

	DIN EN 14024	
ICS 91.060.10; 91.060.50	Ersatz für DIN EN 14024:2005-01	
Metallprofile mit thermischer Trennung – Mechanisches Leistungsverhalten – Anforderungen, Nachweis und Prüfungen für die Beurteilung; Deutsche Fassung EN 14024:2023 Metal profiles with thermal barrier – Mechanical performance – Requirements, proof and tests for assessment; German version EN 14024:2023 Profilés métalliques à rupture de pont thermique – Performances mécaniques – Exigences, preuve et essais pour évaluation; Version allemande EN 14024:2023		
		Gesamtumfang 70 Seiten
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)		

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14024:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 33 „Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfassaden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-09-01 AA „Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfassaden (SpA zu CEN/TC 33 und ISO/TC 162)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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

Dieses Dokument enthält in Unterabschnitt 6.2.1 eine Nationale Fußnote zur Erläuterung der Übersetzung modaler Hilfsverben.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14024:2005-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“ überarbeitet;
- b) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aktualisiert;
- c) Abschnitt 3 „Begriffe“ überarbeitet;
- d) Abschnitt 4 „Symbole und Abkürzungen“ überarbeitet;
- e) Abschnitt 5 „Anforderungen“ überarbeitet;
- f) Abschnitt 6 „Prüfungen“ überarbeitet;
- g) Anhang A überarbeitet;
- h) Anhang B überarbeitet;
- i) Anhang C überarbeitet;
- j) Anhang D ergänzt;
- k) Literaturhinweise aktualisiert;
- l) redaktionelle Überarbeitung des Dokuments.

Frühere Ausgaben

DIN EN 14024: 2005-01

Deutsche Fassung

**Metallprofile mit thermischer Trennung —
Mechanisches Leistungsverhalten —
Anforderungen, Nachweis und Prüfungen für die Beurteilung**

Metal profiles with thermal barrier —
Mechanical performance —
Requirements, proof and tests for assessment

Profils métalliques à rupture de pont thermique —
Performances mécaniques —
Exigences, preuve et essais pour évaluation

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. Juni 2023 angenommen.

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

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen.....	13
5 Anforderungen	16
5.1 Allgemeines	16
5.2 Thermische Trennung mit mechanischen Funktionen	17
5.3 Mechanische Festigkeit	19
5.4 Statischer Nachweis.....	22
6 Prüfungen.....	22
6.1 Allgemeines	22
6.1.1 Prüfkörper	22
6.1.2 Prüftemperatur	22
6.1.3 Mechanische Prüfeinrichtung.....	22
6.1.4 Konditionierung vor der Prüfung.....	23
6.2 Auswirkungen unterschiedlicher Konditionierungen der thermischen Trennung auf das mechanische Leistungsverhalten der Verbindung	23
6.2.1 Allgemeines	23
6.2.2 Leistungsverhalten nach Eintauchen in Wasser	23
6.2.3 Leistungsverhalten nach Feuchteeinwirkung.....	23
6.2.4 Prüfung auf Sprödigkeit.....	24
6.2.5 Prüfung des Kriechfaktors unter konstanter Schublast	24
6.2.6 Prüfung des Kriechfaktors unter konstanter Querkzugkraft.....	24
6.2.7 Leistungsverhalten nach Einwirkung von UV-Strahlung (falls zutreffend)	25
6.2.8 Prüfung auf Spannungsrisse	25
6.3 Querkzugfestigkeit (Q).....	26
6.3.1 Prüfkörper	26
6.3.2 Prüfverfahren	27
6.3.3 Auswertung.....	27
6.4 Schubfestigkeit und Schubfedersteifigkeit (T, c)	28
6.4.1 Prüfkörper	28
6.4.2 Prüfverfahren	28
6.4.3 Ergebnistypen bei Systemen mit der mechanischen Ausführungsform Typ A.....	29
6.4.4 Prüfungsablauf	31
6.4.5 Sonderfälle	32
6.4.6 Auswertung.....	34
6.5 Alterung.....	35
6.5.1 Allgemeines	35
6.5.2 Verfahren 1 = M1.....	35
6.5.3 Verfahren 2 = M2.....	36
6.5.4 Verfahren 3 = M3.....	38
6.6 Charakteristische Werte	39
6.6.1 Querkzugfestigkeit	39
6.6.2 Charakteristische Schubfestigkeit.....	39

6.6.3	Schubfedersteifigkeit.....	39
6.6.4	Bleibende Verformung Δh für M1 und Verformung f für M2.....	39
6.6.5	Auswirkung der Alterung, Kriechfaktor $\varphi_{c,s}$ unter konstanter Schublast	40
6.6.6	Auswirkung der Alterung, Kriechfaktor $\varphi_{c,t}$ unter konstanter Querkzuglast.....	40
6.6.7	Kombinierte Schub- und Zugspannung, Bemessungsfaktor γ_{Rd}	40
6.7	Prüfbericht.....	41
6.7.1	Allgemeines	41
6.7.2	Prüfbericht über die Auswirkungen unterschiedlicher Konditionierungen der thermischen Trennung auf das mechanische Leistungsverhalten der Verbindung.....	41
6.7.3	Prüfbericht über die mechanische Festigkeit des Profils.....	41
Anhang A (informativ) Statischer Nachweis.....		44
A.1	Beanspruchungen	44
A.2	Profile ohne Schubverbindung (Typ C)	45
A.2.1	Biegespannung.....	45
A.2.2	Querkzugfestigkeit.....	48
A.2.3	Durchbiegung.....	48
A.2.3.1	Höchstgrenzwerte der frontalen Durchbiegung.....	50
A.2.3.2	Durchbiegung in der Ebene.....	50
A.3	Profile mit Schubverbindung (Typ A und Typ B).....	50
A.3.1	Allgemeines	50
A.3.2	Metallprofile.....	51
A.3.3	Schubfestigkeit der thermischen Trennung.....	51
A.3.4	Querkzugfestigkeit der thermischen Trennung.....	52
A.3.5	Durchbiegung.....	53
Anhang B (informativ) Erweiterung des Anwendungsbereichs von charakteristischen Daten für die Profilkonstruktion.....		54
B.1	Allgemeines	54
B.2	Schubfestigkeit T und Querkzugfestigkeit Q	54
B.3	Schubfedersteifigkeit c , Kriechfaktor $\varphi_{c,s}$	55
Anhang C (informativ) Effektives Flächenträgheitsmoment von Metallprofilen mit thermischer Trennung.....		56
Anhang D (informativ) Einfache Produkte, die üblicherweise keinen statischen Nachweis durch Berechnung erfordern.....		64
D.1	Allgemeines	64
D.2	Definition für einfache Produkte.....	64
D.3	Mechanische Eigenschaften.....	65
D.3.1	Allgemeines	65
D.3.2	Bedingung 1.....	65
D.3.3	Bedingung 2.....	66
D.4	Statischer Nachweis.....	66
Literaturhinweise.....		68

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 14024:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 33 „Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfassaden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2024 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 14024:2004.

Die wichtigsten Änderungen im Vergleich zur vorherigen Ausgabe EN 14024:2004 sind folgende:

- es wurden neue geometrische Bemessungstypen eingeführt;
- es wird nicht mehr zwischen den beiden „Nutzungskategorien“ „W“ und „CW“ unterschieden; sie wurden durch eine Kategorie ersetzt, die sowohl Fenster (W, en: windows) als auch Vorhangfassaden (CW, en: curtain walls) umfasst;
- Überarbeitung der Abschnitte zu Prüfung und Prüfabfolge;
- neuer Anhang D zu einfachen Produkten, die üblicherweise keinen statischen Nachweis durch Berechnung erfordern;
- Einbeziehung der FEM-Analyse für bestimmte unsymmetrische Profile als validiertes Alternativverfahren für den statischen Nachweis;
- Anhang A: Einführung des semi-probabilistischen Ansatzes in Bezug auf den statischen Nachweis;
- Anhang C: Einführung eines vollständigen Gleichungssatzes zur Bestimmung der maximalen Querschnittsbelastungen, der Kontaktschubfestigkeit und der Verformung in der Trägermitte für einen einfach gestützten Balken, der mit einer gleichmäßig verteilten Last belastet und einer gleichmäßig verteilten Temperaturlast ausgesetzt wird.

Metallprofile mit thermischer Trennung werden in vielen Anwendungsgebieten verwendet und erfordern in Abhängigkeit von ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch eine unterschiedliche Beurteilung ihres mechanischen Leistungsverhaltens.

Dieses Dokument behandelt den allgemeinen Anwendungsbereich: Profile von Fenstern, Türen und Fassaden.

Während des Entwurfsprozesses unterliegt der Sicherheitsaspekt zum Teil nationalen Zuständigkeiten. Aus diesem Grund ist die Definition spezifischer Produkte, die üblicherweise keine Prüfungen oder rechnerische Nachweise zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften erfordern, eine Aufgabe nationaler Spezifikationen. Dieses Dokument gilt, wenn nationale Spezifikationen Prüfungen oder Nachweise durch Berechnung erfordern, um die charakteristischen Werte von mechanischen Eigenschaften des Metallprofils mit thermischer Trennung zu bestimmen und die Eignung der thermischen Trennungswerkstoffe zu beurteilen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

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

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen an die Beurteilung der mechanischen Festigkeit von Metallprofilen mit thermischer Trennung fest, deren mechanisches Leistungsverhalten von ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch abhängt.

Es legt auch die Prüfungen zur Bestimmung der charakteristischen Werte von mechanischen Eigenschaften des Metallprofils mit thermischer Trennung und die Beurteilung der Auswirkungen verschiedener Konditionierungen der thermischen Trennung auf das mechanische Leistungsverhalten der Verbindung fest.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für thermische Trennungen, die keinen Beitrag zur mechanischen Festigkeit der Profile leisten.

Dieses Dokument ist anwendbar für Metallprofile mit thermischer Trennung, die hauptsächlich für Fenster, Türen, zusammengesetzte Elemente und Vorhangfassaden vorgesehen sind.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für thermische Trennungen, die nur aus mit Metallstiften oder Schrauben verbundenen Metallprofilen hergestellt sind.

Diese aktuelle Version von EN 14024 ersetzt EN 14024:2004. Unterschiede bei den Prüfverfahren zwischen den beiden Versionen führen zu keinen signifikanten Unterschieden bei den Prüfergebnissen. Daher werden vorhandene Prüfergebnisse nach EN 14024:2004 als gleichwertig zu neuen Prüfergebnissen nach der aktuellen Ausgabe von EN 14024 angesehen.

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 12519, *Fenster und Türen — Terminologie*

EN 14351-1, *Fenster und Türen — Produktnorm, Leistungseigenschaften — Teil 1: Fenster und Außentüren*

EN 16759:2021, *Geklebte Glaskonstruktionen für Türen, Fenster und Vorhangfassaden — Überprüfung der mechanischen Leistungseigenschaften der Verklebung auf Aluminium- und Stahloberflächen*

EN ISO 4892-2, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 2: Xenonbogenlampen (ISO 4892-2)*

EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1)*

EN ISO 22088-3, *Kunststoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrissbildung (ESC) — Teil 3: Biegestreifenverfahren (ISO 22088-3)*

EN ISO 22088-4, *Kunststoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrissbildung (ESC) — Teil 4: Kugel- oder Stifteindrückverfahren (ISO 22088-4)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe/die Begriffe nach EN 12519 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1
Metallprofil mit thermischer Trennung

Profil, zusammengesetzt aus zwei oder mehr Metallprofilen, die miteinander durch mindestens einen wärmedämmenden (nichtmetallischen) Bestandteil verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die thermische Trennung trägt zur Übertragung der Last bei.

3.2
Temperaturkategorien

es sind zwei Temperaturkategorien festgelegt, die entsprechend dem vorgesehenen Gebrauch auszuwählen sind (siehe Tabelle 1)

Tabelle 1 — Temperaturkategorien und Prüftemperatur

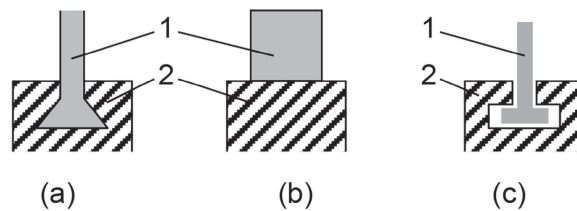
Temperaturkategorie	Niedrige Prüftemperatur LT	Hohe Prüftemperatur HT
TC1	(−10 ± 2) °C	(70 ± 3) °C
TC2	(−20 ± 2) °C	(80 ± 3) °C

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Temperaturkategorie TC2 schließt die Temperaturkategorie TC1 ein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Falls es (z. B. durch die örtlichen klimatischen Bedingungen oder für bestimmte Anwendungen/Projekte) ausdrücklich gefordert wird, können freiwillige Prüfungen bei angepassten Temperaturen (LT und HT) durchgeführt werden.

3.3 mechanische Ausführungsformen

siehe Bild 1



Legende

- 1 thermische Trennung
- 2 Metall
- (a) System Typ A
- (b) System Typ B
- (c) System Typ C

Bild 1 — Schematische Darstellung von mechanischen Ausführungsformen

3.3.1

System Typ A

System, das zur Übertragung von Schubkräften vorgesehen ist und bei dem Schubversagen die Querkzugfestigkeit nicht deutlich verringert

3.3.2

System Typ B

System, das zur Übertragung von Schubkräften vorgesehen ist und bei dem Schubversagen die Querkzugfestigkeit beeinträchtigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Z. B. Harz oder Schaum, der in den Spalt zwischen den beiden Metallprofilen gefüllt und nur durch eine chemische Reaktion ausgehärtet wird [Bild 2 a)], oder flache thermische Trennstreifen, die nur in die Metallnuten eingeklebt sind [Bild 2 b)].

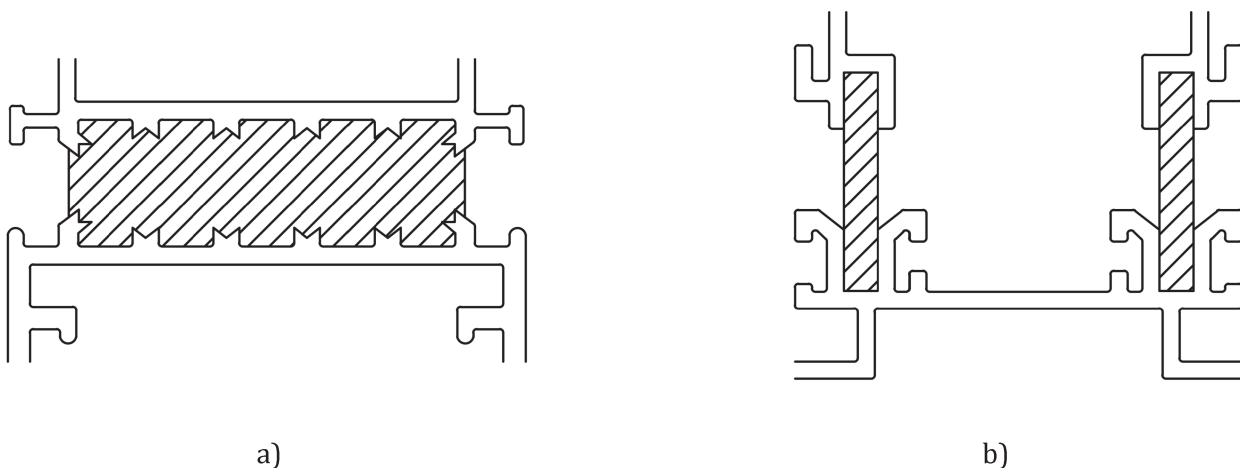


Bild 2 — Beispiele für mechanische Ausführungsformen Typ B

3.3.3

System Typ C

System, bei dem die Übertragung von Schubkräften nicht berücksichtigt wird

3.4

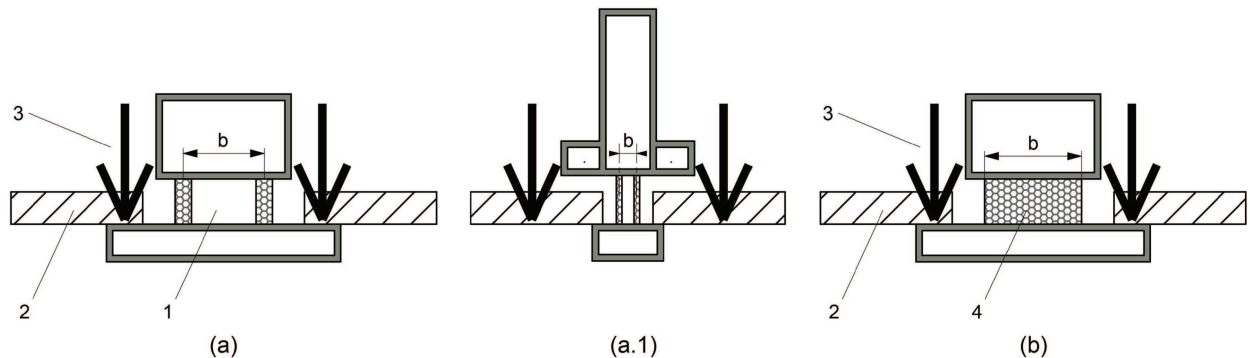
geometrische Ausführungsformen

die folgende Klassifizierung kann für Metallprofile mit thermischer Trennung eingesetzt werden, die für Fenster, Türen, Vorhangfassaden und deren sekundäre Teile vorgesehen sind

3.4.1

Profil Typ 1

Profil, bei dem die thermische Trennung symmetrisch belastet wird (siehe Bild 3), z. B. ein symmetrisch belastetes Metallprofil mit thermischer Trennung, wie es in Pfosten-Riegel-Systemen von Vorhangfassaden verwendet wird [Bild 3 (a.1)]



Legende

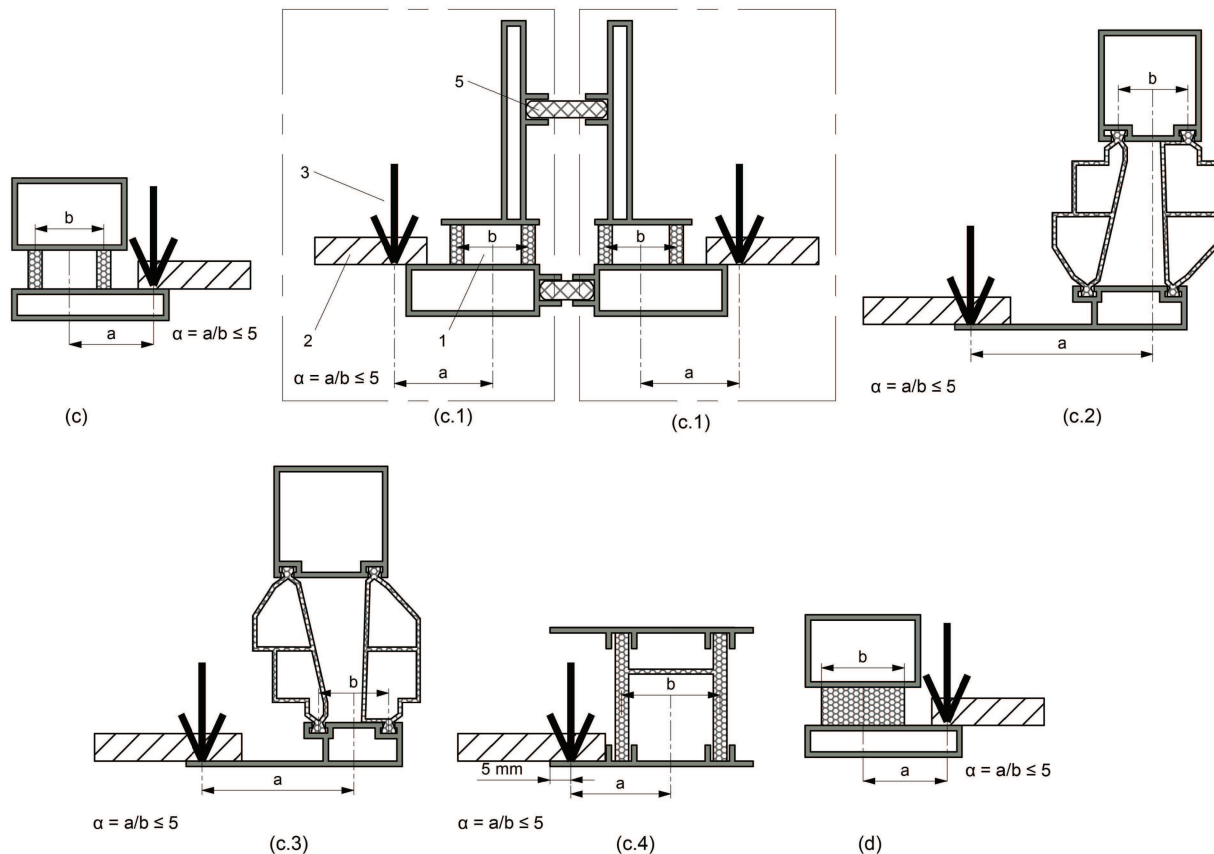
- 1 Metallprofil mit thermischer Trennung
- 2 Glasscheibe
- 3 Linienlast
- 4 mechanische Ausführungsform Typ B

Bild 3 — Beispiele für die geometrische Ausführungsform Typ 1 (symmetrisch belastetes Profil)

3.4.2

Profil Typ 2

Profil, bei dem die thermische Trennung nahezu symmetrisch belastet wird, d. h. die Exzentrizität der Last $\alpha = a/b$ überschreitet nicht den Wert 5 (siehe Bild 4), z. B. ein nahezu symmetrisch belastetes Metallprofil mit thermischer Trennung, wie es in Elementfassaden verwendet wird [Bild 4 (c.1)]



Legende

- 1 Metallprofil mit thermischer Trennung
- 2 Glasscheibe
- 3 Linienlast
- 4 mechanische Ausführungsform Typ B
- 5 Verbindung ohne mechanische Leistung und ohne thermische Trennungsfunktion (in diesem Dokument nicht behandelt)

Bild 4 — Beispiele für den geometrischen Ausführungsform Typ 2 (nahezu symmetrisch belastete Profile mit einer Exzentrizität $\alpha = a/b \leq 5$)

Anmerkung 1 zum Begriff: Abhängig vom System des Metallprofils mit thermischer Trennung ist 5 mm der geeignete Abstand zwischen dem Ende des Profils und der Mittellinie der Nut (d. h. dem Dichtungsfuß).

3.4.3

Profil Typ 3

Profil, bei dem die thermische Trennung asymmetrisch belastet wird (siehe Bild 5), d. h. alle Profile, die nicht von Typ 1 und Typ 2 abgedeckt werden und bei denen die resultierende Last parallel zur Achse der thermischen Trennung ist

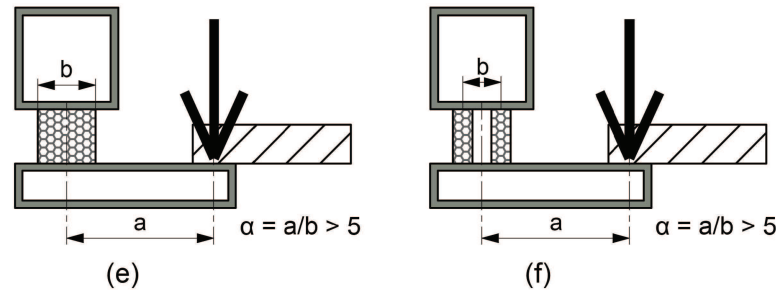


Bild 5 — Beispiele für die geometrische Ausführungsform Typ 3 (asymmetrisch belastete Profile mit einer Exzentrizität $\alpha = a/b > 5$)

3.4.4

Profil Typ 4

Profile, bei denen die resultierende Last nicht parallel zur Achse der thermischen Trennung ist (z. B. nicht symmetrisch belastete Profile, siehe Bild 6); diese geometrischen Ausführungsformen sind durch dieses Dokument nicht abgedeckt; die Prüfverfahren für manche dieser Profile sind in EN 16759:2021, Anhang F beschrieben; für nicht symmetrische Profile, die nicht in EN 16759 behandelt werden, sind spezifische Prüfungen und/oder eine FEM-Analyse erforderlich

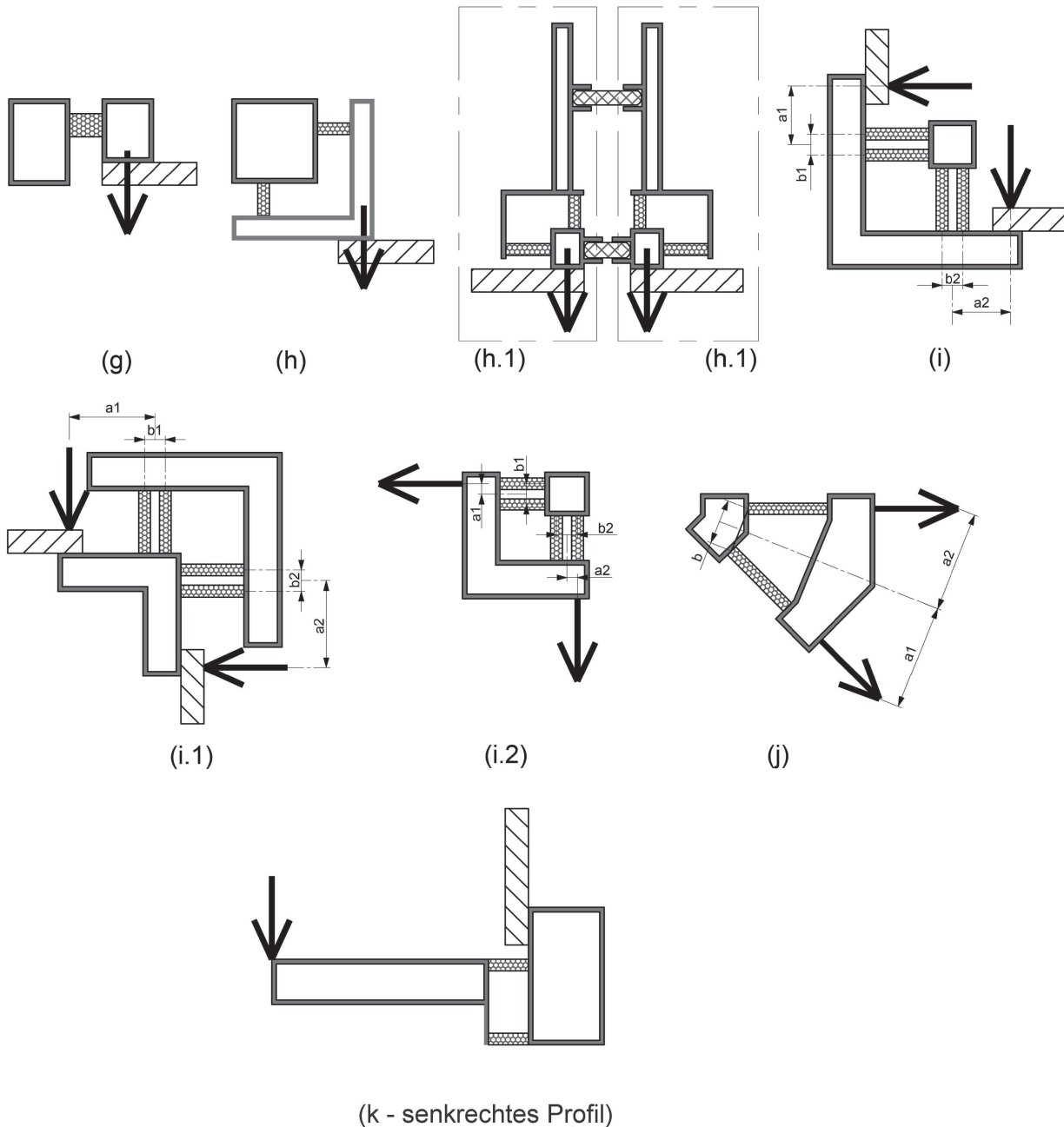


Bild 6 — Beispiele für die geometrische Ausführungsform Typ 4 (nicht symmetrisch belastete Profile)

Bei Typ 4 wird empfohlen, eine spezifische Prüfung durchzuführen, die die tatsächliche Lastaufbringung simuliert, da das Verhalten des Profils davon abhängt, wie es eingespannt und belastet wird.

4 Symbole und Abkürzungen

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

A_1	Fläche des Metallprofils 1 [mm ²]
A_2	Fläche des Metallprofils 2 [mm ²]
A_o	Querschnittsfläche der Profilschale 1
A_q	Parameter für die Berechnung der Normalspannungen σ_q für eine gleichmäßig verteilte Last
A_T	Parameter für die Berechnung der Normalspannungen σ_T für eine gleichmäßig verteilte ΔT
A_u	Querschnittsfläche der Profilschale 2
a	Hebelarm des wirkenden Moments, gemessen von der Mittellinie von (b) zum Mittelpunkt des Lastaufbringungsbereichs [mm]
b	kleinste Abmessung des Hebelarms des Widerstandsmoments der thermischen Trennung [mm]
B_q	Parameter für die Berechnung der maximalen Schubfestigkeit T_q für einen einfach gestützten Balken mit gleichmäßig verteilter Last q
c	Schubfedersteifigkeit [N/mm ²]
C	Maß für die Wirkung der elastischen Verbindung
C_d	begrenzender Bemessungswert des maßgeblichen Gebrauchstauglichkeitskriteriums
C_q	Parameter für die Berechnung der Durchbiegung in der Trägermitte w_q für die gleichmäßig verteilte Last
C_T	Parameter für die Berechnung der Durchbiegung in der Trägermitte w_T für die gleichmäßig verteilte ΔT
E	Elastizitätsmodul (d. h. Youngscher Modul) [N/mm ²]
E_d	Auswirkung von Einwirkung(en)
$E_{ULS;d}$	Bemessungswert der Auswirkung von Einwirkung(en), ausgedrückt als berechnete Spannung, verursacht durch die Einwirkung(en) am Grenzzustand der Tragfähigkeit
$E_{SLS;d}$	Bemessungswert der Auswirkung von Einwirkung(en), ausgedrückt als berechnete Spannung, verursacht durch die Einwirkung(en) am Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
$E \{F_{SLS;d}\}$	Berechnung der Auswirkung des Bemessungswerts im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
$E \{F_{ULS;d}\}$	Berechnung der Auswirkung des Bemessungswerts im Grenzzustand der Tragfähigkeit
f	bleibende Verformung nach künstlicher Alterung, Verfahren 2 [mm]
F	Kraft [N]
F_d	Bemessungswert der Einwirkung
$F_{SLS;d}$	Bemessungswert am Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit bei einer Einzeleinwirkung oder einer Kombination von Einwirkungen
$F_{ULS;d}$	Bemessungswert im Grenzzustand der Tragfähigkeit bei einer Einzeleinwirkung oder einer Kombination von Einwirkungen

FEM	numerische Simulationsanalyse
G	Wert der Last durch das Eigengewicht
GC	Schwerpunkt des zusammengesetzten Profils
GC _o	Schwerpunkt der Profilschale 1
GC _u	Schwerpunkt der Profilschale 2
h	anfängliche Höhe der thermischen Trennung als kleinster Abstand zwischen den Metallprofilen in Bezug auf den Klemmpunkt der thermischen Trennungen. Siehe Bild 3, Bild 4 und Bild 5
I ₁	Trägheitsmoment des Metallprofils 1
I ₂	Trägheitsmoment des Metallprofils 2
I _{eff}	effektives Trägheitsmoment [mm ⁴]
I _l	Trägheitsmoment des losen Verbunds
I _o	Flächenträgheitsmoment 2. Grades der Profilschale 1
I _r	Trägheitsmoment des starren Verbunds
I _u	Flächenträgheitsmoment 2. Grades der Profilschale 2
I _s	Steifigkeitsmoment [mm ⁴]
l	Länge des Prüfkörpers [mm]
L	Spannweite des Rahmenbauteils [mm]
M _q	Maximales Biegemoment für einen einfach gestützten Balken mit gleichmäßig verteilter Last q
M _T	Maximales Biegemoment für einen einfach gestützten Balken mit gleichmäßig verteilter Temperaturlast
PA	Polyamid
PU	Polyurethane
PPE	Polyphenylenether
q	Gleichmäßig verteilte Last
Q	Querzugfestigkeit [N/mm]
Q _{k,1}	Wert der einzelnen oder dominanten Einwirkung
Q _{k,i}	Werte von Einwirkungen, die nicht dominant sind
Q _{des}	Nennquerzugfestigkeit [N/mm]
Q _q	Parameter für die Berechnung der maximalen Schubfestigkeit T _q für einen einfach gestützten Balken mit gleichmäßig verteilter Last q
R _C	charakteristischer Wert der Beständigkeit gegen Einwirkungen
R _d	Bemessungswert der Beständigkeit gegen Einwirkungen
s	Standardabweichung der betrachteten Serien
SLS	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG), en: service limit state

ULS	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT), en: ultimate limit state
T	Schubfestigkeit [N/mm]
T_q	Maximale Schubfestigkeit für einen einfach gestützten Balken mit gleichmäßig verteilter Last q
T_T	Maximale Schubfestigkeit für einen einfach gestützten Balken mit gleichmäßig verteilter ΔT
TC1	Temperaturkategorie 1
TC2	Temperaturkategorie 2
t_m	Dicke der Metallwand
t_b	Dicke der thermischen Trennung
w_d	zulässige Durchbiegung
w_{max}	maximale für die Bemessungslast berechnete Durchbiegung
w_q	Durchbiegung in der Trägermitte bei gleichmäßig verteilter Last
w_T	Durchbiegung in der Trägermitte bei gleichmäßig verteilter ΔT
x	Koordinate, bezogen auf den Schwerpunkt der beiden Schalen
x_o	Koordinate, bezogen auf den Schwerpunkt der Schale und des zusammengesetzten Profils
x_u	Koordinate, bezogen auf den Schwerpunkt der Schale und des zusammengesetzten Profils
z_{oo}	Koordinate, bezogen auf die Oberfläche oberhalb der Profilschale 1
z_{ou}	Koordinate, bezogen auf die Oberfläche unterhalb der Profilschale 1
z_{uo}	Koordinate, bezogen auf die Oberfläche oberhalb der Profilschale 2
z_{uu}	Koordinate, bezogen auf die Oberfläche unterhalb der Profilschale 2
Δh	bleibende Verformung nach künstlicher Alterung, Verfahren 1 [mm]
ΔF	Erhöhung der Last [N]
ΔT	Temperaturdifferenzen [K]
$\Delta \delta$	Versatz [mm]
λ	Parameter, der von der Geometrie des Profils, der Schubfedersteifigkeit c der thermischen Trennung und dem Elastizitätsmodul E des Metalls und auch von der Spannweite des Rahmenbauteils L abhängig ist
α	Exzentrizität der Lastaufbringung, berechnet als „a/b“
v	Anteil des Steifigkeitsmoments
$\varphi_{c,s}$	Kriechfaktor unter Schublast ANMERKUNG Das entsprechende Symbol in Übereinstimmung mit EN 14024:2004 war: A_2
$\varphi_{c,t}$	Kriechfaktor unter Querlast
γ_G	Teilsicherheitskoeffizient für ständige Einwirkungen unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen
γ_m	Teilsicherheitskoeffizient des Werkstoffs
γ_M	Teilsicherheitskoeffizient des Werkstoffs, der auch die Art der Verbindung und nicht nur die Werkstoffeigenschaft (γ_m) berücksichtigt

γ_Q	Teilsicherheitskoeffizient für veränderliche Einwirkungen unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen
γ_{Rd}	Bemessungsfaktor für Typ B ANMERKUNG Das entsprechende Symbol in Übereinstimmung mit EN 14024:2004 war: A_1
σ_{max}	maximale, für die Bemessungslast berechnete Spannung
σ_q	Normalspannungen in den äußeren Fasern der beiden äußeren Metallprofile und im Kontaktbereich mit der thermischen Trennung für einen einfach gestützten Balken mit einer gleichmäßig verteilten Last q
σ_T	Normalspannungen in den äußeren Fasern der beiden äußeren Metallprofile und im Kontaktbereich mit der thermischen Trennung für einen einfach gestützten Balken, der einer gleichmäßigen Temperaturlast ΔT ausgesetzt wird
ψ	Kombinationsbeiwerte der Einwirkungen
$\psi_{0,i}$	Kombinationsbeiwerte der Einwirkungen, die nicht dominant sind
ψ_1	Teilsicherheitskoeffizient für den häufigen Wert einer veränderlichen Einwirkung
ψ_2	Kombinationsbeiwert für den quasi-ständigen Wert einer veränderlichen Einwirkung
$\psi_{2,i}$	Kombinationsbeiwert für den quasi-ständigen Wert einer veränderlichen Einwirkung

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Indizes.

c	charakteristischer Wert, bei dem zu 95 % die Möglichkeit besteht, überschritten zu werden, basierend auf einer Normalverteilung mit einem Vertrauensniveau von 75 %
d	Bemessungswert
HT	hohe Temperatur
LT	niedrige Temperatur
M1	nach künstlicher Alterung, Verfahren 1
M2	nach künstlicher Alterung, Verfahren 2
M3	nach künstlicher Alterung, Verfahren 3
Max.	Höchstwert, en: maximum
mean	Mittelwert, en: mean value
N	neu, vor künstlicher Alterung
Req.	gefordert, en: required
RT	Raumtemperatur

5 Anforderungen

5.1 Allgemeines

Metallprofile mit thermischer Trennung müssen nach den in Abschnitt 6 beschriebenen Prüfverfahren durch Querkzugfestigkeits- und Schubversuche beurteilt werden. Die für verschiedene Profiltypen zu beurteilenden Werte sind in Tabelle 2 angegeben.

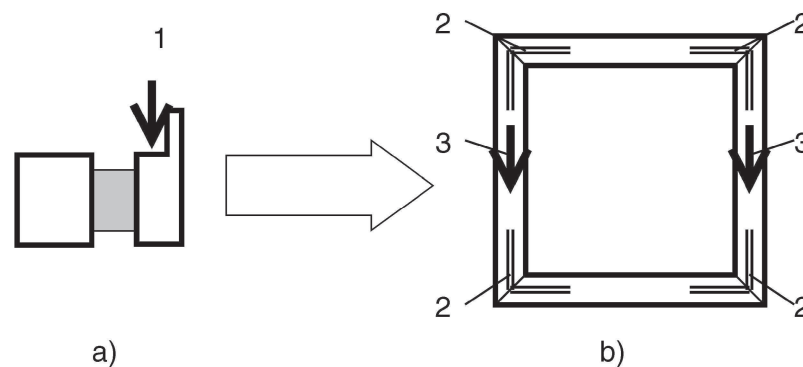
Zur Beurteilung der Schubfestigkeit in Bezug auf die Systeme thermischer Trennung müssen die drei Typen von Systemen A, B und C (siehe 3.3) unterschieden werden.

Wegen der intrinsischen Robustheit von System Typ A dürfen die Schub- und Zugfestigkeit unabhängig voneinander betrachtet werden, wogegen System Typ B eine gemeinsame Beurteilung von Schub- und Zugfestigkeit erfordert.

Die Querkzugfestigkeit von System Typ A und System Typ C muss nach Schubversagen bestimmt werden. Beim System Typ C muss nur die Querkzugfestigkeit bestimmt werden; es werden weder Schubfestigkeit noch Schubfedersteifigkeit angegeben.

In diesem Dokument werden keine thermischen Trennungen behandelt, die ständigen Lasten ausgesetzt sind, ausgenommen:

- a) die Querkzuglast, die durch herkömmliche Dichtungen und Verglasungsdichtungen hervorgerufen wird;
- b) bei mechanischen Ausführungsformen des Systems Typ A und des Systems Typ B die vertikale Schublast, die durch die mechanische Übertragung des Eigengewichts des Füllpaneels von den horizontalen auf die vertikalen Profile erzeugt wird (siehe Bild 7).



Legende

- 1 Eigengewicht der Füllung
- 2 mechanische Mittel (mechanische Verbindung der Ecken)
- 3 übertragenes Eigengewicht
- a) horizontaler Profilbereich
- b) Vorderansicht eines Rahmens

Bild 7 — Übertragung des Eigengewichtes der Füllung auf das vertikale Profil mit mechanischen Mitteln

Bei anderen und spezifischen Lastfällen, die nicht in EN 16759 behandelt werden, können die validierte numerische Simulationsanalyse (FEM), andere validierte Berechnungsverfahren sowie spezifische oder direkte Prüfungen erforderlich sein. Alle angewendeten Prüfungs- und Berechnungsverfahren müssen auf zuverlässigen statischen Theorien beruhen oder direkt für die spezifische Anwendung validiert werden.

5.2 Thermische Trennung mit mechanischen Funktionen

Die thermische Trennung aus nichtmetallischen Werkstoffen, z. B. aus Systemen auf PA- oder PU-Basis oder verbesserten synthetischen Werkstoffen, muss nach 6.2 geprüft werden.

Zweck der Prüfverfahren ist, den Werkstoff der thermischen Trennung unabhängig von der Form der thermischen Trennung und der Profilgestaltung zu beurteilen, um ein werkstoffbezogenes Versagen der thermischen Trennung sicherzustellen.

Die für die thermische Trennung verwendeten Werkstoffe müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- a) die Verringerung des charakteristischen Werts der Querkzugfestigkeit nach Eintauchen in Wasser (siehe 6.2.2) darf 30 % des Ausgangswerts nicht überschreiten;
- b) die Verringerung des charakteristischen Werts der Querkzugfestigkeit nach Einwirkung von Feuchte (siehe 6.2.3) darf 30 % des Ausgangswerts nicht überschreiten;
- c) die Verringerung des charakteristischen Werts der Querkzugfestigkeit während der Beanspruchung mit erhöhter Beanspruchungsgeschwindigkeit (siehe 6.2.4) darf 30 % des Ausgangswerts nicht überschreiten;
- d) Bestimmung des Kriechfaktors unter Schublast (siehe 6.2.5).

Wenn keine Ergebnisse von vorherigen Prüfungen verfügbar sind, kann $\varphi_{c,s} = 1,2$ als Referenzwert bei einer thermischen Trennung aus Polyamid 66 mit 25 % Glasfasern (PA 66 GF 25) und einer Dichte von $\geq 0,9 \text{ g/cm}^3$ verwendet werden, wenn die Durchführung der Verbindung Abschnitt B.2, Beispiel 1, entspricht.

Bei neuen Verfahren zur Verbindung der beiden Metallteile mit der thermischen Trennung oder bei einem neuen oder anderen Werkstoff der thermischen Trennung muss der Alterungskoeffizient $\varphi_{c,s}$ durch Auswertung nach 6.6.5 bestimmt werden;

- e) Bestimmung des Kriechfaktors unter Querlast (siehe 6.2.6).

Wenn keine Ergebnisse von vorherigen Prüfungen verfügbar sind, kann $\varphi_{c,t} = 1,5$ als Referenzwert bei einer thermischen Trennung aus Polyamid 66 mit 25 % Glasfasern (PA 66 GF 25) und einer Dichte von $\geq 0,9 \text{ g/cm}^3$ verwendet werden, wenn die Durchführung der Verbindung Abschnitt B.2, Beispiel 1, entspricht.

Bei neuen Verfahren zur Verbindung der beiden Metallteile mit der thermischen Trennung oder bei einem neuen oder anderen Werkstoff der thermischen Trennung muss der Kriechfaktor $\varphi_{c,t}$ durch Auswertung nach 6.6.6 ermittelt werden;

- f) handelsübliche chemische Stoffe, die möglicherweise in Kontakt mit der thermischen Trennung kommen, wie Fenster- und Fassadenreinigungsmittel oder Schneid- und Bohröle, dürfen bei Lagerung in den Stoffen keine zusätzlichen oder verstärkten Spannungsrisse verursachen (siehe 6.2.8);
- g) die Verringerung des charakteristischen Werts der Querkzugfestigkeit nach Einwirkung von UV-Strahlung (siehe 6.2.7) sollte 30 % des Ausgangswerts nicht überschreiten.

ANMERKUNG Aufgrund der zurzeit begrenzten Erfahrung ist dieses Kriterium eine Empfehlung und keine Anforderung.

Das Leistungsverhalten des für die thermische Trennung verwendeten Werkstoffs muss mindestens einmal nach den oben aufgeführten Anforderungen überprüft werden, bevor der Werkstoff für thermische Trennungen verwendet wird.

Solange der Werkstoff und das Produktionsverfahren der thermischen Trennung gleich bleiben, sind keine neuen oder wiederholten Prüfungen erforderlich.

Die werkstoffbezogenen Prüfungen sind für alle Metallprofile mit thermischer Trennung gültig, vorausgesetzt, Abschnitt B.2 (die ersten beiden Punkte) in Anhang B wurde verifiziert;

5.3 Mechanische Festigkeit

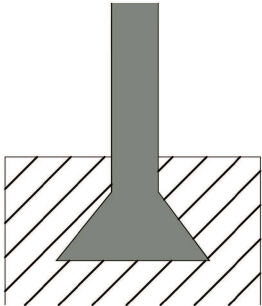
Die durch Prüfungen zu bewertenden mechanischen Eigenschaften des Profils in Abhängigkeit von den beim Entwurfsprozess festgelegten Anforderungen (z. B. erforderliche Leistung des Metallprofils der thermischen Trennung, Lasten usw.) und dem Geometrietyp des Systems der thermischen Trennung sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Die mechanische Festigkeit des Profils muss bewertet werden:

- wenn keine frühere Prüfung verfügbar ist, die Anhang B (Abschnitt B.2 und Abschnitt B.3) verifiziert, oder
- aufgrund von Anforderungen im Zusammenhang mit dem Entwurfsprozess (d. h. in Fällen, wo die Geometrie, die Lasten oder die Komplexität der Bemessung eine vollständige und komplexe Analyse erfordern).

Bei einfachen Anwendungsfällen, wie in Abschnitt D.2 festgelegt, ist der volle, in Tabelle 2 angegebene Prüfungsumfang nicht erforderlich. Es müssen nur die Gebrauchsanforderungen nach Produktnorm EN 14351-1 beurteilt werden. Dies schließt die Bewertung der Durchbiegung am Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und eine Einschätzung der Produktqualität ein, um Beeinträchtigungen über die Dauer der Zeit zu verhindern.

Tabelle 2 — Durch Prüfung zu bewertende mechanische Eigenschaften

Mechanische Ausführungsformen	Prüfverfahren
Geometrische Ausführungsform Typ 1 und Ausführungsform Typ 2 (symmetrisch oder nahezu symmetrisch belastete Profile)	
A  Bild 8 — Schematische Darstellung von mechanischen Ausführungsformen Typ A (siehe auch Bild 1)	Nachweis nach 5.4 $(Q_c^{M1}_{LT}; Q_c^{M1}_{HT}; Q_c^{M1}_{RT})$ und/oder $(Q_c^{M2}_{RT})$ $(T_c^N_{LT}; T_c^N_{RT}; T_c^N_{HT});$ $(T_c^{M3}_{RT})$ und/oder $(T_c^{M2}_{RT})$ $(c_c^N_{LT}; c_c^N_{RT}; c_c^N_{HT})$ $\varphi_{c,s}; \varphi_{c,t}$ Δh_c und/oder f_c