L \alpha}{1+\alpha}\left(\frac{1}{4} + \frac{\sin h\left(\frac{\lambda}{2}\right)^2}{\alpha\lambda \sin h\,(\lambda)}\right) + \frac{F_G L \alpha}{1+\alpha}\left(\frac{1}{8} + \frac{\cos h\left(\frac{\lambda}{2}\right) - 1}{\alpha\lambda^2 \cos h\left(\frac{\lambda}{2}\right)}\right) \tag{35}$$

Dabei ist

$$\alpha_i = \frac{B_{Fi}}{B_S}$$

i = 1 für Deckschicht 1 bzw. 2 für Deckschicht 2

Vor Bestimmung der für die Bemessung zu verwendenden charakteristischen Werte sind die so bestimmten Komponenten des aufnehmbaren Biegemoments unter Verwendung der Verfahren nach 4.6.5.4 und 4.6.5.5 zu korrigieren (siehe prEN 14509-5:2021, 4.6). Anschließend ist die Knitterspannung der druckbeanspruchten Deckschicht anhand der Komponenten des aufnehmbaren Biegemoments unter Verwendung der Gleichungen nach prEN 14509-5:2021, 4.8.2.5, zu bestimmen. Das Prüfergebnis muss, wie in Bild 16 dargestellt, extrapoliert werden, um der Druckfestigkeit des Kerns zu entsprechen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 14509-3:2021-09