

DIN EN 14024



ICS 91.060.10; 91.060.50

EntwurfEinsprüche bis 2021-10-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14024:2005-01**Metallprofile mit thermischer Trennung –
Mechanisches Leistungsverhalten –
Anforderungen, Nachweis und Prüfungen für die Beurteilung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 14024:2021**

Metal profiles with thermal barrier –
Mechanical performance –
Requirements, proof and tests for assessment;
German and English version prEN 14024:2021

Profils métalliques à rupture de pont thermique –
Performances mécaniques –
Exigences, preuve et essais pour évaluation;
Version allemande et anglaise prEN 14024:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-08-27 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 109 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14024:2021) 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).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. 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 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.

<i>Titel de:</i>	Metallprofile mit thermischer Trennung — Mechanisches Leistungsverhalten — Anforderungen, Nachweis und Prüfungen für die Beurteilung
<i>Titel en:</i>	Metal profiles with thermal barrier — Mechanical performance — Requirements, proof and tests for assessment
<i>Titel fr:</i>	Profilés métalliques à rupture de pont thermique — Performances mécaniques — Exigences, preuve et essais pour évaluation

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Anforderungen.....	13
5.1 Allgemeines.....	13
5.2 Thermische Trennung mit mechanischen Funktionen.....	14
5.3 Mechanische Festigkeit	15
5.4 Statischer Nachweis.....	17
6 Prüfungen	17
6.1 Allgemeines.....	17
6.1.1 Prüfkörper.....	17
6.1.2 Prüftemperatur.....	17
6.1.3 Konditionierung vor der Prüfung	18
6.2 Auswirkungen unterschiedlicher Konditionierungen der thermischen Trennung auf das mechanische Leistungsverhalten der Verbindung.....	18
6.2.1 Allgemeines.....	18
6.2.2 Leistungsverhalten nach Eintauchen in Wasser	18
6.2.3 Leistungsverhalten nach Feuchteeinwirkung	18
6.2.4 Prüfung auf Sprödigkeit.....	19
6.2.5 Prüfung des Kriechfaktors unter ständiger Schublast.....	19
6.2.6 Prüfung des Kriechfaktors unter konstanter Querkraftlast	19
6.2.7 Leistungsverhalten nach Einwirkung von UV-Strahlung (falls zutreffend)	20
6.2.8 Prüfung auf Spannungsrisse	20
6.3 Querkraftfestigkeit Q.....	21
6.3.1 Prüfkörper.....	21
6.3.2 Prüfverfahren.....	21
6.3.3 Auswertung.....	22
6.4 Schubfestigkeit T und Schubfedersteifigkeit c	22
6.4.1 Prüfkörper.....	22
6.4.2 Prüfverfahren.....	23
6.4.3 Ergebnistypen bei Systemen mit dem mechanischen Bemessungssystemtyp A.....	24
6.4.4 Prüfungsablauf.....	26
6.4.5 Sonderfälle	27
6.4.6 Auswertung.....	29
6.5 Alterung.....	30
6.5.1 Allgemeines.....	30
6.5.2 Verfahren 1 = M1	30
6.5.3 Verfahren 2 = M2	31
6.5.4 Verfahren 3 = M3	33
6.6 Charakteristische Werte	34
6.6.1 Querkraftfestigkeit.....	34
6.6.2 Charakteristische Schubfestigkeit.....	34
6.6.3 Schubfedersteifigkeit.....	34

6.6.4	Bleibende Verformung Δh für M1 und Verformung f für M2.....	34
6.6.5	Auswirkung der Alterung, Kriechfaktor $\varphi_{c,s}$ unter konstanter Schublast.....	35
6.6.6	Auswirkung der Alterung, Kriechfaktor $\varphi_{c,t}$ unter konstanter Querkzuglast.....	35
6.6.7	Kombinierte Schub- und Zugspannung, Bemessungsfaktor γ_{Rd}	35
6.7	Prüfbericht	35
6.7.1	Allgemeines.....	35
6.7.2	Prüfbericht über die Auswirkungen unterschiedlicher Konditionierungen der thermischen Trennung auf das mechanische Leistungsverhalten der Verbindung.....	36
6.7.3	Prüfbericht über die mechanische Festigkeit des Profils	36
Anhang A (informativ) Statischer Nachweis		38
A.1	Beanspruchungen	38
A.2	Profile ohne Schubverbindung (Typ C)	39
A.2.1	Biegespannung.....	39
A.2.2	Querkzugfestigkeit.....	42
A.2.3	Durchbiegung.....	42
A.3	Profile mit Schubverbindung (Typ A und Typ B)	44
A.3.1	Allgemeines.....	44
A.3.2	Metallprofile	44
A.3.3	Schubfestigkeit der thermischen Trennung.....	45
A.3.4	Biegefestigkeit der thermischen Trennung.....	46
A.3.5	Durchbiegung	46
Anhang B (informativ) Extrapolation von charakteristischen Daten		47
B.1	Allgemeines.....	47
B.2	Schubfestigkeit T und Querkzugfestigkeit Q	47
B.3	Schubfedersteifigkeit c , Kriechfaktor $\varphi_{c,s}$	47
Anhang C (informativ) Effektives Flächenträgheitsmoment von Metallprofilen mit thermischer Trennung.....		49
Anhang D (informativ) Einfache Produkte, die üblicherweise keinen statischen Nachweis durch Berechnung erfordern		51
D.1	Definition für einfache Produkte	51
D.2	Mechanische Eigenschaften	52
D.3	Statischer Nachweis.....	53
Literaturhinweise		54

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14024:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 33 „Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfassaden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14024:2004 ersetzen.

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 Nachweise durch Berechnung 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.

1 Anwendungsbereich

In diesem Dokument sind die Anforderungen an die Beurteilung der mechanischen Festigkeit von Metallprofilen mit thermischer Trennung festgelegt, die in Abhängigkeit von ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch eine unterschiedliche Beurteilung ihres mechanischen Leistungsverhaltens erfordern.

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.

Thermische Trennungen, die keinen Beitrag zur mechanischen Festigkeit der Profile leisten, werden in diesem Dokument nicht behandelt.

Dieses Dokument gilt für Metallprofile mit thermischer Trennung, die hauptsächlich für Fenster, Türen, zusammengesetzte Elemente und Vorhangfassaden vorgesehen sind. Es gilt nicht für thermische Trennungen, die nur aus mit Metallstiften oder Schrauben verbundenen Metallprofilen hergestellt 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 ISO 4892-2, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 2: Xenonbogenlampen (ISO 4892-2:2013)*

EN 12519, *Fenster und Türen — Terminologie*

EN 14351-1:2006+A2:2016, *Fenster und Türen — Produktnorm, Leistungseigenschaften — Teil 1: Fenster und Außentüren*

EN ISO 22088-4, *Kunststoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrissbildung (ESC) — Teil 4: Kugel- oder Stifteindruckverfahren (ISO 22088-4:2006)*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

prEN 16759:2019, *Geklebte Glaskonstruktionen für Türen, Fenster und Vorhangfassaden — Überprüfung der mechanischen Leistungseigenschaften der Verklebung auf Aluminium- und Stahloberflächen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten 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 <http://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)

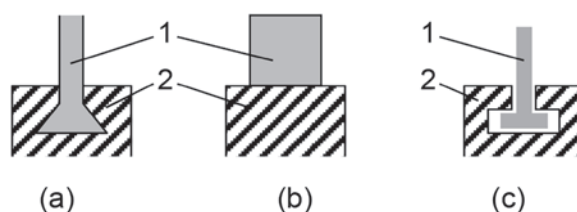
Tabelle 1 — Temperaturkategorien und Prüftemperatur

Temperaturkategorie	Niedrige Prüftemperatur LT	Hohe Prüftemperatur HT
TC 1	$(-10 \pm 2) ^\circ\text{C}$	$(70 \pm 3) ^\circ\text{C}$
TC 2	$(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$	$(80 \pm 3) ^\circ\text{C}$

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 Bemessungssysteme
 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 Bemessungssystemen

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)).

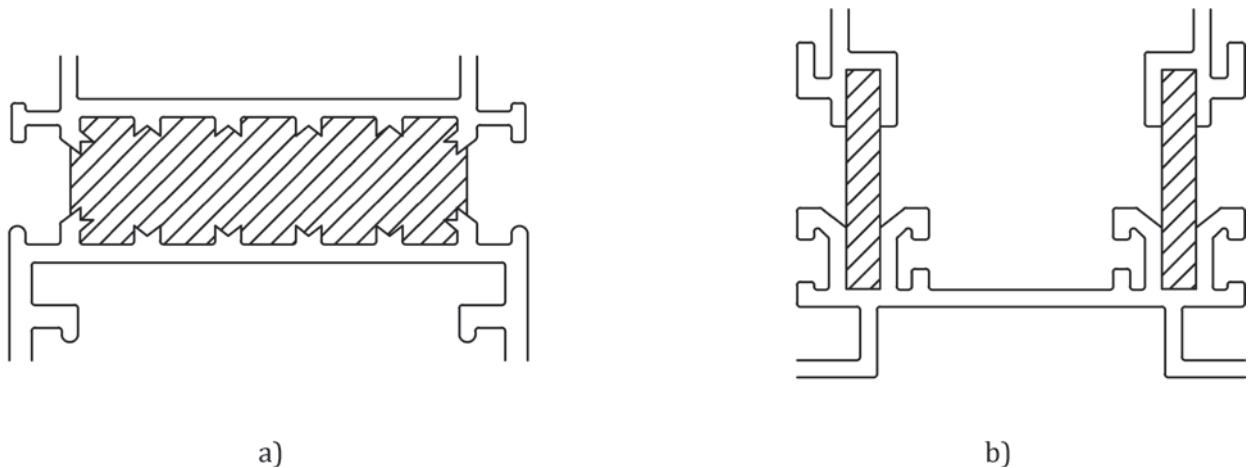


Bild 2 — Beispiele für mechanische Bemessungssysteme Typ B

3.3.3

System Typ C

System, bei dem die Übertragung von Schubkräften nicht berücksichtigt wird

3.4

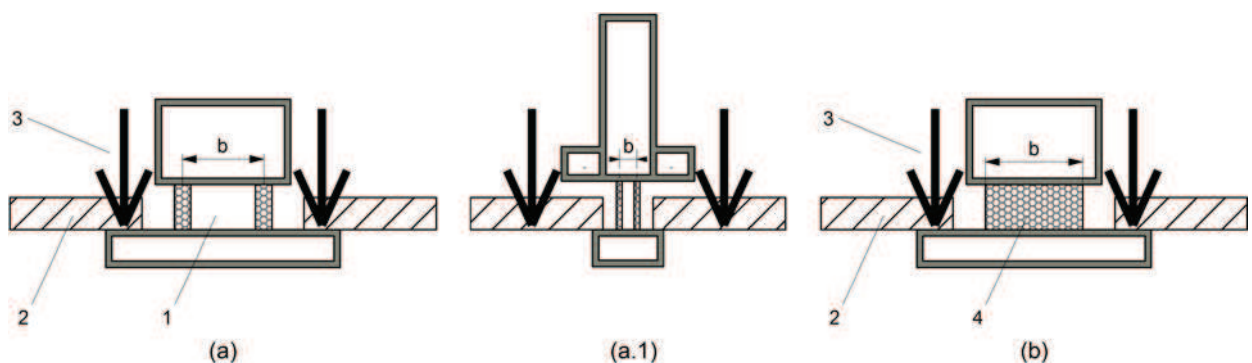
geometrische Bemessungstypen

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

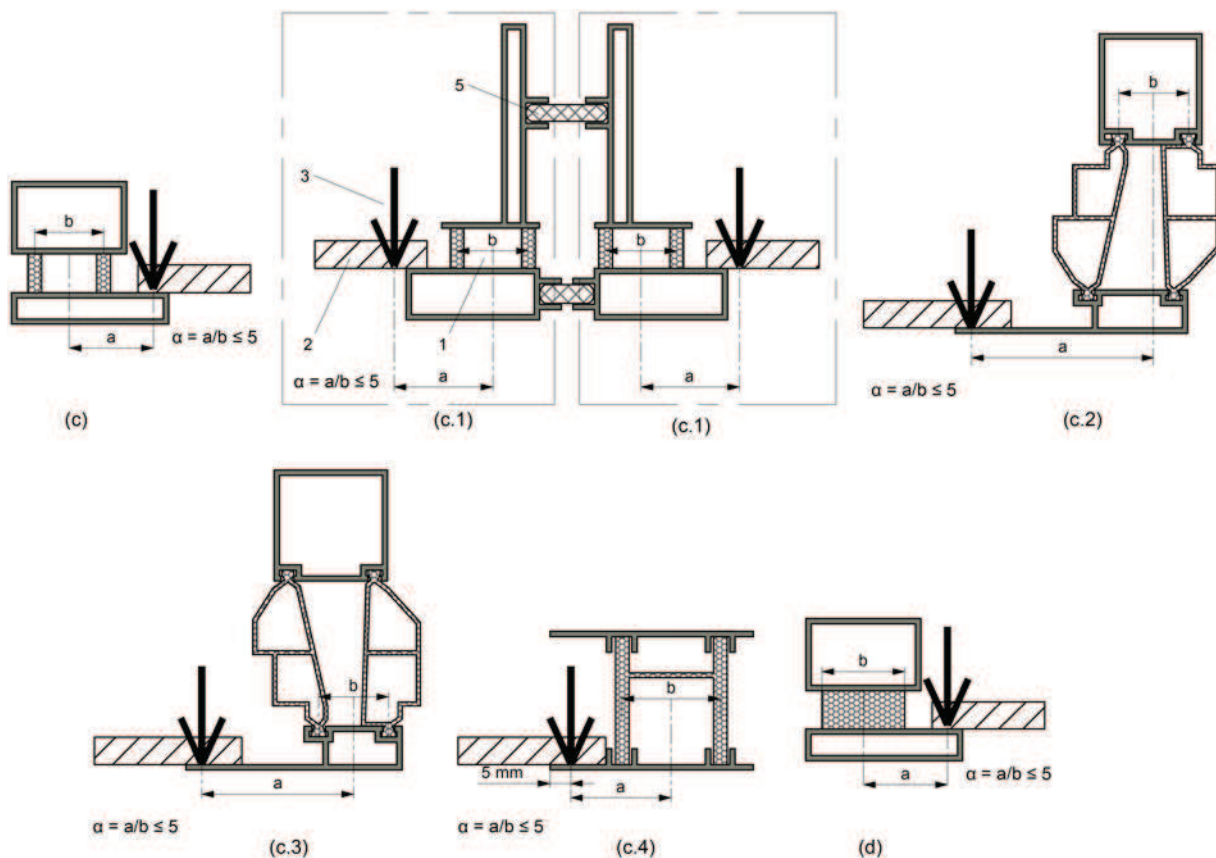
- 1 Metallprofil mit thermischer Trennung
- 2 Glasscheibe
- 3 Linienlast
- 4 mechanisches Bemessungssystem Typ B

Bild 3 — Beispiele für den geometrischen Bemessungstyp 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 einheitlichen Vorhangfassadensystemen verwendet wird (Bild 4 c.1))



Legende

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

Bild 4 — Beispiele für den geometrischen Bemessungstyp 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

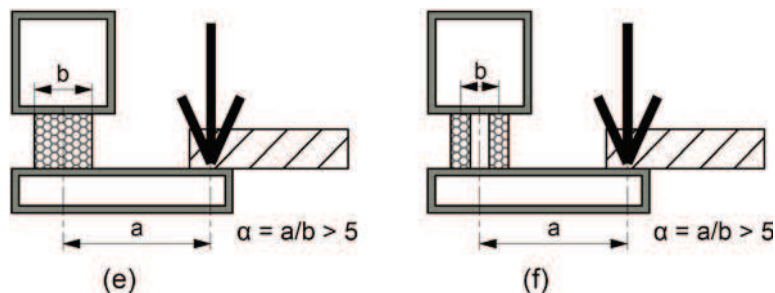


Bild 5 — Beispiele für den geometrischen Bemessungstyp 3 (asymmetrisch belastete Profile mit einer Exzentrizität $\alpha = a/b > 5$)

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 Bemessungstypen sind durch diese Norm nicht abgedeckt. Die Prüfverfahren für manche dieser Profile sind in prEN 16759:2019, Anhang F beschrieben. Für nicht symmetrische Profile, die nicht in prEN 16759 behandelt werden, sind spezifische Prüfungen und/oder eine FEM-Analyse erforderlich

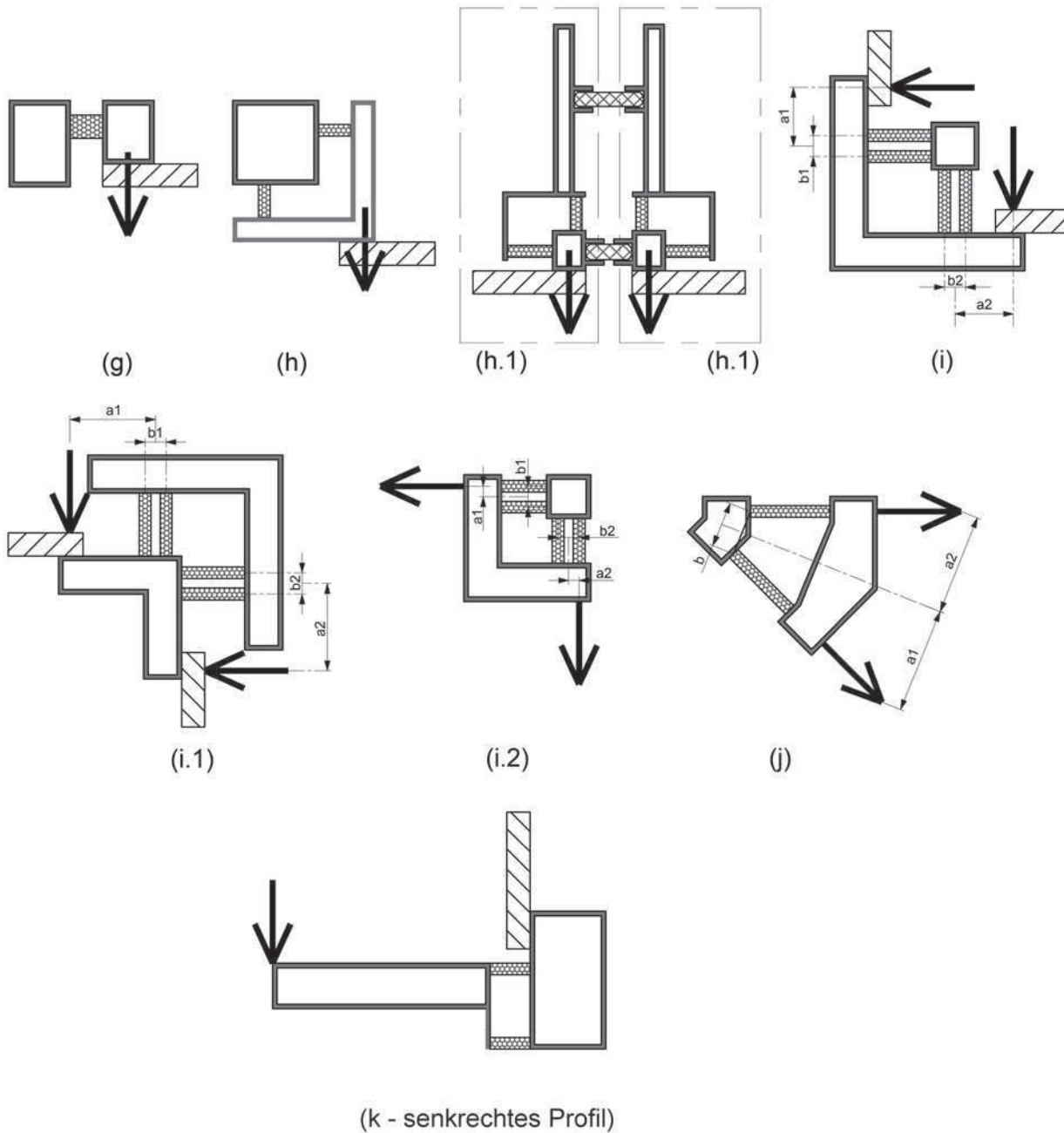


Bild 6 — Beispiele für den geometrischen Bemessungstyp 4 (nicht symmetrisch belastete Profile)

Anmerkung 1 zum Begriff: 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_1	Abstand zwischen: dem Schwerpunkt des Metallprofils 1 und dem Schwerpunkt des Verbundprofils [mm]

a_2	Abstand zwischen: dem Schwerpunkt des Metallprofils 2 und dem Schwerpunkt des Verbundprofils [mm]
a_3	Abstand zwischen: dem Schwerpunkt des Metallprofils 1 und dem Schwerpunkt des Metallprofils 2 [mm]
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]
c	Schubfedersteifigkeit [N/mm ²]
C	Maß für die Wirkung der elastischen Verbindung
C_d	begrenzender Bemessungswert des maßgeblichen Gebrauchstauglichkeitskriteriums
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
$ESLS;d$	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 am Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
$E\{F_{ULS;d}\}$	Berechnung der Auswirkung des Bemessungswerts am Grenzzustand der Tragfähigkeit
f	Bleibende Verformung nach künstlicher Alterung, Verfahren 2 [mm]
F	Kraft [N]
F_d	Bemessungswert der Einwirkung
$FSLs;d$	Bemessungswert am Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit bei einer Einzeleinwirkung oder einer Kombination von Einwirkungen.
$FULS;d$	Bemessungswert am Grenzzustand der Tragfähigkeit bei einer Einzeleinwirkung oder einer Kombination von Einwirkungen.
FEM	numerische Simulationsanalyse
G	Wert der Last durch das Eigengewicht
h	Höhe der thermischen Trennung
I_1	Trägheitsmoment des Metallprofils 1
I_2	Trägheitsmoment des Metallprofils 2
I_{eff}	effektives Trägheitsmoment [mm ⁴]
I_s	Steifigkeitsmoment [mm ⁴]
l	Länge des Prüfkörpers [mm]
L	Spannweite des Rahmenbauteils [mm]
PA	Polyamid
PU	Polyurethane

PUR	Polyurethane
PPO	Polyphenylenoxid
Q	Querzugfestigkeit [N/mm]
$Q_{k,1}$	Wert der einzelnen oder dominanten Einwirkung
$Q_{k,i}$	Werte von Einwirkungen, die nicht dominant sind
R_C	charakteristischer Wert der Beständigkeit gegen Einwirkungen
R_d	Bemessungswert der Beständigkeit gegen Einwirkungen
s	Standardabweichung der betrachteten Serien
SLS	<i>Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, en: service limit state</i>
ULS	<i>Grenzzustand der Tragfähigkeit, en: ultimate limit state</i>
T	Schubfestigkeit [N/mm]
$TC1$	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
Δh	bleibende Verformung nach künstlicher Alterung, Verfahren 1 [mm]
ΔF	Erhöhung der Last [N]
ΔT	Temperaturdifferenzen [K]
$\Delta \delta$	Verschiebung [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
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
$Max.$	höchstens
$mean$	Mittelwert, en: mean value
N	neu, vor künstlicher Alterung
$Req.$	gefordert, en: required
RT	Raumtemperatur

5 Anforderungen

5.1 Allgemeines

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

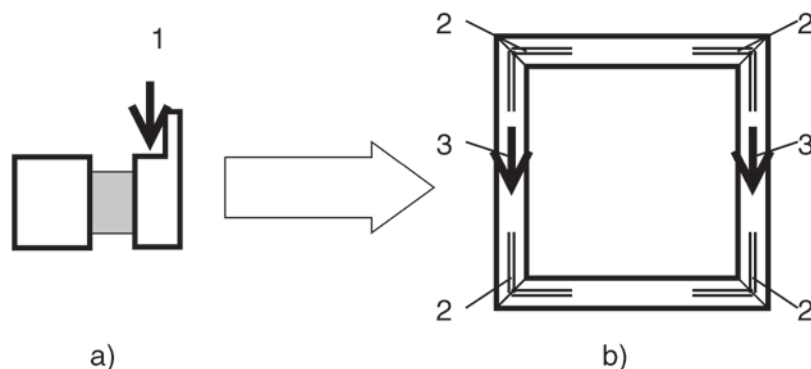
Zur Beurteilung der Schubfestigkeit in Bezug auf die Systeme thermischer Trennung müssen die drei Typen A, B und C (siehe 3.3) unterschieden werden.

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

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

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

- a) die Querkraftlast, die durch herkömmliche Dichtungen und Verglasungsdichtungen hervorgerufen wird;
- b) bei mechanischen Bemessungssystemen des Typs A und des Typs B die senkrechte Schublast, die durch die mechanische Übertragung des Eigengewichts des Füllpaneels von den waagerechten auf die senkrechten Profile erzeugt wird (siehe Bild 7).



Legende

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

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

Bei anderen und spezifischen Lastfällen, die nicht in prEN 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 Querkraftfestigkeit nach Eintauchen in Wasser (siehe 6.2.2) darf 30 % des Ausgangswerts nicht überschreiten.
- b) Die Verringerung des charakteristischen Werts der Querkraftfestigkeit nach Einwirkung von Feuchte (siehe 6.2.3) darf 30 % des Ausgangswerts nicht überschreiten.
- c) Die Verringerung des charakteristischen Werts der Querkraftfestigkeit während der Beanspruchung mit erhöhter Beanspruchungsgeschwindigkeit (siehe 6.2.4) darf 30 % des Ausgangswerts nicht überschreiten.

d) Bestimmung des Kriechfaktors unter Schublast.

$\varphi_{c,s} = 1,2$ kann als Referenzwert bei einer thermischen Trennung aus Polyamid (einschließlich Polyamid niedriger Dichte) verwendet werden, wenn das Verbindungsverfahren 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.

$\varphi_{c,t} = 1,5$ kann als Referenzwert bei einer thermischen Trennung aus Polyamid (einschließlich Polyamid niedriger Dichte) verwendet werden, wenn die Verbindungstechnologie 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).

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, die Abschnitte B.2 (die ersten beiden Punkte) von Anhang B wurden verifiziert.

5.3 Mechanische Festigkeit

Die durch Prüfungen zu bewertenden mechanischen Eigenschaften des Profils in Abhängigkeit von den beim Entwurfsprozess definierten 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 ist zu bewerten:

- wenn keine frühere Prüfung verfügbar ist, die Anhang B (B.2 und 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 D.1 definiert, 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 Auswertung der Durchbiegung am Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und eine Einschätzung der Produktqualität ein, um Unannehmlichkeiten im Zeitverlauf zu verhindern.

Tabelle 2 — Durch Prüfung zu bewertende mechanische Eigenschaften

Mechanische Bemessungssysteme	Prüfverfahren
Geometrischer Bemessungstyp 1 und Bemessungstyp 2 (symmetrisch oder nahezu symmetrisch belastete Profile)	
A	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 und/oder f
B	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 $(T_c^{M2}_{RT})$ $c_c^{N}_{LT}; c_c^{N}_{RT}; c_c^{N}_{HT};$ $\gamma_{Rd}; \varphi_{c,s}; \varphi_{c,t}$ Δh und/oder f
C	Nachweis nach 5.4 $(Q_c^{M1}_{LT}; Q_c^{M1}_{HT}; Q_c^{M1}_{RT})$ und/oder $(Q_c^{M2}_{RT})$ Δh und/oder f
Geometrischer Bemessungstyp 3 (asymmetrisch belastete Profile): zusätzliche mechanische Leistung im Vergleich zu Bemessungstyp 1 und Typ 2, die durch Prüfung bewertet werden muss	
A	$Q_c^{M2}_{RT}$ $T_c^{N}_{RT}; T_c^{M2}_{RT}; T_c^{M3}_{RT}$ $c_c^{N}_{LT}; c_c^{N}_{RT}; c_c^{N}_{HT}$ $\varphi_{c,s}; \varphi_{c,t}$ f
B	$Q_c^{M2}_{RT}$ $T_c^{N}_{RT}; T_c^{M2}_{RT}; T_c^{M3}_{RT}$ $c_c^{N}_{LT}; c_c^{N}_{RT}; c_c^{N}_{HT}$ $\gamma_{Rd}; \varphi_{c,s}; \varphi_{c,t}$ f

Mechanische Bemessungssysteme	Prüfverfahren
C	$Q_c^{M2}_{RT}$ f
Geometrischer Bemessungstyp 4 (nicht symmetrisch belastete Profile)	
A, B, C	wird in diesem Dokument nicht behandelt

5.4 Statischer Nachweis

Metallprofile mit thermischer Trennung müssen statisch beurteilt werden. Die Berechnungen beruhen auf den anerkannten Vorschriften und Techniken in Übereinstimmung mit Anhang A und können nach Anhang C oder mit einem beliebigen anderen geeigneten und validierten Verfahren (z. B. FEM-Analyse oder -prüfung) durchgeführt werden.

Unter der Voraussetzung, dass Anhang B (B.1, B.2 und B.3) verifiziert wurde, können die bereits vorhandenen charakteristischen mechanischen Werte für den statischen Nachweis nach Anhang C oder für andere geeignete und validierte Verfahren verwendet werden.

Wenn die in D.1 festgelegte einfache Konstruktion angewendet werden kann und die Anforderungen nach D.2 erfüllt sind, können die in D.3 angegebenen mechanischen Eigenschaften verwendet werden, um das effektive Trägheitsmoment des Metallprofils mit thermischer Trennung zu ermitteln.

6 Prüfungen

6.1 Allgemeines

6.1.1 Prüfkörper

Prüfkörper müssen von repräsentativen Profilen ausgewählt werden.

ANMERKUNG Der Systementwickler und das Prüflabor wählen gemeinsam zusammengesetzte Profile mit repräsentativen thermischen Trennungen als Prüfkörper. Die Auswahl wird unter Berücksichtigung des vorgesehenen Verwendungszwecks, der Möglichkeit zur Extrapolation der Ergebnisse auf andere zusammengesetzte Profile (siehe Anhang B) und die Möglichkeit der Prüfung mit der vorhandenen Prüfeinrichtung getroffen.

Wenn verschiedene Oberflächenbehandlungs- oder Produktionsverfahren angewendet werden (z. B. Anodisieren, Nasslackieren, Pulverbeschichten) muss die erfahrungsgemäß ungünstigste Oberflächenbehandlungsvariante gewählt werden.

6.1.2 Prüftemperatur

Folgende drei Prüftemperaturen sind anzuwenden:

- LT niedrige Prüftemperatur siehe 3.2;
- RT Raumtemperatur $(+23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- HT hohe Prüftemperatur siehe 3.2.

Die Temperatur des Prüfkörpers (als Ganzes) muss ermittelt und mit der in 3.2 angegebenen Toleranz für die Dauer der Prüfung aufrechterhalten werden.

6.1.3 Konditionierung vor der Prüfung

Vor der Prüfung nach 6.3 oder 6.4 müssen die Prüfkörper für die Dauer von mindestens 48 h im Labor unter normalen Laborbedingungen, d. h. bei $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 10) \%$ relativer Feuchte, gelagert werden.

Bei Prüfungen unter LT- und HT-Bedingungen müssen die Prüfkörper vor Beginn der Prüfung ≥ 2 h bei LT bzw. HT gelagert werden, z. B. in einem separaten, temperierten Behälter oder in der gleichen Kammer wie der Prüfstand.

Nach Anbringung des einzelnen Prüfkörpers im Probenhalter muss sichergestellt werden, dass die Prüftemperatur während des gesamten Prüfverfahrens innerhalb des Toleranzbereichs der vorgesehenen Temperatur bleibt.

6.2 Auswirkungen unterschiedlicher Konditionierungen der thermischen Trennung auf das mechanische Leistungsverhalten der Verbindung

6.2.1 Allgemeines

Der Zweck der folgenden Prüfungen ist die Charakterisierung der Auswirkung von verschiedenen Konditionierungen auf die mechanischen Eigenschaften der Verbindung. Daher sind diese Prüfungen repräsentativ für den Werkstoff der thermischen Trennung und müssen nicht für jede Verbindungstechnologie wiederholt werden.

Bei den Prüfungen unter feuchten Klimabedingungen (siehe 6.2.2 und 6.2.8) kann es erforderlich sein, die Schnittkanten zu schützen.

6.2.2 Leistungsverhalten nach Eintauchen in Wasser

Die Länge der Prüfkörper muss (100 ± 1) mm betragen.

- a) Die Querkzugfestigkeit aller 10 Proben im Anfangszustand (ohne Schubversagen) muss nach 6.3.2 bei niedriger und hoher Temperatur geprüft werden.

Die charakteristischen Werte $Q_c^N{}_{LT}$ und $Q_c^N{}_{HT}$ sind nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

- b) 20 Prüfkörper sind für die Dauer von $(1\,000 \pm 4)$ h bei einer Temperatur von $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ in Wasser zu lagern.

Nachdem die Prüfkörper für eine weitere Dauer von mindestens 24 h unter Normalbedingungen gelagert wurden (siehe 6.1.3), ist die Querkzugfestigkeit aller 10 Proben nach 6.3.2 bei der niedrigen und der hohen Prüftemperatur zu prüfen.

Der charakteristische Wert ist nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

6.2.3 Leistungsverhalten nach Feuchteeinwirkung

Die Länge der Prüfkörper muss (100 ± 1) mm betragen.

- a) Die Querkzugfestigkeit von 10 Proben im Anfangszustand (ohne Schubversagen) ist nach 6.3.2 bei Raumtemperatur zu prüfen.

Der charakteristische Wert $Q_c^N{}_{RT}$ ist nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

- b) 10 Prüfkörper sind für die Dauer von (96 ± 4) h in einer heißen und feuchten Atmosphäre zu lagern, d. h. bei (85 ± 2) °C und einer relativen Feuchte von mehr als 90 %.

Nachdem die Prüfkörper für eine weitere Dauer von mindestens 24 h unter Normalbedingungen gelagert wurden (siehe 6.1.3), ist die Querkzugfestigkeit nach 6.3.2 bei Raumtemperatur zu prüfen.

Der charakteristische Wert ist nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

6.2.4 Prüfung auf Sprödigkeit

Die Länge der Prüfkörper muss (100 ± 1) mm betragen.

- a) Die Querkzugfestigkeit von 10 Proben im Anfangszustand (ohne Schubversagen) ist nach 6.3.2 bei Raumtemperatur zu prüfen.

Der charakteristische Wert $Q_c^{N_{RT}}$ ist nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

- b) Die Querkzugfestigkeit von 10 Probekörpern im Anfangszustand (ohne Schubversagen) ist nach 6.3.2 bei einer Temperatur von (-10 ± 2) °C zu prüfen, aber die Vorschubgeschwindigkeit muss (200 ± 2) mm/min betragen.

Der charakteristische Wert ist nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

6.2.5 Prüfung des Kriechfaktors unter ständiger Schublast

Die Länge der Prüfkörper muss (100 ± 1) mm betragen.

- a) Die Schubfestigkeit von 10 Proben im Anfangszustand ist nach 6.4.2 bei Raumtemperatur zu prüfen.

Der charakteristische Wert $T_c^{N_{RT}}$ ist nach 6.4.2 und 6.6.2 zu bewerten.

- b) 10 Prüfkörper sind zu prüfen, nachdem ein Alterungsverfahren nach 6.5.4, Verfahren 3 = M3 bei Raumtemperatur durchgeführt wurde.

Der charakteristische Wert $T_c^{M3_{RT}}$ ist nach 6.4.2 und 6.6.2 zu bewerten.

Der charakteristische Wert des Kriechfaktors ist nach 6.6.5 zu bewerten.

6.2.6 Prüfung des Kriechfaktors unter konstanter Querkzuglast

Die Länge der Prüfkörper muss (100 ± 1) mm betragen.

- a) Die Querkzugfestigkeit von 10 Proben im Anfangszustand (ohne Schubversagen) ist nach 6.3.2 bei Raumtemperatur zu prüfen.

Der charakteristische Wert $Q_c^{N_{RT}}$ ist nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

- b) Die Querkzugfestigkeit von 10 Proben nach Schubversagen und nach Durchführung eines Alterungsverfahrens nach 6.5.2 Verfahren 1 = M1 bei Raumtemperatur ist nach 6.3.2 zu prüfen.

Der charakteristische Wert $Q_c^{M1_{RT}}$ ist nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

Der charakteristische Wert des Kriechfaktors ist nach 6.6.6 zu bewerten.

6.2.7 Leistungsverhalten nach Einwirkung von UV-Strahlung (falls zutreffend)

Diese Prüfung ist nur bei thermischen Trennungen aus UV-empfindlichem Werkstoff durchzuführen, die UV-Strahlung ausgesetzt sind.

Die Länge der Prüfkörper muss (100 ± 1) mm betragen.

- a) Die Querkzugfestigkeit von 10 Proben im Anfangszustand (ohne Schubversagen) ist nach 6.3.2 bei Raumtemperatur zu prüfen.

Der charakteristische Wert $Q_c^{N_{RT}}$ ist nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

- b) 10 Prüfkörper sind für eine Prüfdauer von 500 h unter trockenen Bedingungen bei einer UV-Bestrahlungsstärke von $(60 \pm 5) \text{ W/m}^2$ im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 400 nm nach EN ISO 4892-2 zu lagern. Das Referenzthermometer (schwarzer Körper), auch als Schwarzstandard-Thermometer bezeichnet, ist auf $(65 \pm 3) ^\circ\text{C}$ einzustellen.

ANMERKUNG Nach EN ISO 4892-1:2000, Tabelle 1, entspricht die UV-Strahlungsbeanspruchung im Bereich 300 nm bis 400 nm 6,9 % der Strahlungsbeanspruchung im gesamten Tageslicht, gemessen in GJ/m^2 .

Nachdem die Prüfkörper für eine weitere Dauer von mindestens 24 h unter Normalbedingungen gelagert wurden (siehe 6.1.3), ist die Querkzugfestigkeit nach 6.3.2 bei Raumtemperatur zu prüfen, aber die Vorschubrate muss $(200 \pm 2) \text{ mm/min}$ betragen.

Der charakteristische Wert ist nach 6.3.3 und 6.6.1 zu bewerten.

6.2.8 Prüfung auf Spannungsrisse

Damit der Beweis der Verträglichkeit eines chemischen Stoffs mit dem Werkstoff der thermischen Trennung erbracht wird, muss folgendes Prüfverfahren durchgeführt werden. Ziel der Prüfung ist es, Zugspannungen im Werkstoff der thermischen Trennung zu verursachen und mögliche zusätzliche Schäden zu beurteilen.

Zur Prüfung auf Spannungsrisse sind 10 Prüfkörper des Werkstoffs der thermischen Trennungen für die Dauer von $1\,000 (\pm 4)$ h mit jedem Stoff in Kontakt zu bringen.

Die Prüfung muss nach Verfahren A von EN ISO 22088-4 erfolgen.

Es sind Stifte mit einem Durchmesser von 3,4 mm zu verwenden, falls dieser Durchmesser nicht zu einem Bruch der gesamten thermischen Trennung führt. Kleine Anfangsrisse sind zulässig.

Wenn die Spannung für Stifte mit einem Durchmesser von 3,4 mm zu hoch ist, sind kleinere Stiftdurchmesser in absteigender Reihenfolge zu verwenden: 3,3 mm, 3,2 mm, 3,1 mm.

Falls Durchmesser von 3,1 mm eine zu hohe Spannung verursachen, kann die Prüfung nach EN ISO 22088-3 durchgeführt werden.

Die Auswahl der Stoffe liegt in der Verantwortung des Auftraggebers der Prüfung in Abstimmung mit dem Prüflabor.

Übliche Gruppen von chemischen Stoffen, die möglicherweise in Kontakt mit der thermischen Trennung kommen können, sind Säuren, Laugen, Öle, Dichtmittel, Reinigungsmittel usw.

6.3 Querkzugfestigkeit Q

6.3.1 Prüfkörper

Zur Bestimmung der charakteristischen Querkzugfestigkeit müssen 10 Prüfkörper bei den vorgesehenen Temperaturen (LT oder RT oder HT) geprüft und nach 6.6 bewertet werden.

- a) Prüfkörper für Eignungsprüfungen nach 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4 und 6.2.6 müssen (100 ± 1) mm lang sein.

Die Prüfkörper sind im Anfangszustand (ohne Schubversagen) zu prüfen.

- b) Prüfkörper für mechanische Leistungsprüfungen von Metallprofilen mit thermischer Trennung vom Typ B nach 3.3.2 müssen (100 ± 1) mm lang sein.

Sie sind nach der Alterung zu prüfen (siehe 5.3, Tabelle 2 und 6.5).

- c) Prüfkörper für mechanische Leistungsprüfungen von Metallprofilen mit thermischer Trennung vom Typ A nach 3.3.1 oder Typ C nach 3.3.3 sind nach dem Schubversagen zu prüfen, d. h. die Schubverbindung der Metallprofile und die thermische Trennung haben sich gelöst, und nach einem nachfolgenden Alterungsverfahren (siehe 5.3, Tabelle 2 und 6.5).

Schubversagen ist in dem Fall anzunehmen, wenn der Wert der Schubfestigkeit während der Prüfung nach 6.4 einen Höchstwert überschritten hat.

Die Verschiebung der Metallprofile gegenüber der thermischen Trennung nach dem Schubversuch ist auszugleichen, indem beide Enden auf eine Länge von (90 ± 1) mm gekürzt werden.

Die Prüfkörper sind nach der Alterung zu prüfen (siehe 5.3, Tabelle 2 und 6.5).

Die Größe kann auf ein Minimum von 18 mm verringert werden, wenn beim Schneiden mit großer Sorgfalt vorgegangen wird, damit Stöße auf die Verbindung zwischen thermischer Trennung und dem Metall vermieden werden.

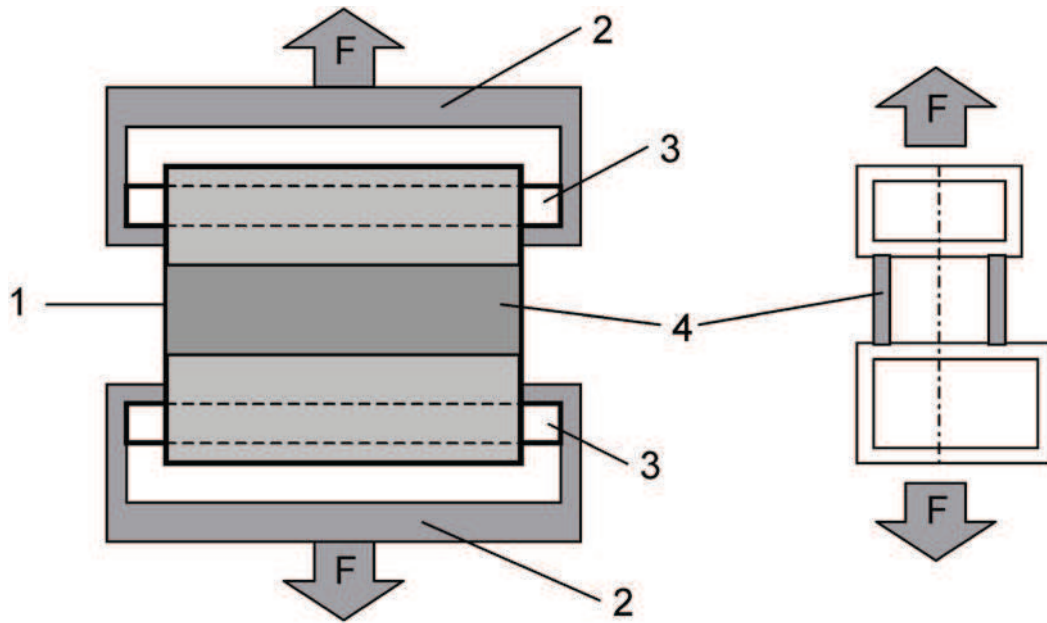
6.3.2 Prüfverfahren

Zur Bestimmung der Querkzugfestigkeit wird der Prüfkörper in ein Prüfgerät eingespannt, wobei sichergestellt wird, dass eine Verformung und Drehung der Profile vermieden werden muss und dass eine symmetrische Last auf die thermische Trennung erzeugt werden muss.

Das Prinzip ist in Bild 8 dargestellt.

Falls die Profile in mehr als einer Richtung belastet werden (siehe 3.4.4, Bild 6 „i“ und „j“), müssen die Richtungen getrennt geprüft werden.

Die Vorschubgeschwindigkeit muss $(2 \pm 0,5)$ mm/min betragen.



Legende

- 1 Prüfkörper
- 2 Bügel
- 3 Halterungsstab
- 4 thermische Trennung

Bild 8 — Seiten- und Vorderansicht eines Prüfgeräts (schematisch) zur Bestimmung der Querkzugfestigkeit

6.3.3 Auswertung

Der Zugfestigkeitswert jedes Prüfkörpers muss wie folgt berechnet werden:

$$Q = \frac{F_{\max}}{l} \quad (1)$$

Dabei ist

- Q die Zugfestigkeit [N/mm];
- $F_{\max}$ die höchste Zuglast [N];
- l die Länge des Prüfkörpers [mm].

6.4 Schubfestigkeit T und Schubfedersteifigkeit c

6.4.1 Prüfkörper

Zur Bestimmung der charakteristischen Schubfestigkeit und Schubfedersteifigkeit müssen 10 Prüfkörper bei der vorgesehenen Temperatur geprüft werden.

Die Prüfkörper sind vorzugsweise von verschiedenen zusammengesetzten Stäben zu entnehmen und zu mischen.

Die Länge jedes Prüfkörpers muss (100 ± 1) mm betragen.

6.4.2 Prüfverfahren

Zur Bestimmung der Schubfestigkeit T und der Schubfedersteifigkeit c muss die Prüfvorrichtung eine parallele Verschiebung in jeder Richtung zwischen dem belasteten und dem befestigten Metallprofil sicherstellen.

Die Kräfte müssen von einer starren Halterung aus auf das Profil übertragen werden, um eine gleichmäßige Lastverteilung ohne Berührung mit der thermischen Trennung sicherzustellen. Die starre Halterung darf das Gleiten der thermischen Trennung zu den Metallprofilen nicht behindern.

Die Verschiebung muss vorzugsweise direkt am Prüfkörper gemessen werden.

Das Prinzip der Prüfeinrichtung ist in Bild 9 dargestellt.

Um Setzeffekte der Prüfkörper und des Prüfgeräts zu verringern, kann eine Vorlast von (50 ± 5) N verwendet werden, bevor die Messung der Merkmale beginnt.

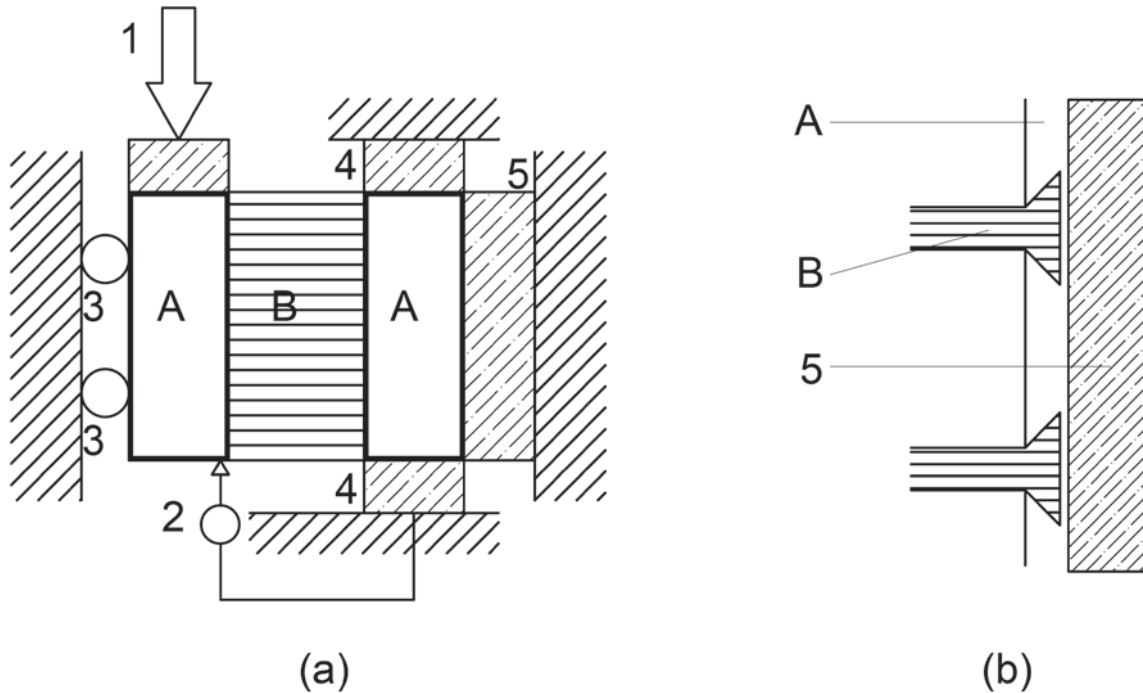
Die Vorschubgeschwindigkeit muss $(2 \pm 0,5)$ mm/min betragen.

Die Prüfkörper müssen bis zum Schubversagen geprüft werden, d. h., die Schubverbindung zwischen den Metallprofilen und der thermischen Trennung löst sich.

Schubversagen ist in dem Fall anzunehmen, wenn der Wert der Schubfestigkeit während der Prüfung einen Höchstwert überschritten hat.

Bei zusammengesetzten thermischen Trennungen mit mehr als einer Lage wird das spezielle Prüfverfahren nach 6.4.5.2 vorgeschlagen.

ANMERKUNG Der Höchstwert ist erreicht, sobald eine Verringerung der Kraft 20 % der Höchstkraft überschreitet oder wenn der Bediener keine weitere Zunahme der Kraft erkennt.



Legende

- 1 Last
- 2 Wegaufnehmer
- 3 reibungslose waagerechte Befestigung des belasteten Metallteils
- 4 senkrechte starre Halterung
- 5 waagerechte starre Halterung
- A Metallprofile des Prüfkörpers
- B thermische Trennung des Prüfkörpers

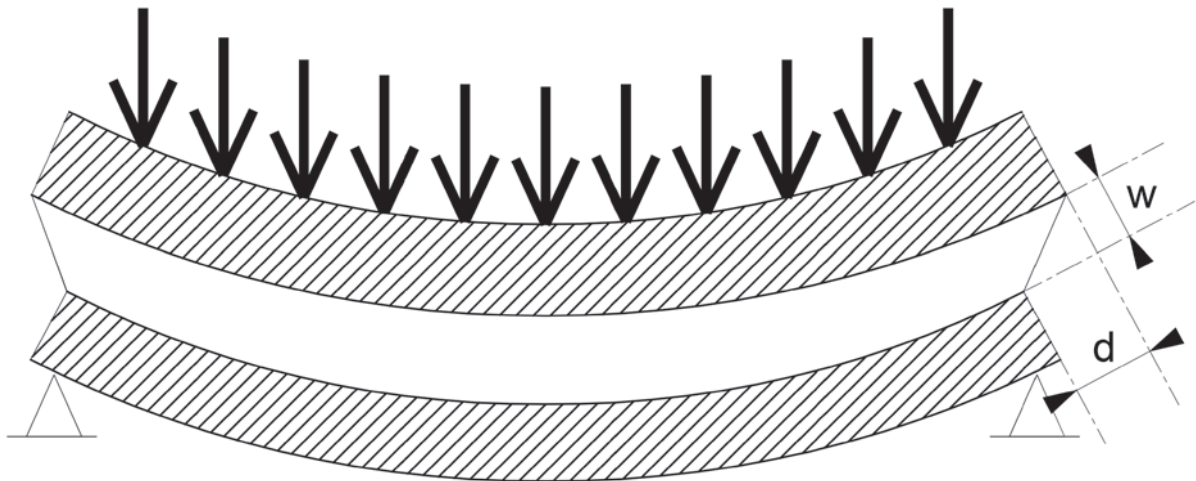
Bild 9 — Schematische Seitenansicht (a) und Draufsicht (Vergrößerung) (b) des Prüfgeräts zur Bestimmung der Schubfestigkeit und der Schubfedersteifigkeit

6.4.3 Ergebnistypen bei Systemen mit dem mechanischen Bemessungssystemtyp A

Die Prüfung von Metallprofilen mit thermischer Trennung mit dem mechanischen Bemessungssystemtyp A (3.3.1) führt zu unterschiedlichen Ergebnistypen.

Das für die Unterscheidung der Typen gewählte Kriterium ist die erwartete Verschiebung zwischen den Metallprofilen, die in der Praxis auftritt, wenn Metallprofile mit thermischer Trennung sich unter der Einwirkung von unterschiedlichen Lasten und Lastkombinationen biegen (siehe Anhang A).

Es wird erwartet, dass diese Verschiebung (d) 10 % der Breite der thermischen Trennung (w) entspricht, definiert als der sichtbare Abstand zwischen den beiden Metallprofilen (siehe Bild 10).



Legende

- w Breite der thermischen Trennung
d Verschiebung zwischen den Metallprofilen

Bild 10 — Schematische Ansicht eines Metallprofils mit thermischer Trennung unter Last

Ergebnistyp a)

Die Schubverbindung zwischen den Metallprofilen und der thermischen Trennung löst sich durch Gleiten im Verbindungsbereich mit einer Verschiebung der Metallprofile von bis zu 10 % der Breite der thermischen Trennung. Das Schubversagen ist durch die Höchstkraft im Augenblick des Gleitens bestimmt (siehe ANMERKUNG in 6.4.2).

Ergebnistyp b)

Die Schubverbindung zwischen den Metallprofilen und der thermischen Trennung löst sich durch Trennung der Metallprofile, wodurch die nachfolgenden Alterungs- und Prüfverfahren an den Proben verhindert werden, mit einer Verschiebung der Metallprofile von bis zu 10 % der Breite der thermischen Trennung. Das Schubversagen ist durch die Höchstkraft beim Bruch der thermischen Trennung bestimmt (siehe ANMERKUNG in 6.4.2).

ANMERKUNG 1 Metallprofile mit thermischer Trennung, die ursprünglich als mechanischer Bemessungstyp A konstruiert wurden, müssen nun als Typ B eingestuft werden. Dies erfordert die Verwendung des Bemessungsfaktors γ_{Rd} (6.6.7) während des statischen Nachweises (A.3.3).

ANMERKUNG 2 Wenn keine Trennung auftritt und die nachfolgenden Alterungs- und Prüfverfahren durchgeführt werden können, werden die Profile als Typ A eingestuft und entsprechend geprüft.

Ergebnistyp c)

Die Schubverbindung zwischen den Metallprofilen und der thermischen Trennung löst sich durch Gleiten im Verbindungsbereich bei einer Verschiebung der Metallprofile von mehr als 10 % der Breite der thermischen Trennung. Das Schubversagen ist durch die Höchstkraft im Augenblick des Gleitens bestimmt (siehe ANMERKUNG in 6.4.2).

Ergebnistyp d)

Die Schubverbindung zwischen den Metallprofilen und der thermischen Trennung löst sich durch Bruch der thermischen Trennung und Trennung der Metallprofile in der Art, dass die Vorbereitung der Proben für die nachfolgenden Schritte (d. h. Alterungsverfahren, Prüfung der Querkraftfestigkeit) nicht möglich ist.

Dies tritt bei einer Verschiebung der Metallprofile von mehr als 10 % der Breite der thermischen Trennung auf. Das Schubversagen ist durch die Höchstkraft beim Bruch der thermischen Trennung bestimmt (siehe ANMERKUNG in 6.4.2).

Bei diesen Metallprofilen ist ein Prüfverfahren nach 6.4.2 und eine Prüfanordnung in Übereinstimmung mit Bild 9 nicht von Nutzen, da die Vorbereitung der Prüfkörper für die nachfolgenden Schritte aufgrund der Trennung der Metallprofile nicht möglich ist.

Allerdings treten der Bruch und die Trennung bei einer Verschiebung der Metallprofile auf, die in der Praxis nicht auftritt, wenn Metallprofile mit thermischer Trennung sich unter der Einwirkung von unterschiedlichen Lasten und Lastkombinationen biegen.

ANMERKUNG Daher kann das Metallprofil immer noch als Bemessungstyp A eingestuft werden. Der Bemessungsfaktor γ_{Rd} (6.6.7) während des statischen Nachweises (A.3.3) bleibt 1.

6.4.4 Prüfungsablauf

Es sind zehn Prüfstücke nach dem Prüfverfahren 6.4.2 und mit einem Prüfaufbau nach Bild 9 zu prüfen; die Schubfedersteifigkeit c und die Schubfestigkeit T werden nach 6.4.6 festgelegt.

Bei Ergebnistyp a) und Typ c) (siehe 6.4.3) sollten die gleichen Proben für die nachfolgende Prüfung der Querkzugfestigkeit verwendet werden. Bei Ergebnistyp b) (siehe 6.4.3) können die Profile als Typ A eingestuft und entsprechend geprüft werden, wenn keine Trennung zwischen den Metallteilen auftritt. Andernfalls können die Profile als Typ B eingestuft werden. Bei Ergebnistyp d) (siehe 6.4.3) dürfen neue Proben für die Prüfung der Querkzugfestigkeit verwendet werden, und das Schubversagen der Verbindung darf vor der Prüfung nach Verfahren 6.4.5.1 erzeugt werden (siehe Bild 11).

Der Ergebnistyp muss im Prüfbericht dokumentiert werden.

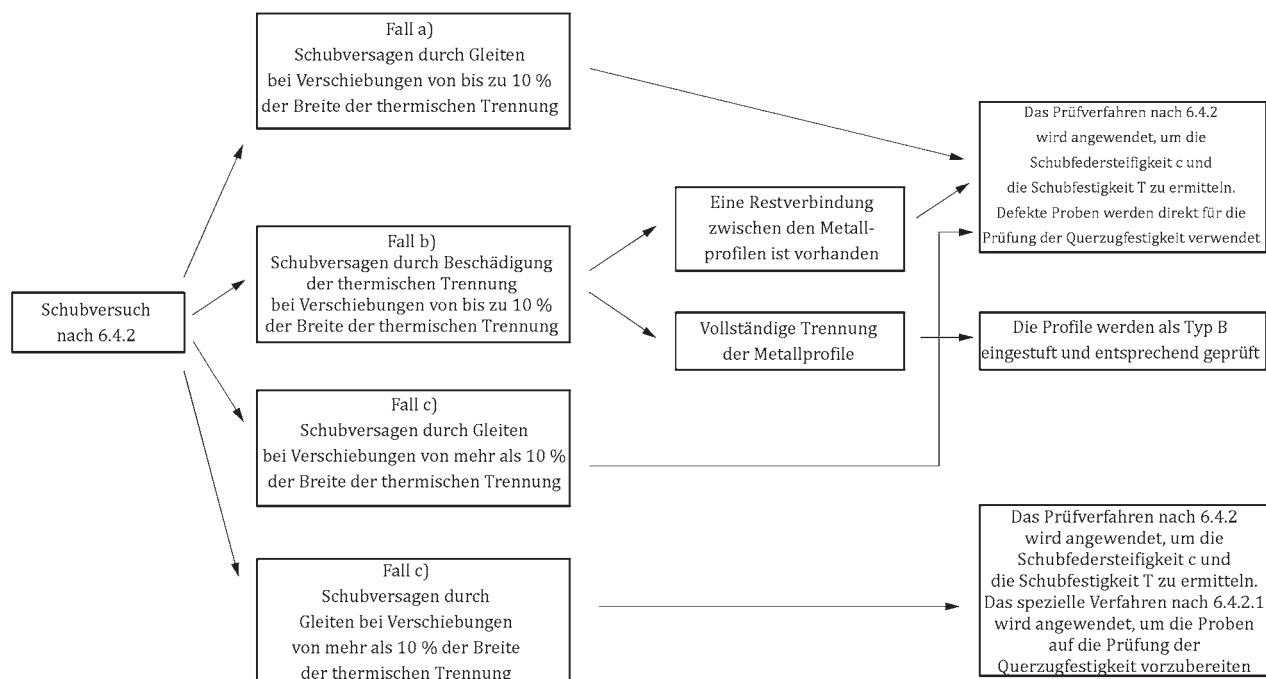


Bild 11 — Schematisches Ablaufdiagramm für die Prüfung der Schubfestigkeit T und der Schubfedersteifigkeit c

6.4.5 Sonderfälle

6.4.5.1 Fall 1

In den in 6.4.3 angegebenen Fällen kann das folgende Prüfverfahren angewendet werden, um Gleiten in der Verbindung zwischen der thermischen Trennung und den Metallprofilen hervorzurufen.

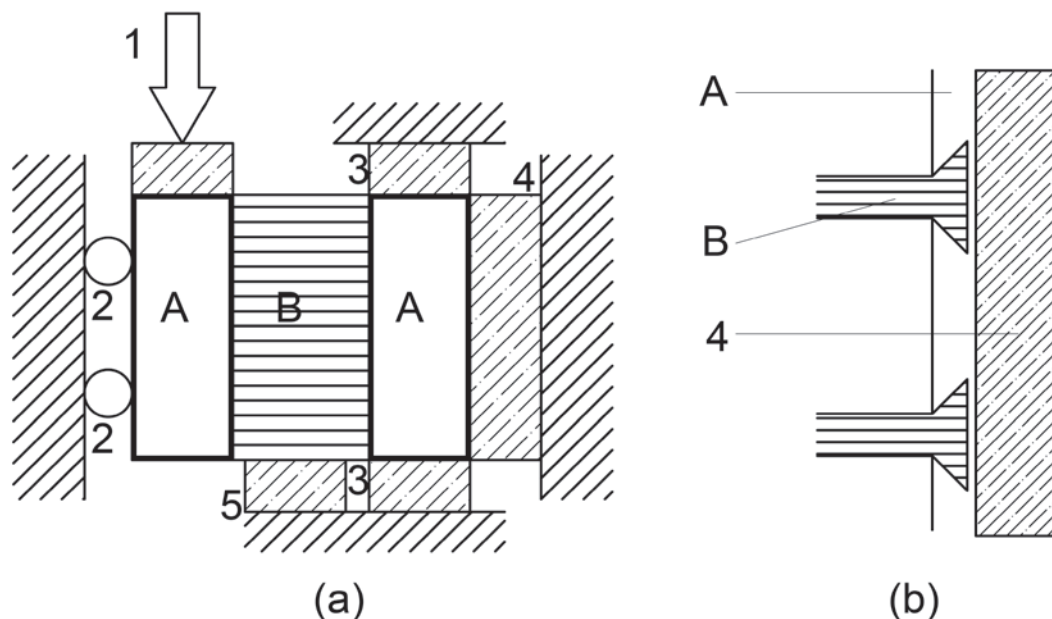
Es dürfen neue Proben (ohne Schäden) verwendet werden.

Die Prüfvorrichtung muss eine parallele Verschiebung in jeder Richtung zwischen dem belasteten und dem befestigten Metallprofil sicherstellen. Die thermische Trennung selbst wird nahe an den belasteten Metallprofilen gehalten (siehe Bild 12, Punkt 5), um Gleiten zwischen der thermischen Trennung und dem belasteten Metallprofil zu erzeugen.

Die Kräfte müssen von einer starren Halterung aus auf das Profil übertragen werden, um eine gleichmäßige Lastverteilung ohne Berührung mit der thermischen Trennung sicherzustellen.

Die Verschiebung muss vorzugsweise direkt am Prüfkörper gemessen werden.

Das Prinzip der Prüfeinrichtung ist in Bild 12 dargestellt.



Legende

- 1 Last
- 2 reibungslose waagrechte Befestigung des belasteten Metallteils
- 3 senkrechte starre Halterung
- 4 waagrechte starre Halterung
- 5 zusätzliche starre Halterung für das Prüfverfahren nach 6.4.5.1
- A Metallprofile des Prüfkörpers
- B thermische Trennung des Prüfkörpers

Bild 12 — Schematische Seitenansicht (a) und Draufsicht (Vergrößerung) (b) des Prüfgeräts für den Sonderfall Nummer 1

6.4.5.2 Fall 2 (doppelte Isolierungszone)

Bei zusammengesetzten thermischen Trennungen mit mehr als einer Lage wird vorgeschlagen, zwei oder mehr Serien von jeweils 10 Prüfkörpern zu verwenden.

Die erste Serie wird zur Bestimmung der Schubfedersteifigkeit nach 6.4.2 mit allen zusammengesetzten Metallprofilen und thermischen Trennungen verwendet.

Bei dieser Prüfung wird eines der äußeren Metallprofile befestigt und das andere äußere Metallprofil wird belastet, während die thermischen Trennungen und das mittlere Metallprofil nicht gehalten werden.

Die zweite Serie wird zur Bestimmung der Schubfestigkeiten der Verbindungen zwischen den Metallprofilen und den thermischen Trennungen in zwei Durchläufen verwendet.

Im ersten Durchlauf wird das Metallprofil in der Mitte des Verbunds gehalten, um Gleiten zwischen einer der thermischen Trennungen und den sie umgebenden Metallprofilen zu erzeugen.

Im zweiten Durchlauf wird die Verbindung der anderen thermischen Trennung geprüft. Bei diesem Durchlauf wird der Prüfkörper umgedreht und dann erneut geprüft, während nun das Metallprofil befestigt wird, das während des ersten Durchlaufs belastet wurde. Das Metallprofil in der Mitte des Verbunds wird wieder gehalten.

Die zu beurteilende Schubfestigkeit entspricht dem niedrigeren der beiden Werte.

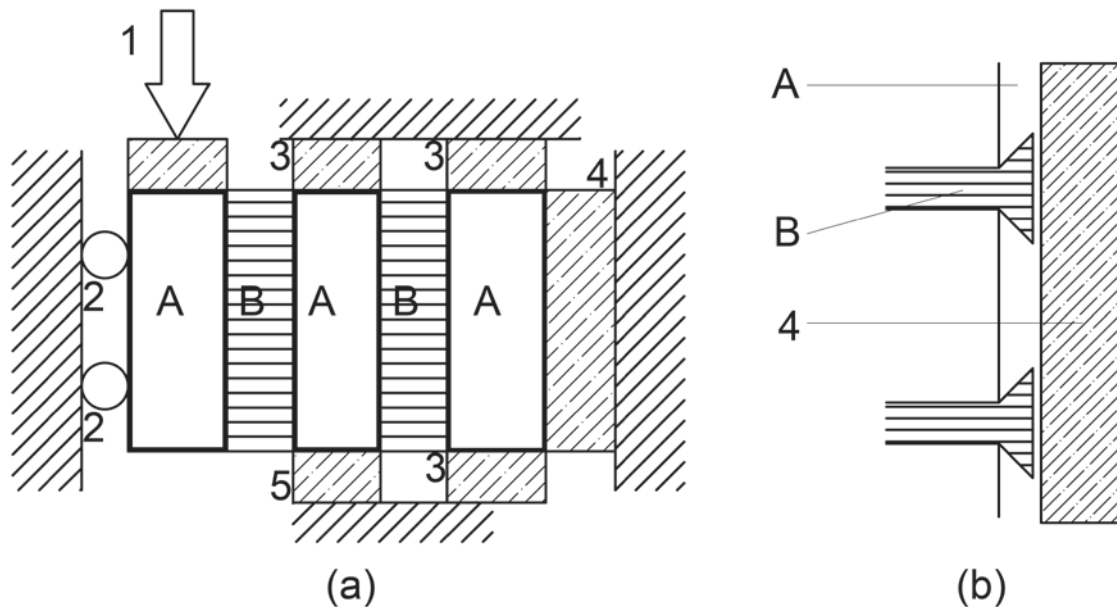
Die Prüfvorrichtung muss eine parallele Verschiebung in jeder Richtung zwischen dem belasteten und dem befestigten Metallprofil sicherstellen. Die thermische Trennung selbst wird nahe an den belasteten Metallprofilen gehalten (siehe Bild 12, Punkt 5), um Gleiten zwischen der thermischen Trennung und dem belasteten Metallprofil zu erzeugen.

Die Kräfte müssen von einer starren Halterung aus auf das Profil übertragen werden, um eine gleichmäßige Lastverteilung ohne Berührung mit der thermischen Trennung sicherzustellen.

Die Verschiebung muss vorzugsweise direkt am Prüfkörper gemessen werden.

Das Prinzip der Prüfeinrichtung ist in Bild 13 dargestellt.

ANMERKUNG Bei manchen Metallprofilen mit thermischer Trennung ist eine Überlappung mit dem Prüfverfahren Fall 1 erforderlich, bei dem die thermischen Trennungen während der Prüfungen gehalten werden. Dies ergibt vier Prüfdurchläufe mit vier Schubversuchsergebnissen.



Legende

- 1 Last
- 2 reibungslose waagerechte Befestigung des belasteten Metallteils
- 3 senkrechte starre Halterung
- 4 waagerechte starre Halterung
- 5 zusätzliche starre Halterung für das Prüfverfahren nach 6.4.5.2
- A Metallprofile des Prüfkörpers
- B thermische Trennungen des Prüfkörpers

Bild 13 — Schematische Seitenansicht (a) und Draufsicht (Vergrößerung) (b) des Prüfgeräts für den Sonderfall Nummer 2

6.4.6 Auswertung

Für jeden Prüfkörper muss der Wert der Schubfestigkeit wie folgt berechnet werden:

$$T = \frac{F_{max}}{l} \quad (2)$$

Dabei ist

- T die Schubfestigkeit [N/mm];
- F_{max} die höchste Schublast [N];
- l die Länge des Prüfkörpers [mm].

Die Schubfedersteifigkeit c muss sich aus dem Anstieg des Kraft- und Verformungsdiagramms (Spannungs-Dehnungsdiagramm) zu Beginn der Verformung ergeben.

Folgende Gleichung muss angewendet werden:

$$c = \frac{\Delta F}{\Delta \delta \cdot l} \quad (3)$$

Dabei ist

- c die Schubfedersteifigkeit [N/mm²];
- ΔF der Anstieg der Schublast [N];
- $\Delta \delta$ die entsprechende Verschiebung [mm];
- l die Länge des Prüfkörpers [mm].

Die Bezugspunkte für ΔF und $\Delta \delta$ sollten in einem Bereich festgelegt werden, in dem die Steigung der Spannungs-Dehnungs-Kurve über einen weiten Bereich konstant ist.

6.5 Alterung

6.5.1 Allgemeines

In Abhängigkeit vom mechanischen Bemessungstyp (siehe 3.3) und dem geometrischen Bemessungstyp (siehe 3.4) des Profils muss ein Alterungsverfahren nach Tabelle 2 angewendet werden (siehe Abschnitt 4, Indizes).

6.5.2 Verfahren 1 = M1

6.5.2.1 Prüfverfahren

Prüfkörper von Profilen mit thermischer Trennung vom Typ A nach 3.3.1 oder Typ C nach 3.3.3 sind nach dem Schubversagen zu prüfen (d. h. die Schubverbindung der Metallprofile und die thermische Trennung haben sich gelöst), und nach einem nachfolgenden Alterungsverfahren (siehe 5.3, Tabelle 2, und 6.5).

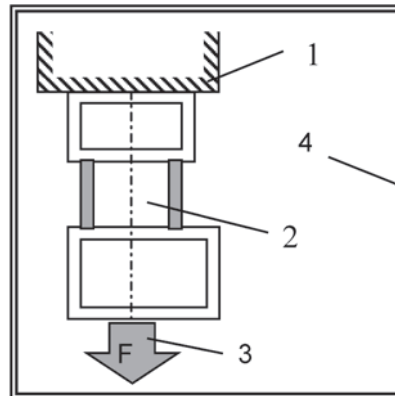
Schubversagen ist in dem Fall anzunehmen, wenn der Wert der Schubfestigkeit während der Prüfung nach 6.4 einen Höchstwert überschritten hat.

Die Verschiebung der Metallprofile gegenüber der thermischen Trennung nach dem Schubversuch ist auszugleichen, indem beide Enden auf eine Länge von (90 ± 1) mm gekürzt werden.

ANMERKUNG Prüfkörper, die die Prüfung nach 6.4 bestanden haben, können verwendet werden.

Prüfkörper von Metallprofilen mit thermischer Trennung von Systemen vom Typ B nach 3.3.2 müssen im Anfangszustand mit einer Länge von (100 ± 1) mm geprüft werden.

Die Prüfkörper müssen einer konstanten Querlast von (10 ± 1) N/mm für die Dauer von $(1\,000 \pm 10)$ h bei der Temperatur HT unterzogen werden, siehe Bild 14.



Legende

- 1 Halterung
- 2 an der Halterung befestigter Prüfkörper
- 3 ständige Querlast von 10 N/mm
- 4 Kammer mit einer Temperatur HT für 1 000 h

Bild 14 — Prüfgerät (schematisch) für Alterungsverfahren 1

6.5.2.2 Auswertung

Nachdem die Prüfkörper nach der Prüfung für eine weitere Dauer von mindestens 24 h unter üblichen Laborbedingungen gelagert wurden (siehe 6.1.3), ist die bleibende Verformung Δh nach der Alterung festzustellen, siehe Bild 15. Diese Messung muss auf 0,1 mm vorgenommen werden.

Der charakteristische Wert Δh_c ist nach 6.6.4 zu bewerten.

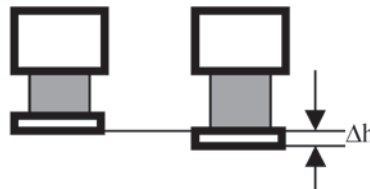


Bild 15 — Verfahren 1 Messung der bleibenden Verformung Δh für M1

Nach Lagerung der Prüfkörper nach der Prüfung für eine weitere Dauer von mindestens 48 h unter üblichen Laborbedingungen (siehe 6.1.3) muss die Prüfung der Querkzugfestigkeit bei geeigneter Temperatur durchgeführt werden und der charakteristische Wert muss bewertet werden.

6.5.3 Verfahren 2 = M2

6.5.3.1 Prüfverfahren

Ein Profilstab von mindestens 500 mm Länge ist in einer belüfteten Klimakammer unterzubringen. Der obere Profilstab ist an einer starren Halterung zu befestigen (siehe Bild 16). Der Profilstab ist gleichzeitig einer wechselnden thermischen und mechanischen Spannung auszusetzen.

6.5.3.2 Mechanischer Lastzyklus

Die aufgebrachte Last muss so von der Länge des Profilstabs bestimmt werden, dass eine konstante Last von $(1,00 \pm 0,01)$ N/mm auf den Rand des Profils einwirkt. Zusätzlich zur konstanten Last muss eine abwechselnd wirkende Last von $(0,25 \pm 0,01)$ N/mm ausgeübt werden, siehe Bild 17. Die Lasten müssen für