

DIN EN 13947

ICS 91.060.10; 91.120.10

Ersatz für
DIN EN 13947:2007-03**Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden –
Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten;
Deutsche Fassung EN 13947:2006**

Thermal performance of curtain walling –
Calculation of thermal transmittance;
German version EN 13947:2006

Performances thermiques des façades légères –
Calcul du coefficient de transmission thermique;
Version allemande EN 13947:2006

Gesamtumfang 56 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN 13947:2006 ist vom Technischen Komitee CEN/TC 89 (Sekretariat: SIS, Schweden) in der Arbeitsgruppe WG 7 unter deutscher Mitwirkung erarbeitet worden. Das Sekretariat von CEN/TC 89/WG 7 wird von Deutschland geführt. Der für die CEN/TC 89/WG 7 zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist der als Spiegelausschuss eingesetzte NA 005-56-97 AA „Transparente Bauteile“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13947:2007-03 wurden folgende Berichtigungen vorgenommen:

- a) in Tabelle B.1 wurde „Aluminium, Holz“ durch „Holz-Aluminium“ ersetzt;
- b) in Tabelle B.2 wurde „Aluminium, Holz“ durch „Holz-Aluminium“ ersetzt;
- c) in Tabelle B.2 wurde in der Zeile „Holz-Aluminium“ $\psi = 0,8 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ durch $\psi = 0,08 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ersetzt;
- d) in Tabelle B.3 wurde in der Zeile „Holz oder PVC“ $\psi = 0,8 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ durch $\psi = 0,08 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ersetzt;
- e) in Tabelle B.4 wurde in der Zeile „Holz oder PVC“ $\psi = 0,6 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ durch $\psi = 0,06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ersetzt;
- f) in der Legende zu Bild E.3 wurde „Abstandshalter mit $\lambda = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ “ durch „Abstandshalter mit $\lambda = 0,4 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ “ ersetzt;
- g) editorielle Korrekturen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13947: 2007-03

Deutsche Fassung

**Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden —
Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten**

Thermal performance of curtain walling —
Calculation of thermal transmittance

Performances thermiques des façades légères —
Calcul du coefficient de transmission thermique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. November 2006 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

Seite

Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Einheiten	8
3.3 Tiefgestellte Indizes.....	9
3.4 Hochgestellte Indizes	9
4 Geometrische Merkmale	9
4.1 Hauptmerkmale.....	9
4.2 Abgewinkelte Fläche und raumseitige Tiefe	12
4.3 Grenzen von Vorhangfassaden.....	12
4.3.1 Allgemeines.....	12
4.3.2 Grenzen eines repräsentativen Bezugselementes.....	13
4.3.3 Flächen von Vorhangfassaden.....	14
5 Schnittebenen und Unterteilung in Wärmezonen	15
5.1 Regeln für die thermische Modellierung	15
5.2 Schnittebenen im geometrischen Modell.....	15
6 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Vorhangfassaden.....	16
6.1 Verfahren	16
6.2 Vereinfachtes Beurteilungsverfahren.....	17
6.2.1 Wärmedurchgangskoeffizient von Verglasungen und Paneelen (Füllungen).....	17
6.2.2 Bestimmung des Wärmestroms durch den Verbindungsbereich Füllung/Pfosten oder Riegel/Füllung	17
6.2.3 Bestimmung des Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizienten einer Vorhangfassade (U_{CW})	22
6.3 Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten	23
6.3.1 Allgemeines.....	23
6.3.2 Definition der Flächen	23
6.3.3 Wärmedurchgangskoeffizient von Verglasungen und Paneelen (Füllungen).....	26
6.3.4 Wärmedurchgangskoeffizient von Rahmen, Pfosten/Riegeln	26
6.3.5 Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	27
6.4 Wärmedurchgangskoeffizient einer Vorhangfassade aus unterschiedlichen Elementen.....	28
7 Eingabedaten	29
8 Bericht.....	29
8.1 Querschnittszeichnungen.....	29
8.2 Gesamtzeichnung des Vorhangfassadenelementes.....	30
8.3 Werte für die Berechnung	30
8.4 Darstellung der Ergebnisse	30
Anhang A (informativ) Leitlinie zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_{CW} von Vorhangfassaden beider Verfahren	31
Anhang B (informativ) Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsbereiches	32
Anhang C (normativ) Verfahren zur Berechnung des wärmetechnischen Einflusses von Schrauben unter Anwendung eines zweidimensionalen numerischen Verfahrens und der Verfahren nach EN ISO 10077-2	40
C.1 Allgemeines.....	40
C.2 Berechnung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit einer Schraube $\lambda_{s,eq}$	41
C.3 Berücksichtigung von Schraubenköpfen und Unterlegscheiben	41

Anhang D (normativ) Belüftete und ruhende Lufträume	42
Anhang E (informativ) Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten: Beispiel für die Berechnung	45
E.1 Daten für die Beispiele	45
E.2 Rahmen	47
E.2.1 Definition und Beurteilung von Flächen	47
E.2.2 Beurteilung der Werte für U_f	48
E.3 Verglasungen	48
E.3.1 Definition und Beurteilung der Flächen	48
E.3.2 Bewertung der Werte für U_g	48
E.3.3 Definition von l_g und Beurteilung der Werte für ψ_g und $\psi_{m,f}$ und $\psi_{t,f}$	48
E.4 Paneele	49
E.4.1 Definition und Beurteilung der Flächen	49
E.4.2 Beurteilung der Werte für U_p	49
E.4.3 Definition von l_p und Beurteilung der Werte für ψ_p	49
E.4.4 Berechnung eines ganzen Elementes	50
Anhang F (informativ) Vereinfachtes Beurteilungsverfahren: Beispiel für die Berechnung	51
F.1 Allgemeine Beschreibung der Beispiele	51
F.2 Auf den Mittenbereich der Verglasung bezogener U-Wert	52
F.3 Auf den Mittenbereich der Fensterbrüstung bezogener U-Wert	52
F.4 U-Werte von Anschlüssen	52
F.5 Gesamt-U-Wert der Vorhangfassade	53
Literaturhinweise	54

Bilder

Bild 1 — Prinzipdarstellung einer Vorhangfassade: Elementbauweise	10
Bild 2 — Prinzipdarstellung einer Vorhangfassade: Pfosten-Riegel-Konstruktion	11
Bild 3 — Raumseitig und außenseitig abgewinkelte Fläche, raumseitige Tiefe	12
Bild 4 — Grenzen eines repräsentativen Bezugselementes einer Fassade	13
Bild 5 — Flächen mit unterschiedlichen wärmetechnischen Eigenschaften	14
Bild 6 — Wärmetechnischer Abschnitt, stellvertretend für die gesamte Vorhangfassade	17
Bild 7a — Darstellung der Bereiche für die Vorgehensweise mit U_{TJ} (Beispiel: Verglasung, Pfosten, Paneel)	19
Bild 7b — Darstellung der Bereiche für die Vorgehensweise mit ψ_{TJ} (Beispiel: Verglasung, Pfosten, Paneel)	20
Bild 8 — Beispiel 1: Vorhangfassade in Rahmenbauweise	21
Bild 9 — Beispiel 2: SG-Verglasung mit Silikonverklebung	21
Bild 10 — Beispiel 3: SG-Verglasung	22
Bild 11 — Beispiel 4: Hinterlüftete Fassade	22
Bild 12 — Darstellung der verglasten Fläche und der Umfangslänge	24
Bild 13 — Darstellung der verschiedenen Flächenanteile von Pfosten und Riegeln sowie von Paneelen und Verglasungen	25
Bild 14 — Darstellung der verschiedenen Flächenanteile von beweglichen und feststehenden Rahmen und von Verglasungen	26
Bild 15 — Darstellung eines in einen Riegel oder Pfosten integrierten Fensters	28
Bild B.1 — Definition der wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter für Verglasungen	35
Bild B.2 — Paneel Typ 1	36
Bild B.3 — Paneel Typ 2	36
Bild B.4 — Randbedingungen für die Berechnung von U_f für direkt in die Fassade eingebaute Rahmenprofile (Pfosten-Rahmen-Verbindungsgebiete Typ C und Typ D)	39
Bild C.1 — Beurteilung des wärmetechnischen Einflusses von Schrauben unter Anwendung einer zweidimensionalen numerischen Berechnung	40
Bild D.1 — Beispiel: Berechnung des U_{cw} Wertes für eine Doppelfassade	44

	Seite
Bild E.1 — Element einer Vorhangsfassade, von außen betrachtet.....	45
Bild E.2 — Detail einer Verglasung	46
Bild E.3 — Detail eines Paneels	46
Bild E.4 — Definition der Flächen	47
Bild F.1 — Geometrie des Fassadenmoduls.....	51
 Tabellen	
Tabelle 1 — Symbole und Einheiten.....	8
Tabelle 2 — ΔU -Werte für Pfosten und Riegel in Bezug auf Verbindungsmittel aus nichtrostendem Stahl	27
Tabelle 3 — Herkunft der Eingabedaten.....	29
Tabelle A.1 — Zusammenfassung der Verfahren zur Bestimmung des U_{cw} -Wertes von Vorhangsfassaden	31
Tabelle B.1 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten $\Psi_{m,g}$ und $\Psi_{t,g}$ in $W/(m \cdot K)$ für übliche Abstandhalter (z. B. aus Aluminium oder Stahl, mit Trocknungsmittel gefüllt) für Verglasungen, die in Pfosten/Riegel eingebaut sind.....	32
Tabelle B.2 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten $\Psi_{m,g}$ und $\Psi_{t,g}$ in $W/(m \cdot K)$ für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter für Verglasungen, die in Pfosten/Riegel eingebaut sind.....	33
Tabelle B.3 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten $\Psi_{t,g}$ in $W/(m \cdot K)$ für übliche Abstandhalter (z. B. aus Aluminium oder Stahl, mit Trocknungsmittel gefüllt) für Verglasungen, die in Rahmen eingebaut sind	33
Tabelle B.4 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten $\Psi_{t,g}$ in $W/(m \cdot K)$ für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter für Verglasungen, die in Rahmen eingebaut sind	34
Tabelle B.5 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für Abstandhalter für Paneele.....	35
Tabelle B.6 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für den Verbindungsbereich von Pfosten/Riegel und Rahmen Aluminium- und Stahlprofile	37
Tabelle B.7 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für den Verbindungsbereich von Pfosten/Riegel und Rahmen Profile aus Holz sowie aus Holz und Aluminium	38
Tabelle D.1 — Wärmedurchlasswiderstand R_s von ruhenden Luftschichten in $(m^2 \cdot K/W)$: Oberflächen mit hohem Emissionsgrad.....	42
Tabelle E.1 — Darstellung der Werte für das Berechnungsbeispiel	50
Tabelle F.1 — Maße des Paneels.....	52
Tabelle F.2 — U-Werte von Anschlüssen.....	53
Tabelle F.3 — Gesamt-U-Wert der Vorhangsfassade.....	53

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13947:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird.

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

Diese Norm ist Teil einer Reihe von Normen über Berechnungsverfahren zur Festlegung und Beurteilung des wärmetechnischen Verhaltens von Gebäuden und Bauteilen.

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

Einleitung

Die Bemessung und der Bau von Vorhangfassaden sind komplexe Vorgänge. In dieser Norm wird ein Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Vorhangfassaden festgelegt.

Vorhangfassaden bestehen oft aus verschiedenen Materialien, die auf unterschiedliche Weise miteinander verbunden sind und zahlreiche geometrische Formen aufweisen können. In derart komplexen Konstruktionen ist die Wahrscheinlichkeit relativ hoch, dass Wärmebrücken innerhalb der Gebäudehülle entstehen.

Die Ergebnisse von Berechnungen, die mit den in dieser Norm festgelegten Verfahren durchgeführt werden, können benutzt werden, um den Wärmedurchgangskoeffizienten verschiedener Arten von Vorhangfassaden miteinander zu vergleichen; sie können aber auch als Teil der Eingabedaten für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden dienen. Diese Norm darf nicht dazu angewendet werden, die Wahrscheinlichkeit der Kondenswasserbildung auf den Oberflächen des Bauwerks oder innerhalb des Bauwerkes zu bestimmen.

Es werden unterschiedliche Verfahren in dieser Norm gegeben:

- Vereinfachtes Beurteilungsverfahren (siehe 6.2);
- Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten (siehe 6.3);

Eine Einleitung zur Anwendung dieser Verfahren ist im Anhang A gegeben. Berechnungsbeispiele für diese beiden Verfahren sind in den Anhängen E und F gegeben.

Die Prüfung nach EN ISO 12567-1 ist eine Alternative zu diesem Berechnungsverfahren.

Die Berechnung der thermischen Wirkungen der Anschlüsse zwischen Vorhangfassade und Tragwerk sowie der dazu verwendeten Verbindungsmittel kann nach prEN ISO 10211 erfolgen.

Der Wärmedurchgangskoeffizient eines Rahmens U_f wird nach EN ISO 10077-2 oder EN 12412-2 in Verbindung mit Anhang A definiert. Der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung U_g , der die Randeinflüsse nicht berücksichtigt, wird nach EN 673, EN 674 oder EN 675 definiert. Die thermische Wechselwirkung zwischen Rahmen und Füllung wird im längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ , der mit den in EN ISO 10077-2 festgelegten Verfahren abgeleitet wird, berücksichtigt.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Verfahren zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Vorhangfassaden fest, die aus verglasten und/oder opaken Paneelen, die in Rahmen eingebaut werden oder mit Rahmen verbunden sind, bestehen.

Die Berechnung umfasst

- unterschiedliche Verglasungsarten, z. B. aus Glas oder Kunststoff, einfache und mehrfache Verglasungen, Verglasungen mit oder ohne Beschichtungen mit niedrigem Emissionsgrad sowie Verglasungen mit einem Zwischenraum, der mit Luft oder anderen Gasen gefüllt ist;
- Rahmen (aus einem beliebigen Material), mit oder ohne wärmetechnische Trennung;
- verschiedene Arten von opaken Paneelen, die mit Metall, Glas, Keramik oder einem anderen Material verkleidet sind.

Die Berechnung berücksichtigt den Einfluss von Wärmebrücken am Falz oder an der Fuge zwischen der verglasten Fläche, dem Rahmen und dem Paneel.

Folgende Faktoren werden in der Berechnung nicht berücksichtigt:

- Einflüsse aus der Sonneneinstrahlung;
- Wärmeübertragung durch Luftdurchlässigkeit;
- Tauverhalten;
- Einfluss von Abschlüssen;
- zusätzliche Wärmeübertragung an den Ecken und Kanten der Vorhangfassade;
- Verbindungen mit das Tragwerk und die dazu verwendeten Verbindungsmittel;
- Vorhangfassaden mit eingebauter Heizung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 673:1997, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Berechnungsverfahren*

EN 674, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Verfahren mit dem Plattengerät*

EN 675, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Wärmestrommesser-Verfahren*

EN 12412-2, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens — Teil 2: Rahmen*

prEN ISO 6946:2005, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO/DIS 6946:2005)*

EN ISO 7345:1995, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345:1987)*

EN ISO 10077-1:2006, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 1: Vereinfachtes Verfahren (ISO/DIS 10077-1:2006)*

EN ISO 10077-2:2003, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen (ISO 10077-2:2003)*

prEN ISO 10211, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Detaillierte Berechnungen (ISO/DIS 10211:2005)*

EN ISO 12567-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens — Teil 1: Komplette Fenster und Türen (ISO 12567-1:2000)*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 673:1997, EN ISO 7345:1995, prEN ISO 6946:2005.

ANMERKUNG Abschnitt 4 enthält Beschreibungen einer Reihe von geometrischen Kenngrößen von Verglasungen, Rahmenteilern und Paneelen.

3.2 Symbole und Einheiten

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
A	Fläche	m^2
T	thermodynamische Temperatur	K
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
l	Länge	m
d	Tiefe	m
Φ	Wärmestrom	W
ψ	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
Δ	Differenz	
Σ	Summe	
ε	Emissionsgrad	

3.3 Tiefgestellte Indizes

cw	Vorhangfassade
d	abgewickelt
e	außenseitig
eq	äquivalent
f	Rahmen
f,g	Rahmen/Verglasung
FE	Füllung
g	Verglasung
i	raumseitig
j	Anschluss
m	Pfosten
m,f	Pfosten/Rahmen
m,g	Pfosten/Verglasung
n	normal
p	(opakes) Paneel
s	Schrauben
t	Riegel
t,f	Riegel / Verglasung
t,g	Riegel/Verglasung
tot	Gesamt...
TJ	Fuge zwischen zwei Füllungen
W	Fenster

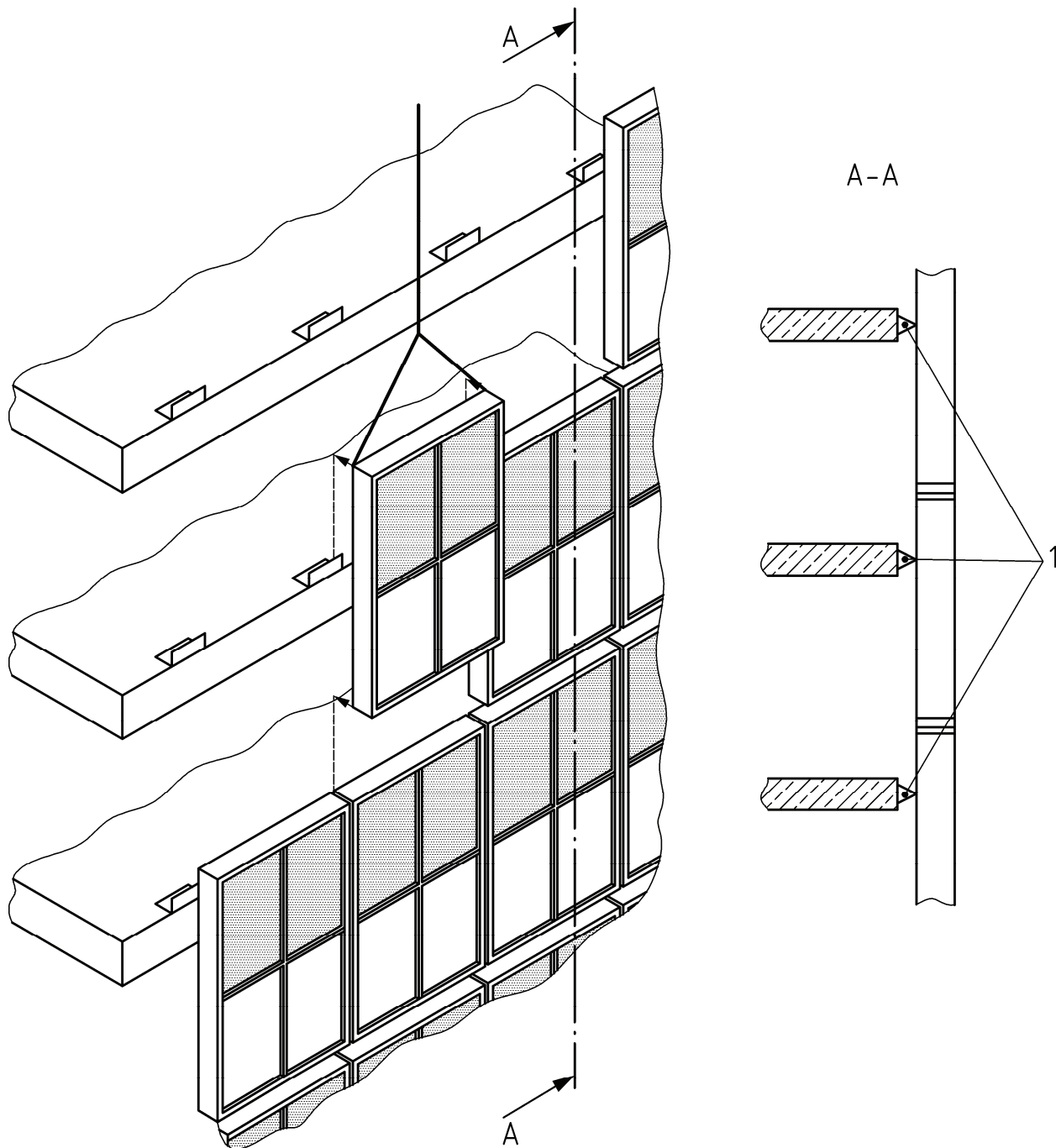
3.4 Hochgestellte Indizes

- * Definition der Flächen für die Vorgehensweise mit ψ_{joint} (siehe 6.2.2.3)

4 Geometrische Merkmale

4.1 Hauptmerkmale

Die Hauptmerkmale von Vorhangfassaden sind in den Bildern 1 und 2 dargestellt.

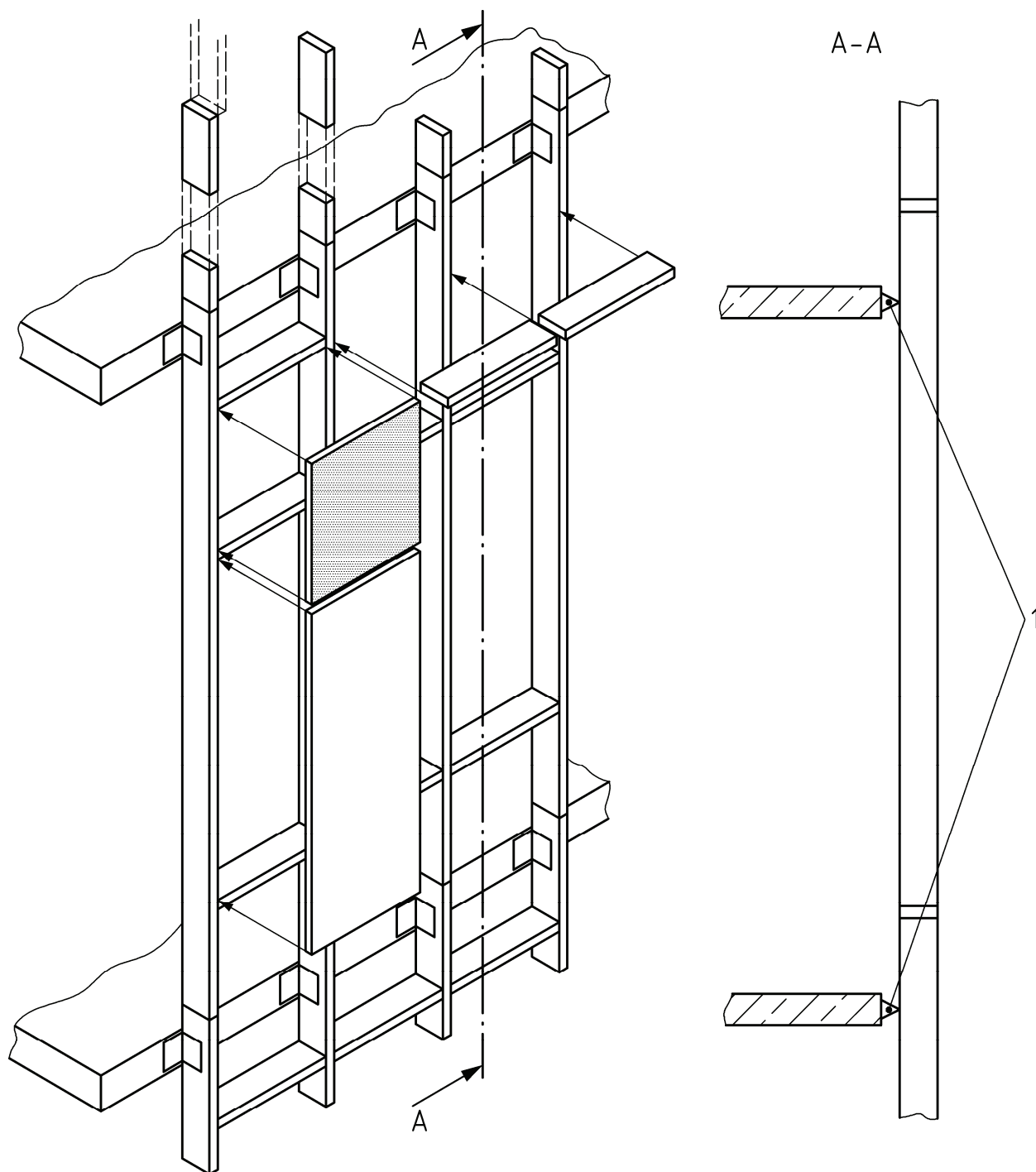


Legende

1 Befestigungskonsole

A-A Vertikaler Schnitt

Bild 1 — Prinzipdarstellung einer Vorhangfassade: Elementbauweise



Legende

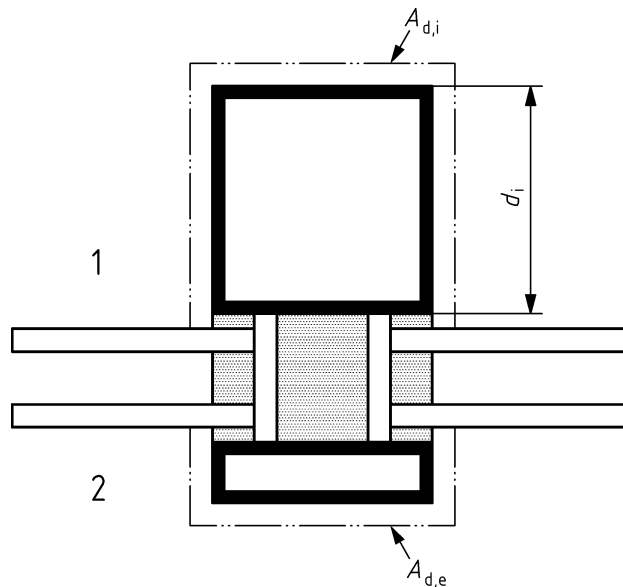
1 Befestigungskonsole

A-A Vertikaler Schnitt

Bild 2 — Prinzipdarstellung einer Vorhangfassade: Pfosten-Riegel-Konstruktion

4.2 Abgewinkelte Fläche und raumseitige Tiefe

Raumseitig und außenseitig abgewinkelte Flächen sowie die raumseitige Tiefe sind nach Bild 3 definiert.



Legende

- 1 raumseitig
- 2 außenseitig
- d_i raumseitige Tiefe eines Pfosten oder eines Riegels
- $A_{d,i}$ raumseitig abgewinkelte Fläche
- $A_{d,e}$ außenseitig abgewinkelte Fläche

Bild 3 — Raumseitig und außenseitig abgewinkelte Fläche, raumseitige Tiefe

4.3 Grenzen von Vorhangfassaden

4.3.1 Allgemeines

Für die Beurteilung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Vorhangfassaden sollten repräsentative Bezugsflächen definiert werden. Die verschiedenen Flächen sind in den nachstehenden Abschnitten definiert.

4.3.2 Grenzen eines repräsentativen Bezugselementes

Die Grenzen des repräsentativen Bezugselementes sind in Übereinstimmung mit den in Bild 4 dargestellten Grundlagen zu wählen.

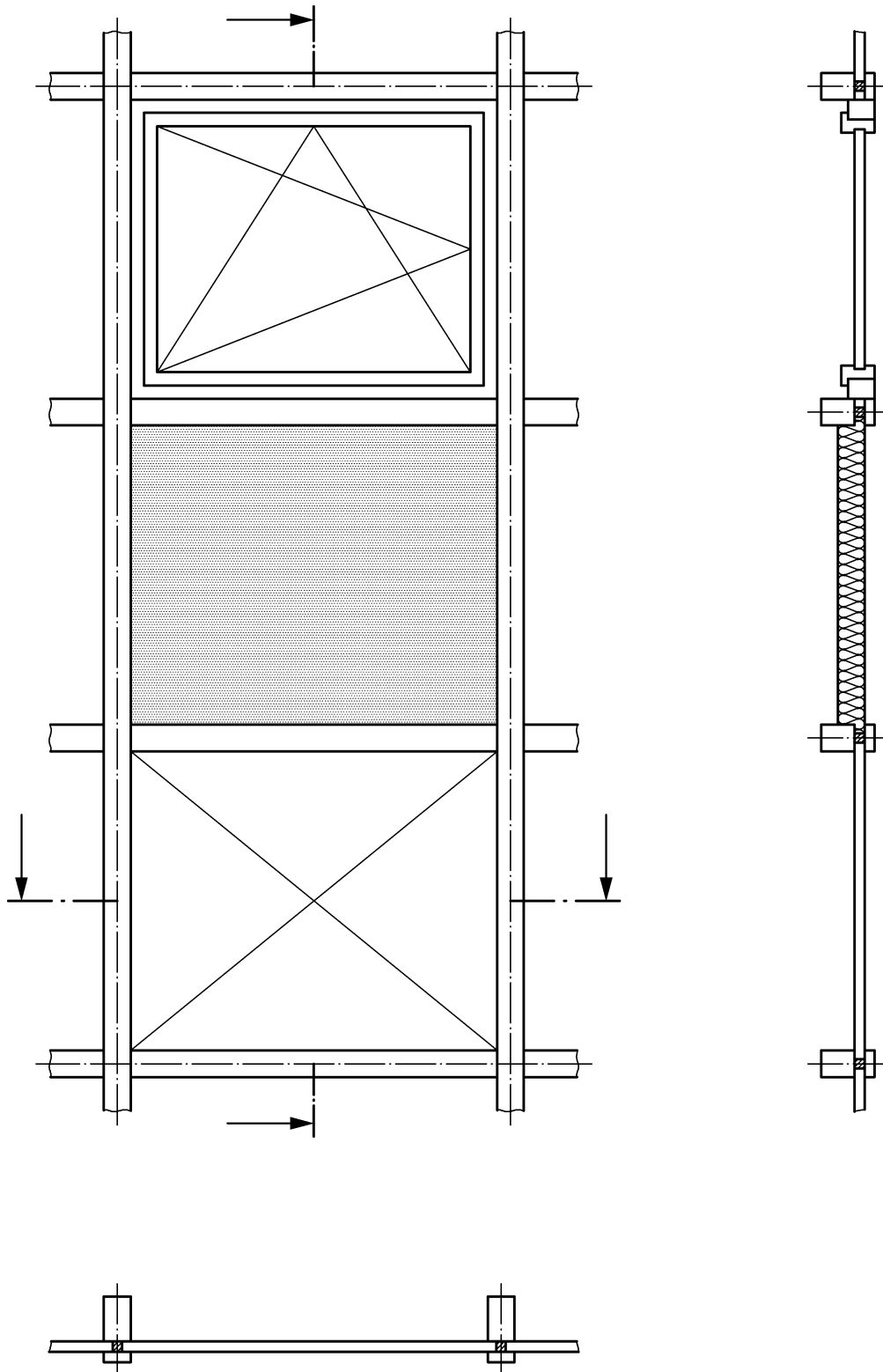
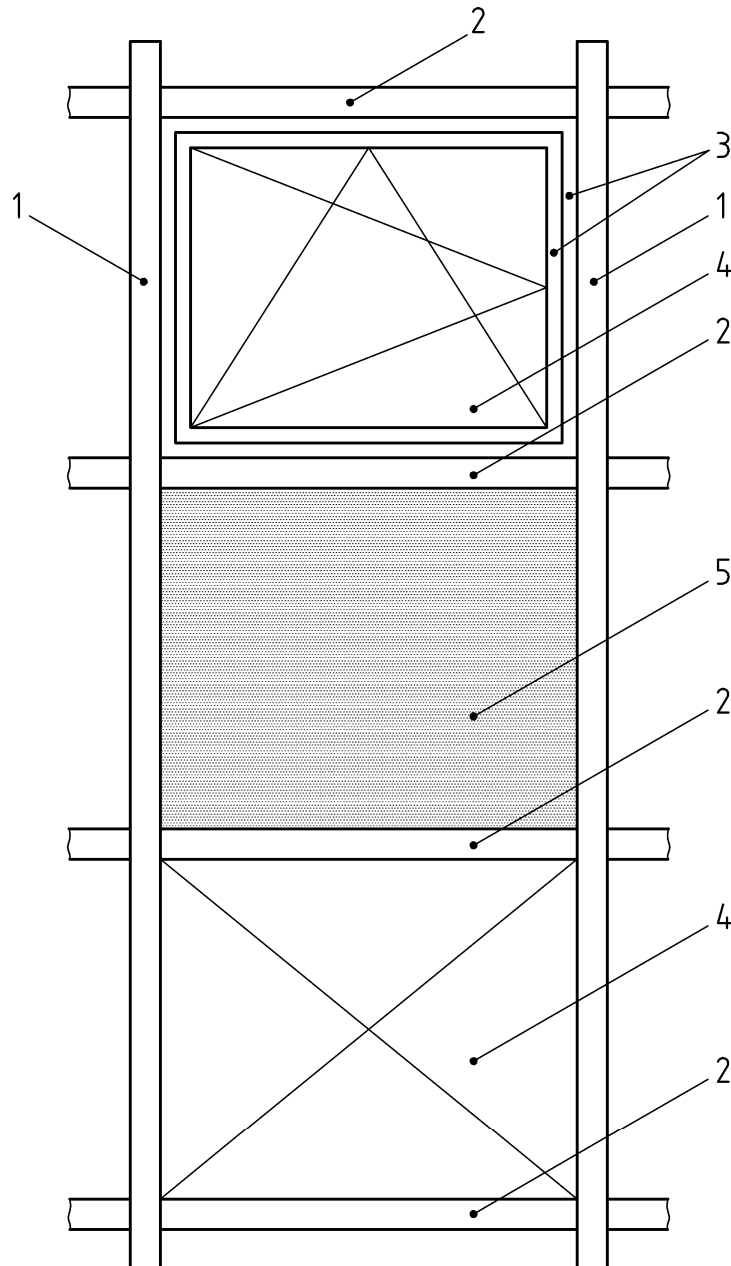


Bild 4 — Grenzen eines repräsentativen Bezugselementes einer Fassade

4.3.3 Flächen von Vorhangfassaden

Das repräsentative Bezugselement wird in Flächen mit unterschiedlichen wärmetechnischen Eigenschaften (feststehender und beweglicher Rahmen, Pfosten, Riegel, Verglasung und Paneele) unterteilt (siehe Bild 5).



Legende

- 1 Pfosten
- 2 Riegel
- 3 feststehender und beweglicher Rahmen
- 4 Verglasung
- 5 Paneel

Bild 5 — Flächen mit unterschiedlichen wärmetechnischen Eigenschaften

5 Schnittebenen und Unterteilung in Wärmezonen

5.1 Regeln für die thermische Modellierung

In den meisten Fällen ist es möglich, die Fassade durch die Anwendung von Schnittebenen in mehrere Bereiche zu unterteilen, damit der Wärmedurchgangskoeffizient der gesamten Fassade anschließend als der flächengewichtete Mittelwert aus den Werten für den Wärmedurchgangskoeffizienten für jeden Bereich berechnet werden kann. Die erforderlichen Eingabedaten (d.h. die wärmetechnischen Eigenschaften für jeden Bereich) können durch Messung, zweidimensionale Finite-Element- oder Finite-Differenzen-Berechnungen mit der entsprechenden Software oder durch Tabellen und Graphiken beurteilt werden. Im Allgemeinen gibt es zwei Möglichkeiten:

- das vereinfachte Beurteilungsverfahren (siehe 6.2);
- das Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten. (siehe 6.3).

Die Unterteilung der Fassade ist in der Weise vorzunehmen, dass bedeutende Unterschiede zwischen den Berechnungsergebnissen für eine als Ganzes behandelte Fassade und dem Wärmestrom durch die unterteilte Fassade vermieden werden. Eine geeignete Unterteilung in mehrere geometrische Bereiche wird durch die Wahl passender Schnittebenen erzielt.

5.2 Schnittebenen im geometrischen Modell

Das geometrische Modell umfasst die zentralen Elemente (Verglasungen, Fensterbrüstungen usw.) und die Anschlüsse (Pfosten, Riegel, Silikonfugen usw.), die die verschiedenen zentralen Elemente miteinander verbinden. Das geometrische Modell wird durch Schnittebenen begrenzt.

Vorhangfassaden enthalten häufig Elemente mit hoher Wärmeleitfähigkeit (Glas und Metalle), so dass ein erheblicher seitlicher Wärmestrom entstehen kann. Die Schnittebenen sollten adiabatische Grenzen darstellen. Diese können entweder

- Symmetrieebenen oder
- Ebenen, in denen der Wärmestrom durch diese Ebene rechtwinklig zur Ebene der Vorhangfassade verlaufen, d.h. es sind keine Randeinflüsse vorhanden (z. B. mit einem Abstand von mindestens 190 mm zum Rand eines Fensters mit Doppelverglasung),

sein.

Die Schnittebenen dürfen nur dort angeordnet werden, wo ein adiabatischer Zustand eindeutig vorhanden ist (d. h. der Wärmestrom verläuft rechtwinklig zur Ebene). In Bild 6 sind adiabatische Linien (in der Mitte vom Glas bzw. Paneel mit ausreichendem Abstand zum Rahmen) dargestellt; der Wärmestrom verläuft rechtwinklig zu den Glasscheiben.

Die Schnittebenen entsprechen nicht notwendigerweise den geometrischen Grenzen der Elemente (z. B. Rahmen). Es kann sein, dass die Mitte eines Rahmens keine adiabatische Grenze darstellt. Dies könnte auf die asymmetrische geometrische Form des Rahmens, asymmetrische Materialeigenschaften (z. B. Bauteile unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit an beiden Seiten des Rahmens) oder den asymmetrischen Anschluss der Paneele in einem symmetrischen Rahmen (z. B. ein Rahmen, der eine Fensterbrüstung und eine Verglasung oder zwei Verglasungen mit unterschiedlichen thermischen Eigenschaften miteinander verbindet) zurückzuführen sein.