

DIN EN ISO 12631



ICS 91.060.10; 91.120.10

Einsprüche bis 2016-11-16
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 12631:2013-01

Entwurf

**Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden –
Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (ISO/FDIS 12631:2016);
Deutsche und Englische Fassung FprEN ISO 12631:2016**

Thermal performance of curtain walling –
Calculation of thermal transmittance (ISO/FDIS 12631:2016);
German and English version FprEN ISO 12631:2016

Performance thermique des façades-rideaux –
Calcul du coefficient de transmission thermique (ISO/FDIS 12631:2016);
Version allemande et anglaise FprEN ISO 12631:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-09-16 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 des 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, Burggrafenstr. 6, 10787 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 119 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (FprEN ISO 12631-1:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS (Schweden) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-56-97 AA „Transparente Bauteile (SpA zu CEN/TC 89/WG 7, ISO/TC 163/SC 1/WG 17, ISO/TC 163/SC 2/WG 9 (betreffend transparente Bauteile))“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der FprEN ISO 12631 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 6946	siehe DIN EN ISO 6946
ISO 7345	siehe DIN EN ISO 7345
ISO 10077-1	siehe DIN EN ISO 10077-1
ISO 10077-2	siehe DIN EN ISO 10077-2
ISO 10211	siehe DIN EN ISO 10211
ISO 10456	siehe DIN EN ISO 10456
ISO 12567-1	siehe DIN EN ISO 12567-1
ISO 52000-1	siehe DIN EN ISO 52000-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 12631:2013-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) es wurden die erforderlichen redaktionellen Überarbeitungen vorgenommen, um die Anforderungen des Normenpakets zur Energieeffizienz von Gebäuden (EPB, Energy Performance of Buildings) zu erfüllen;
- b) Anhang G und Anhang H wurden gelöscht und in den Technischen Bericht verschoben;
- c) die tabellarischen Werte in Anhang D wurden geprüft und, falls erforderlich, überarbeitet.

Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6946, Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren

DIN EN ISO 7345, Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen

DIN EN ISO 10077-1, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines

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

DIN EN ISO 10211, Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Detaillierte Berechnungen

DIN EN ISO 10456, Baustoffe und Bauprodukte — Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte

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

DIN EN ISO 12567-2, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels Heizkastenverfahrens — Teil 2: Dachflächenfenster und andere auskragende Fenster

DIN EN ISO 12631, Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

DIN EN ISO 52000-1, Energieeffizienz von Gebäuden - Festlegungen zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 1: Allgemeiner Rahmen und Verfahren

— Leerseite —

Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (ISO/FDIS 12631:2016)

Performance thermique des façades-rideaux — Calcul du coefficient de transmission thermique (ISO/FDIS 12631:2016)

Thermal performance of curtain walling — Calculation of thermal transmittance (ISO/FDIS 12631:2016)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: Einstufiges Annahmeverfahren
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Symbole und Indizes	11
4.1 Symbole	11
4.2 Tiefgestellte Indizes	11
4.3 Hochgestellte Indizes	12
5 Beschreibung der Verfahren	12
5.1 Ergebnis des Verfahrens	12
5.2 Allgemeine Beschreibung	12
5.3 Geometrische Merkmale	12
5.3.1 Hauptmerkmale	12
5.3.2 Raumseitige Tiefe	15
5.3.3 Grenzen von Vorhangfassaden	15
5.3.4 Schnittebenen und Unterteilung in Wärmezonen	18
6 Verfahren für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Vorhangfassaden	19
7 Vereinfachtes Beurteilungsverfahren	22
7.1 Ergebnisdaten	22
7.2 Zeitschritte für die Berechnung	22
7.3 Eingabedaten	22
7.3.1 Geometrische Merkmale	22
7.3.2 Wärmetechnische Kenngrößen	26
7.4 Berechnungsverfahren	28
7.4.1 Anwendbarer Zeitschritt	28
7.4.2 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten	29
8 Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten	30
8.1 Ergebnisdaten	30
8.2 Zeitschritte für die Berechnung	30
8.3 Eingabedaten	31
8.3.1 Geometrische Merkmale	31
8.3.2 Wärmetechnische Kenngrößen	34
8.4 Berechnungsverfahren	38
8.4.1 Anwendbarer Zeitschritt	38
8.4.2 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten	39
9 Bericht	40
9.1 Inhalt des Berichtes	40
9.2 Zeichnungen	40
9.2.1 Querschnittszeichnungen	40
9.2.2 Gesamtzeichnung des Vorhangfassadenelementes	41

9.3	Werte für die Berechnung	41
9.4	Darstellung der Ergebnisse	41
Anhang A (normativ) Vorlage für Eingabedaten und Auswahl		42
A.1	Einleitung	42
A.2	Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten	42
Anhang B (informativ) Standardeingabedaten und -auswahl		43
B.1	Einleitung	43
B.2	Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten	43
Anhang C (normativ) Alternative Verfahren in normativen Verweisungen		44
C.1	Einleitung	44
Anhang D (normativ) Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsbereiches.....		45
D.1	Übersicht	45
D.2	Definition von wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern für Verglasungen	48
D.3	Berechnung des Wertes für U_f für Rahmenprofile, die in die Fassade eingebaut werden.....	53
Anhang E (normativ) Verfahren zur Berechnung des wärmetechnischen Einflusses von Schrauben unter Anwendung eines zweidimensionalen numerischen Verfahrens und der Verfahren nach ISO 10077-2		55
E.1	Allgemeines	55
E.2	Berechnung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit einer Schraube $\lambda_{s,eq}$	56
E.3	Berücksichtigung von Schraubenköpfen und Unterlegscheiben.....	57
Anhang F (normativ) Belüftete und ruhende Lufträume.....		58
Literaturhinweise.....		61

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (FprEN ISO 12631:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“, erarbeitet

Dieses Dokument ist derzeit zum einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/FDIS 12631:2016 wurde vom CEN als FprEN ISO 12631:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist das Technische Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“, Unterkomitee SC 2 „Calculation methods“.

Dieser Norm annulliert und ersetzt die erste Ausgabe (ISO 12631:2012), die technisch überarbeitet wurde. Es wurden die erforderlichen redaktionellen Überarbeitungen vorgenommen, um die Anforderungen des Normenpakets zur Energieeffizienz von Gebäuden (EPB, Energy Performance of Buildings) zu erfüllen.

Zusätzlich wurden folgende Abschnitte und Unterabschnitte der Vorgängerversion technisch überarbeitet:

Anhang G und Anhang H wurden gelöscht und in den Technischen Bericht verschoben.

Die tabellarischen Werte in Anhang D wurden geprüft und, falls erforderlich, überarbeitet.

Einleitung

Diese Norm ist Teil einer Normenreihe mit dem Ziel der internationalen Harmonisierung der Methodik zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings, EPB), das sogenannte „EPB-Normenpaket“.

Alle EPB-Normen folgen speziellen Regeln zur Sicherstellung der allgemeinen Konsistenz, Eindeutigkeit und Transparenz.

Alle EPB-Normen bieten eine gewisse Flexibilität in Hinsicht auf die Methoden, die erforderlichen Eingabedaten und Verweisungen auf andere EPB-Normen. Dazu wird in Anhang A und Anhang B eine normative Vorlage eingeführt und eine informative Standardauswahl angegeben.

Zur korrekten Anwendung dieser Norm wird in Anhang A eine normative Vorlage vorgegeben, um diese Auswahl zu spezifizieren. Eine informative Standardauswahl wird in Anhang B zur Verfügung gestellt.

Die hauptsächliche Zielgruppe für diese Norm sind Hersteller von Vorhangfassaden.

Verwendung von oder für Regulierungsbehörden: Falls die Norm im Rahmen nationaler oder regionaler rechtlicher Anforderungen verwendet wird, wird für diese besonderen Anwendungen unter Umständen eine verpflichtende Auswahl auf nationaler oder regionaler Ebene vorgegeben. Diese Auswahl (entweder die informative Standardauswahl aus Anhang B oder eine an die nationalen/regionalen Anforderungen angepasste Auswahl, jedoch auf jeden Fall gemäß der Vorlage aus diesem Anhang A) kann als nationaler Anhang oder als separates (z. B. rechtliches) Dokument (nationales Datenblatt) zur Verfügung gestellt werden.

ANMERKUNG In diesem Fall gilt also:

- die Regulierungsbehörden **legen** die Auswahl **fest**;
- die jeweilige Anwender wendet die Norm zur Bestimmung der Energieeffizienz eines Gebäudes an und **verwendet** dabei diese von den Regulierungsbehörden bestimmte Auswahl.

Themen, mit der sich in dieser Norm befasst wird, können öffentlicher Regulierung unterliegen. Öffentliche Regulierung zu denselben Themen kann die Standardwerte in Anhang B dieser Norm aufheben. Öffentliche Regulierung zu denselben Themen kann bei bestimmten Anwendungen sogar die Verwendung dieser Norm außer Kraft setzen. Rechtliche Anforderungen und Auswahlen werden im Allgemeinen nicht in Normen veröffentlicht, sondern in rechtlichen Dokumenten. Um doppelte Veröffentlichungen und schwierige Aktualisierungen doppelter Dokumente zu vermeiden, kann sich ein nationaler Anhang auf die rechtlichen Texte beziehen, in denen von öffentlichen Stellen eine nationale Auswahl getroffen wurde. Für verschiedene Anwendungen sind verschiedene nationale Anhänge oder nationale Datenblätter möglich.

Wenn die Standardwerte, Auswahlen und Verweisungen auf andere EPB-Normen in Anhang B aufgrund von nationalen Regelungen, Politik oder Traditionen nicht befolgt werden, wird erwartet, dass

- nationale oder regionale Behörden Datenblätter erstellen, in denen die Auswahl und nationalen oder regionalen Werte gemäß dem Modell in Anhang A aufgeführt werden. In diesem Fall bezieht sich der nationale Anhang (z. B. NA) auf diesen Text,
- oder das nationale Normungsinstitut zieht standardmäßig die Möglichkeit in Betracht, gemäß den rechtlichen Dokumenten, in denen nationale oder regionale Werte und Auswahlen aufgeführt werden, einen nationalen Anhang hinzuzufügen oder aufzunehmen, der mit der Vorlage aus Anhang A übereinstimmt.

Weitere Zielgruppen sind Parteien, die ihre Annahmen begründen wollen, indem sie die Energieeffizienz von Gebäuden für eine bestimmte Gebäudesubstanz klassifizieren.

Weitere Informationen sind dem Technischen Bericht zu dieser Norm (ISO/TR 52022-2¹⁾) zu entnehmen.

Die Bemessung und der Bau von Vorhangfassaden sind komplexe Vorgänge. In dieser Internationalen 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 Vorhangfassade entstehen.

Die Ergebnisse von Berechnungen, die mit den in dieser Internationalen 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 Internationale Norm ist nicht geeignet, die Wahrscheinlichkeit der Kondenswasserbildung auf den Oberflächen des Bauwerks oder innerhalb des Bauwerks zu bestimmen. Es werden zwei Verfahren in dieser Internationalen Norm behandelt:

- Vereinfachtes Beurteilungsverfahren (siehe Abschnitt 7);
- Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten (siehe Abschnitt 8).

Eine Anleitung zur Anwendung dieser Verfahren ist in Kapitel 6 angegeben. Berechnungsbeispiele für diese beiden Verfahren sind im Technischen Bericht ISO/TR 52022-2 angegeben.

Die Prüfung nach ISO 12567-1:2010 ist eine Alternative zu diesem Berechnungsverfahren.

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

Der Wärmedurchgangskoeffizient eines Rahmens U_f wird nach ISO 10077-2 oder EN 12412-2 in Verbindung mit Anhang D definiert. Der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung U_g wird nach den in Tabelle C.1 aufgeführten Dokumenten bestimmt, wobei Randeinflüsse nicht berücksichtigt werden. Die thermische Wechselwirkung zwischen Rahmen und Füllung wird im längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ , der mit den in ISO 10077-2 festgelegten Verfahren abgeleitet wird, berücksichtigt.

1) In Vorbereitung

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale 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 geringem 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 dem Tragwerk und die dazu verwendeten Verbindungsmittel;
- Vorhangfassaden mit eingebauter Heizung.

Tabelle 1 zeigt die relative Position dieser Norm innerhalb des EPB-Normenpakets.

Tabelle 1^{N1)} — Position dieser Norm (in diesem Fall M2-5) innerhalb des modular aufgebauten EPB-Normenpakets

	Rahmen-Norm		Gebäude (als solches)		Technische Gebäudeausrüstung									
Untermodule	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trink-Warmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation und -regelung	Photovoltaik, Windenergieanlagen
sub1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Allgemeines		Allgemeines		Allgemeines									
2	Gemeinsame Begriffe, Symbole, Einheiten, und Indizes		Energiebedarf des Gebäudes		Bedarf								a	
3	Anwendungen		(Freie) Bedingungen in Innenräumen ohne Systeme bzw. Anlagen		Höchstlast und Leistung									
4	Arten der Darstellung der Gesamtenergie- effizienz		Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz		Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz									
5	Gebäudekategorien und Gebäudegrenzen		Transmissions- wärmeüber- tragung	ISO 12631	Emission und Regelung									
6	Gebäudebelegung und Betriebsbedingungen		Wärmeübertrag- ung durch ein- dringende Luft und Lüftung		Verteilung und Regelung									
7	Aggregation von Energieversorgungs- zwecken und Energieträgern		Interne Wärme- gewinne		Speicherung und Regelung									
8	Gebäude- Zoneneinteilung		Solare Wärme- gewinne		Erzeugung und Regelung									
9	Berechnung der Gesamtenergie- effizienz		Gebäude- dynamik (ther- misch wirksame Masse)		Lastübertragung und Betriebs- bedingungen									
10	Messung der Gesamt- energieeffizienz		Messung der Gesamtenergie- effizienz		Messung der Gesamtenergie- effizienz									
11	Inspektion		Inspektion		Inspektion									
12	Möglichkeiten der Darstellung der Behaglichkeit in Innenräumen				Gebäudemanage- mentssysteme									
13	Äußere Umgebungs- bedingungen													
14	Wirtschaftlichkeits- berechnungen													

^a Die dunkel hinterlegten Module sind nicht anwendbar.

N1) Nationale Fußnote: Abweichend zur Referenzfassung sind die Tabellen in diesem Dokument fortlaufend nummeriert. Die Verweisungen im Text sind dementsprechend ebenfalls angepasst.

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).

ISO 6946, *Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method*

ISO 7345, *Thermal insulation — Physical quantities and definitions*

ISO 10077-1, *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 1: General*

ISO 10077-2, *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 2: Numerical method for frames*

ISO 10211, *Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures — Detailed calculations*

ISO 10291, *Glass in building — Determination of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing - Guarded hot plate method*

ISO 10292, *Glass in building — Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing*

ISO 10293, *Glass in building — Determination of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing - Heat flow meter method*

ISO 10456, *Building materials and products — Hygrothermal properties — Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values*

ISO 12567-1, *Thermal performance of windows and doors — Determination of thermal transmittance by hot box method — Part 1: Complete windows and doors*

ISO 52000-1, *Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 1: General framework and procedures*

EN 673, *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*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ISO 6946, ISO 7345, ISO 9488, ISO 52000-1 und Anhang C.

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

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: unter <http://www.iso.org/obp>

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

4 Symbole und Indizes

4.1 Symbole

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Symbole nach ISO 52000-1 sowie die in Tabelle 2 aufgeführten spezifischen Symbole.

Tabelle 2 — 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	

4.2 Tiefgestellte Indizes

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Indizes nach ISO 52000-1 sowie die in Tabelle 3 aufgeführten spezifischen Indizes.

Tabelle 3 — Tiefgestellte Indizes

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

4.3 Hochgestellte Indizes

Definition der Flächen für die Bestimmung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten von Fugen (siehe 7.3.1.2).

5 Beschreibung der Verfahren

5.1 Ergebnis des Verfahrens

Das Ergebnis dieser Norm ist der Wärmedurchgangskoeffizient von Vorhangfassaden, die aus einer Verglasung und/oder opaken Paneelen in einem Rahmen bestehen.

5.2 Allgemeine Beschreibung

Allgemein wird der Wärmedurchgangskoeffizient oder *U*-Wert der Vorhangfassade in Abhängigkeit des Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile und ihrer geometrischen Kenngrößen sowie der thermischen Wechselwirkungen zwischen den Bauteilen berechnet.

- Die Berechnungsverfahren sind abhängig von der Zusammensetzung des Produkts oder der Einheit;
- Zu den Bauteilen können zählen (sofern anwendbar): Verglasung, opake Paneele, Rahmen, Pfosten, Riegel;
- Thermische Wechselwirkungen sind seitlicher Wärmestrom (Effekt einer linienförmigen Wärmebrücke) zwischen benachbarten Bauteilen und Wärmedurchlasswiderständen von Oberflächen und Hohlräumen (Wärmestrahlung und Konvektion);
- Die geometrischen Kenngrößen betreffen die Größen und Positionen der Bauteile.

5.3 Geometrische Merkmale

5.3.1 Hauptmerkmale

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

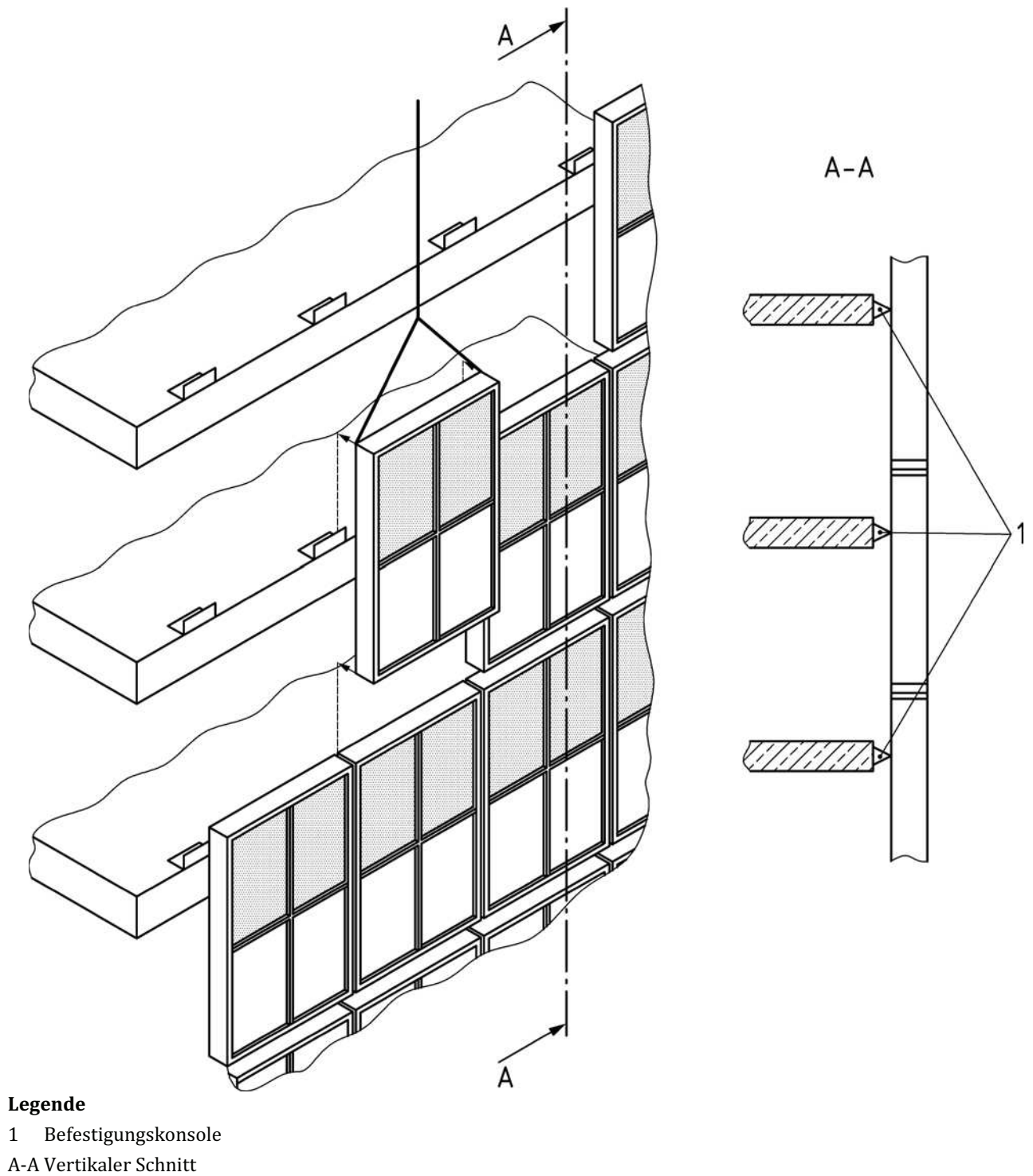
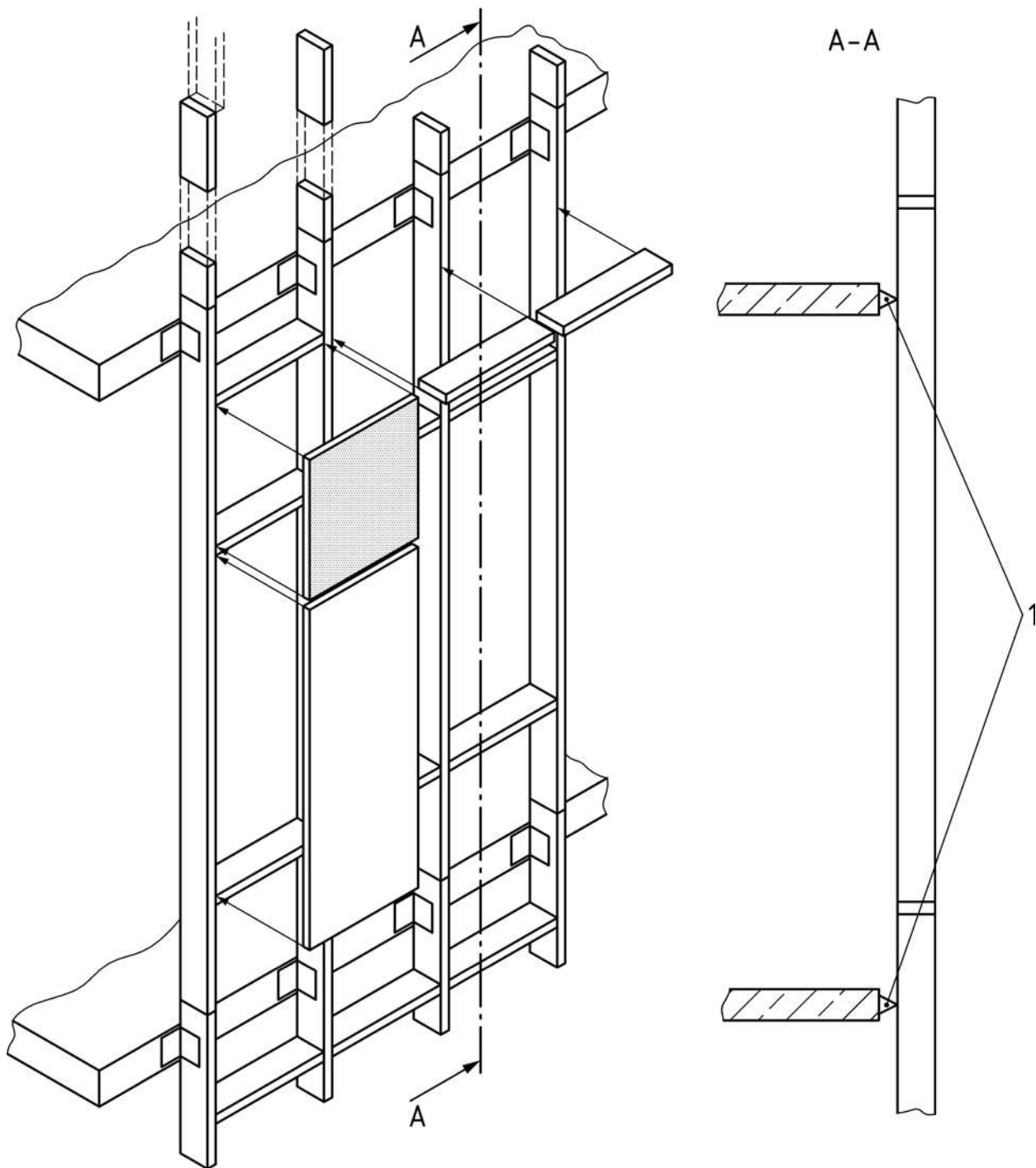


Bild 1 — Prinzipdarstellung einer Vorhangfassade: Elementbauweise



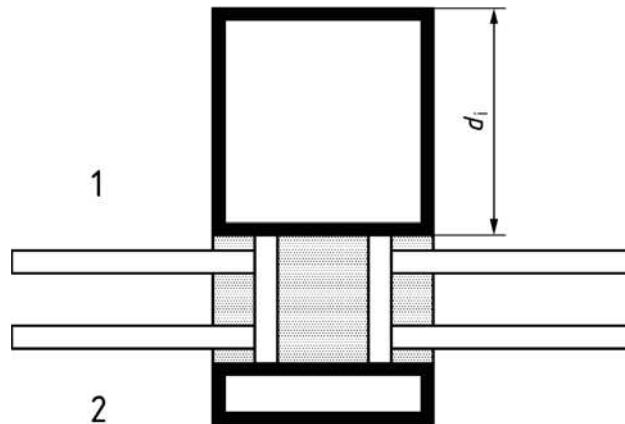
Legende

- 1 Befestigungskonsole
A-A Vertikaler Schnitt

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

5.3.2 Raumseitige Tiefe

Die raumseitige Tiefe ist nach Bild 3 definiert.



Legende

- 1 raumseitig
- 2 außenseitig
- d_i raumseitige Tiefe eines Pfostens oder eines Riegels

Bild 3 — Raumseitig und außenseitig abgewinkelte Fläche, raumseitige Tiefe

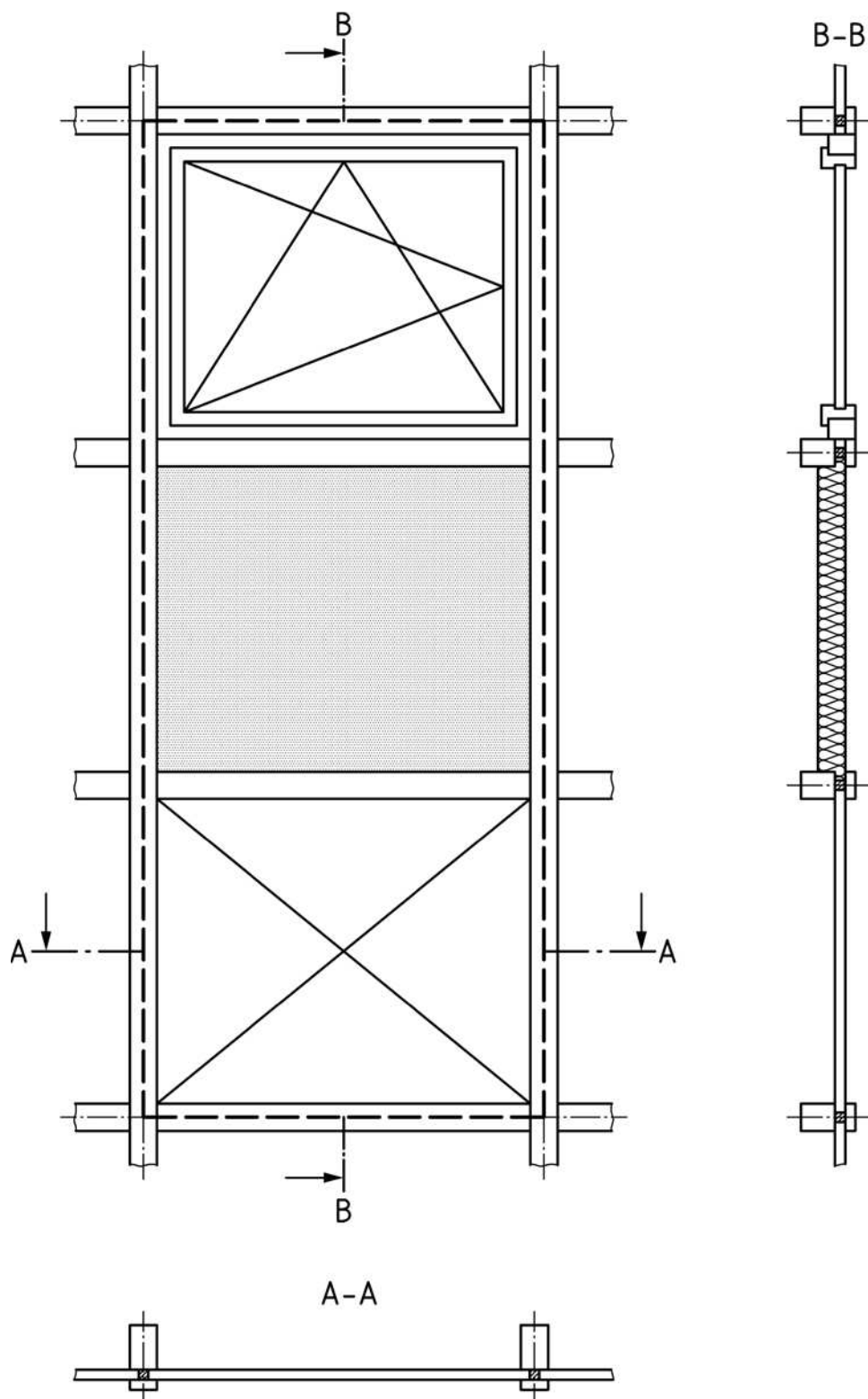
5.3.3 Grenzen von Vorhangfassaden

5.3.3.1 Allgemeines

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

5.3.3.2 Grenzen eines repräsentativen Bezugselementes

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



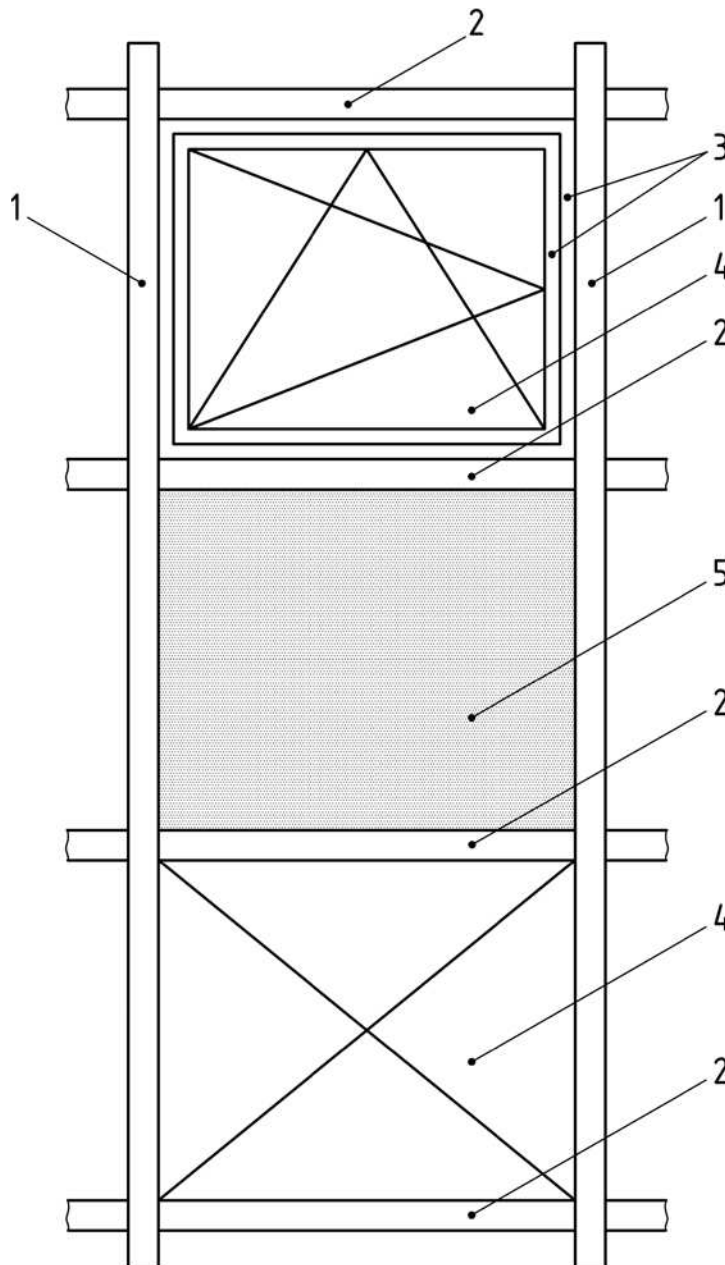
Legende

— — — — Grenzen des repräsentativen Elementes

Bild 4 — Grenzen eines repräsentativen Bezugselementes einer Fassade

5.3.3.3 Flächen von Vorhangfassaden

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



Legende

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

Bild 5 — Flächen mit unterschiedlichen wärmetechnischen Eigenschaften

5.3.4 Schnittebenen und Unterteilung in Wärmezonen

5.3.4.1 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 ausgewertet werden. Im Allgemeinen gibt es zwei Möglichkeiten:

- das vereinfachte Beurteilungsverfahren (siehe Abschnitt 7);
- das Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten (siehe Abschnitt 8).

Die Unterteilung der Fassade ist in der Weise vorzunehmen, dass signifikante 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.

5.3.4.2 Regeln für die thermische Modellierung

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), sodass ein erheblicher lateraler Wärmestrom entstehen kann. Die Schnittebenen sollten adiabatische Grenzen darstellen. Diese können entweder

- Eine Symmetrieebene, oder
- Eine Ebenen, in denen der Wärmestrom durch diese Ebene rechtwinklig zur Ebene der Vorhangfassade verläuft, 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.

6 Verfahren für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Vorhangfassaden

Es werden zwei Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Vorhangfassaden festgelegt:

- das vereinfachte Beurteilungsverfahren und
- das Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten.

Das vereinfachte Verfahren (siehe Abschnitt 7) beruht auf detaillierten Computerberechnungen der Wärmeübertragung durch eine gesamte Konstruktion einschließlich Pfosten, Riegel und Füllungen (z. B. Verglasungen und opake Paneele). Der Wärmestrom (zwischen zwei adiabatischen Grenzen) wird durch Modellierung der Fugen zwischen zwei Füllungen (zwischen einem opaken Paneel und/oder einer Verglasung) mittels einer 2D- oder 3D-FEM-Analyse Software berechnet. Durch die flächenbezogene Gewichtung der U -Werte der Fugen und der Füllungen lässt sich der U -Wert für die gesamte Fassade berechnen. Dieses Verfahren ist auf alle Vorhangfassaden anwendbar (d. h. Element-Fassaden, Pfosten-Riegel-Fassaden, Trockenverglasung, Glaskonstruktionen, hinterlüftete Fassaden usw.).

Im Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten (siehe Abschnitt 8) wird ein repräsentatives Element in Flächenanteile mit unterschiedlichen thermischen Eigenschaften, z. B. Verglasungen, opake Paneele und Rahmen, unterteilt. Durch die flächenbezogene Gewichtung der U -Werte dieser Elemente (Ψ -Werte) unter Anwendung von zusätzlichen Korrekturfaktoren, die die thermische Wechselwirkung zwischen den Elementen beschreibt, lässt sich der U -Wert für die Fassade als Ganzes berechnen. Dieses Verfahren ist auf Vorhangfassaden, wie z. B. Element-Fassaden, Pfosten-Riegel-Fassaden und Trockenverglasung anwendbar. Das Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten eignet sich nicht für SG-Verglasung mit oder ohne Silikonverklebung und hinterlüftete Fassaden.

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm umfasst der Begriff „Füllung“ alle Fassadenbauteile mit eindimensionalem Wärmestrom und ohne Randeinflüsse (die ebene Oberfläche verläuft rechtwinklig zur Richtung des Wärmestroms). Beispiele hierfür sind Verglasungen und Fensterbrüstungen.

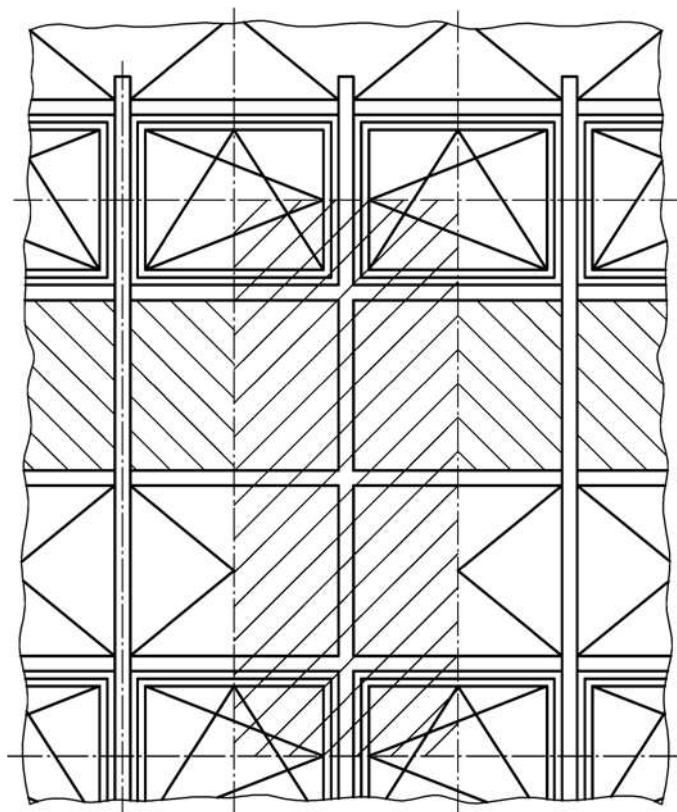


Bild 6 — Wärmetechnischer Abschnitt, stellvertretend für die gesamte Vorhangfassade

Tabelle 4 — Zusammenfassung der beiden unterschiedlichen Verfahren zur Bestimmung des U_{cw} -Wertes von Vorhangfassaden

Vereinfachtes Beurteilungsverfahren	Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten
1 Rahmen (Anschlüsse)	1 Rahmen
1.1 Definition und Beurteilung der Flächen nach 5.3	1.1 Definition und Beurteilung der Flächen nach 5.3
1.2 Beurteilung der Werte für U_{Tj} oder Ψ_{Tj} nach 7.3.2.2	1.2 Beurteilung der Werte für U_f , U_m und U_t nach ISO 10077-2 (siehe 6.3.4) oder EN 12412-2
	Beurteilung der Werte für $\Psi_{m,f}$ / $\Psi_{t,f}$ nach Tabelle D.6 dieser Norm oder nach ISO 10077-2
2 Verglasung	2 Verglasung
2.1 Definition und Beurteilung der Flächen nach dieser Internationalen Norm	2.1 Definition und Beurteilung der Flächen nach dieser Internationalen Norm
2.2 Beurteilung der Werte für U_g nach ISO 10077-1 oder den in Tabelle C.1 aufgeführten Dokumenten	2.2 Beurteilung der Werte für U_g nach ISO 10077-1 oder den in Tabelle G.1 aufgeführten Dokumenten
	2.3 Beurteilung der Werte für $\Psi_{t,g}$, $\Psi_{m,g}$ und $\Psi_{f,g}$ nach Tabelle D.1, D.2, D.3 oder D.4 dieser Internationalen Norm oder nach ISO 10077-2
3 Paneele	3 Paneele
3.1 Definition und Beurteilung der Flächen nach 5.3	3.1 Definition und Beurteilung der Flächen nach 4.2
3.2 Beurteilung der Werte für U_p nach ISO 6946	3.2 Beurteilung der Werte für U_p nach ISO 6946
	3.3 Beurteilung der Werte für Ψ_p nach Tabelle D.5 oder nach ISO 10077-2
4 Ganze Elemente	4 Ganze Elemente
4.1 Berechnung der ganzen Elemente nach Gleichungen (5) und (6)	4.1 Berechnung der ganzen Elemente nach Gleichung (12)
5 Vorhangfassade als Ganzes	5 Vorhangfassade als Ganzes
5.1 Berechnung einer Fassade aus unterschiedlichen Elementen nach Gleichung (7)	5.1 Berechnung einer Fassade aus unterschiedlichen Elementen nach Gleichung (14)

7 Vereinfachtes Beurteilungsverfahren

7.1 Ergebnisdaten

Das Ergebnis des vereinfachten Beurteilungsverfahrens nach dieser Norm ist der in Tabelle 5 angegebene spezifische Transmissionswärmedurchgangskoeffizient einer Vorhangfassade.

Tabelle 5 — Ergebnisdaten

Beschreibung	Symbol	Einheit	Zielmodul	Gültigkeitsintervall	Veränderlich
Wärmedurchgangskoeffizient	U_{CW}	$W/(m^2 \cdot K)$	M2-2, M2-3, M2-4	0 bis ∞	Nein

7.2 Zeitschritte für die Berechnung

Die Eingabe-, Verfahrens- und Ergebnisdaten beziehen sich auf stationäre Zustände und werden als unabhängig von tatsächlichen Bedingungen wie Innen- und Außentemperatur oder Einfluss von Wind oder Sonneneinstrahlung angenommen.

7.3 Eingabedaten

7.3.1 Geometrische Merkmale

In Tabelle 6 sind die geometrischen Kenngrößen der einzelnen Komponenten angegeben, die für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Vorhangfassade unter Verwendung des flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten U_{Tj} erforderlich sind.

**Tabelle 6 — Identifikatoren für geometrische Kenngrößen
unter Verwendung des flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten U_{Tj}**

Name	Symbol	Einheit	Bereich	Ursprung	Veränderlich
Geometrische Daten					
Verglaste Fläche	A_g	m^2	0 bis ∞	Vorhangfassaden- konstruktion	Nein
Fugenfläche	A_{Tj}	m^2	0 bis ∞	Vorhangfassaden- konstruktion	Nein
Fläche eines opaken Paneels	A_p	m^2	0 bis ∞	Vorhangfassaden- konstruktion	Nein
Gesamtumfangsfläche der Verglasung	l_g	m	0 bis ∞	Vorhangfassaden- konstruktion	Nein
Gesamtumfangsfläche des Paneels	l_p	m	0 bis ∞	Vorhangfassaden- konstruktion	Nein

In Tabelle 7 sind die geometrischen Kenngrößen der einzelnen Komponenten angegeben, die für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Vorhangfassade unter Verwendung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_{Tj} erforderlich sind.

**Tabelle 7 – Identifikatoren für geometrische Kenngrößen
unter Verwendung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_{TJ}**

Name	Symbol	Einheit	Bereich	Ursprung	Veränderlich
Geometrische Daten					
Verglaste Fläche	A_g^*	m ²	0 bis ∞	Vorhangfassaden- konstruktion	Nein
Fläche eines opaken Paneels	A_p^*	m ²	0 bis ∞	Vorhangfassaden- konstruktion	Nein
Länge der Fuge	l_g	m	0 bis ∞	Vorhangfassaden- konstruktion	Nein

7.3.1.1 Bestimmung der Bereiche für die Vorgehensweise mit flächenbezogenem Wärmedurchgangskoeffizienten U_{TJ}

Die verglaste Fläche A_g oder die Fläche eines opaken Paneels A_p eines Bauteils ist die kleinere der beidseitig sichtbaren Flächen. Die Überlappung der verglasten Flächen durch Dichtungen wird nicht berücksichtigt.

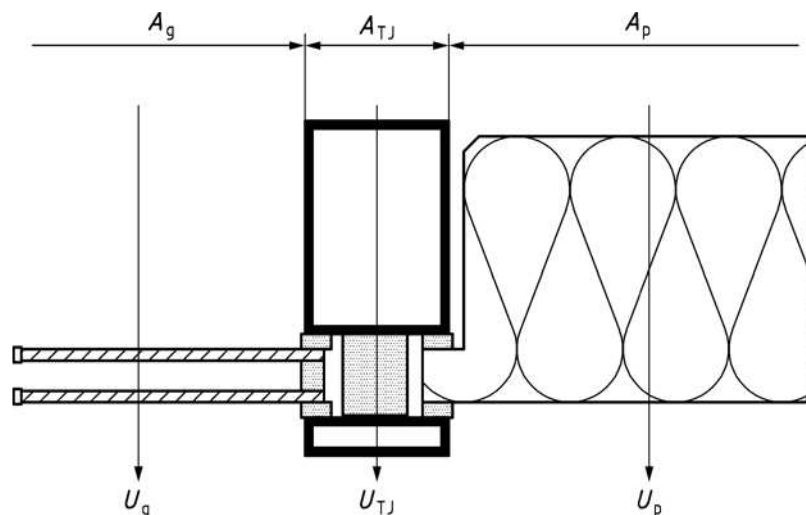


Bild 7 — Darstellung der Bereiche für die Vorgehensweise mit U_{TJ} (Beispiel: Verglasung, Pfosten, Paneel)

7.3.1.2 Bestimmung der Bereiche für die Vorgehensweise mit längenbezogenem Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_{TJ}

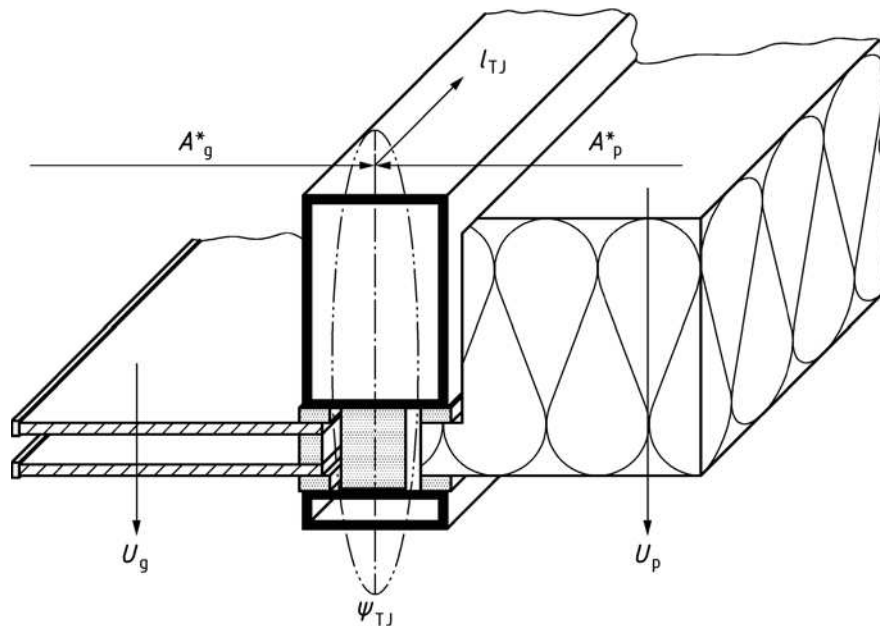
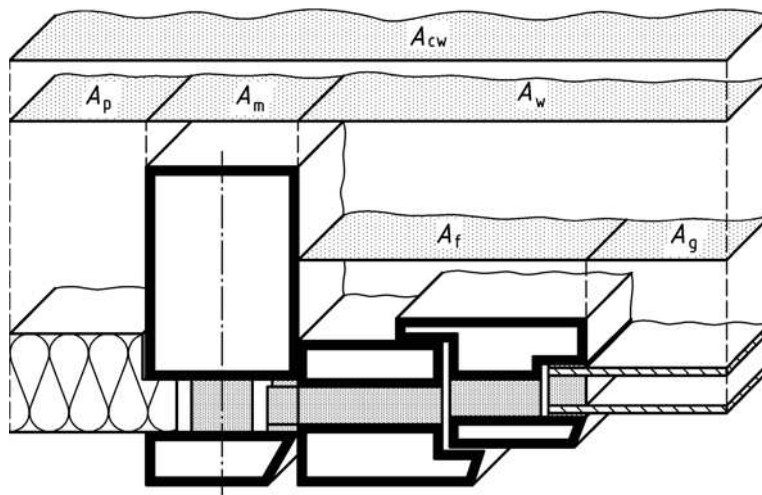


Bild 8 — Darstellung der Bereiche für die Vorgehensweise mit Ψ_{TJ} (Beispiel: Verglasung, Pfosten, Paneel)

7.3.1.3 Bestimmung der Bereiche für weitere Kombinationen

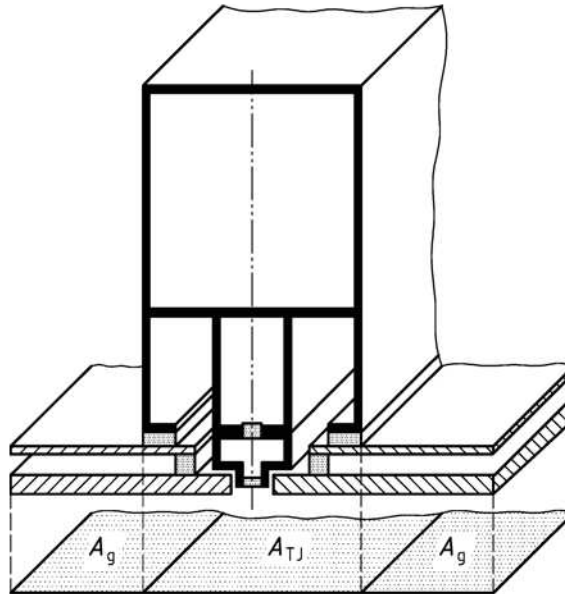
Die Bilder 9 bis 12 enthalten weitere Beispiele für die Zerlegung von Vorhangfassaden für die Analyse mit dem vereinfachten Beurteilungsverfahren. Die Fläche der Fuge A_{TJ} ist die größte projizierte Fläche zwischen den beiden Füllungen. Die Länge der Fuge l_{TJ} entspricht der Länge der Fuge zwischen den Füllungen.



Legende

A_m	Fläche des Pfostens	A_w	Fensterfläche
A_{cw}	Fläche der Vorhangfassade	A_f	Flächenanteil des Rahmens
A_p	Fläche des Paneels	A_g	Fläche der Verglasung

Bild 9 — Beispiel 1: Vorhangfassade in Rahmenbauweise

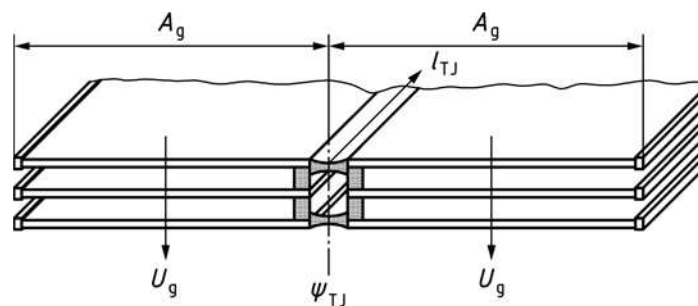


Legende

A_{TJ} Anschlussfläche

A_g Fläche der Verglasung

Bild 10 — Beispiel 2: SG-Verglasung mit Silikonverklebung



Legende

TJ Fuge

Bild 11 — Beispiel 3: SG-Verglasung

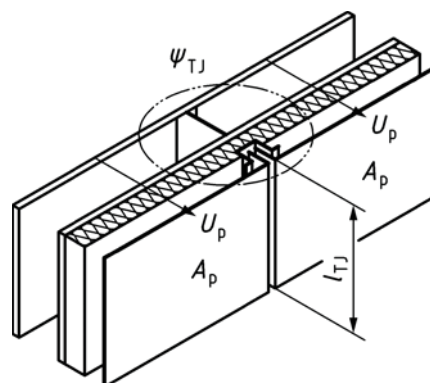


Bild 12 — Beispiel 4: Hinterlüftete Fassade

7.3.2 Wärmetechnische Kenngrößen

Die Daten über die wärmetechnischen Eigenschaften, die zur Beurteilung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Vorhangfassaden mit dem vereinfachten Beurteilungsverfahren erforderlich sind, sind Tabelle 7 oder Tabelle 8 zu entnehmen.

**Tabelle 8 – Identifikatoren für wärmetechnische Kenngrößen
unter Verwendung des flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten U_{TJ}**

Name	Symbol	Einheit	Bereich	Ursprung	Veränderlich
Wärmedurchgangskoeffizient der Fuge	U_{TJ}	W/(m ² ·K)	0 bis ∞	EN 12412-2, ISO 10077-2 (und Anhang E)	Nein
Wärmedurchgangskoeffizient einer Verglasung	U_g	W/(m ² ·K)	0 bis ∞	1) in Tabelle C.1	Nein
Wärmedurchgangskoeffizient eines opaken Paneels	U_p	W/(m ² ·K)	0 bis ∞	ISO 6946	Nein

7.3.2.1 Wärmedurchgangskoeffizient von Verglasungen und Paneelen (Füllungen)

Der Wärmedurchgangskoeffizient von opaken Paneelen U_p ist nach ISO 6946 zu beurteilen. Der Wärmedurchgangskoeffizient von Verglasungen U_g ist nach den in Tabelle C.1 aufgeführten Dokumenten zu bestimmen. In einigen Fällen sind die Füllungen an den beiden Seiten der Fugen unterschiedlich (z. B. Pfosten, Riegel), sodass zwei Wärmedurchgangskoeffizienten zu berechnen sind.

7.3.2.2 Bestimmung des Wärmestroms durch den Verbindungsbereich Füllung/Pfosten oder Riegel/Füllung

7.3.2.2.1 Allgemeines

Der Gesamtwärmestrom Φ_{tot} des gesamten Anschlusses ist mit einer Software in Übereinstimmung mit ISO 10211 und ISO 10077-2 zu berechnen oder nach ISO 12567-1 zu messen; dabei werden die Füllungen zwischen den adiabatischen Linien angeordnet. Die Modellierung der Schrauben (sofern vorhanden) in der zweidimensionalen Berechnung ist nach Anhang E durchzuführen.

Da der Wärmestrom zwischen den beiden adiabatischen Grenzen bestimmt wird, stellt er den Wärmestrom durch die Füllungen und die Fuge (z. B. Pfosten/Riegel) sowie den seitlichen Wärmestrom (Randeinflüsse) infolge der Wechselwirkung zwischen den beiden Füllungen dar.

Daher stellt Φ_{tot} den gesamten Wärmestrom, der durch den Anschluss von zwei Füllungen entsteht, dar; er umfasst:

- den Wärmestrom durch beide Füllungen (eindimensionaler Wärmestrom rechtwinklig zur Oberfläche der Füllung);
- den Wärmestrom durch das Fugenbauteil oder -material, das die beiden Füllungen miteinander verbindet (z. B. Rahmen in einer Vorhangfassade in Rahmenbauweise, Silikonfugen bei SG-Verglasungen usw.);
- die Wärmeströme an den Seiten und Kanten infolge der thermischen Wechselwirkung zwischen den Füllungen und dem Fugenbauteil oder -material sowie infolge der Gestaltung der Kanten der beiden individuellen Füllungen (z. B. Abstandhalter aus Glas).

Da es in den meisten Fällen schwierig ist, die verschiedenen Wärmeströme voneinander zu trennen und einem bestimmten Teil der Fuge zuzuordnen, ist es angemessen, den Gesamtwärmestrom durch eine Fuge in maximal drei Anteile zu unterteilen (siehe Bild 8):

- der Wärmestrom Φ_{FE1} durch die erste Füllung, ohne Fuge (d. h. der Wärmestrom wird vom U -Wert für die Mitte der ersten Füllung abgeleitet);
- der Wärmestrom Φ_{FE2} durch die zweite Füllung, ohne Fuge (d. h. der Wärmestrom wird vom U -Wert für die Mitte der zweiten Füllung abgeleitet);
- der Wärmestrom Φ_{TJ} ; dies ist der zusätzliche Wärmestrom durch Herstellung einer Fuge (einschließlich direkten und seitlichen Wärmestroms an allen Fugenkanten und an der Fuge selbst mit Ausnahme des eindimensionalen Wärmestroms durch die Füllungen).

Es gibt zwei Möglichkeiten, den zusätzlichen Wärmestrom Φ_{TJ} zu berücksichtigen. Die nachstehenden Vorgehensweisen sind gleichwertig und ergeben den gleichen Wärmedurchgangskoeffizienten der Vorhangsfassade:

- Berücksichtigung des Wärmestroms Φ_{TJ} in einem flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fuge U_{TJ} oder
- Berücksichtigung des Wärmestroms Φ_{TJ} in einem linearen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fuge Ψ_{TJ} .

Der Wärmedurchgangskoeffizient der Fuge U_{TJ} und der lineare Wärmedurchgangskoeffizient der Fuge Ψ_{TJ} umfassen in einem Parameter alle Einflüsse von Wärmebrücken, die durch die Herstellung von Fugen zwischen Füllungen entstehen. Diese Definition sollte nicht mit dem Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens U_f (z. B. wie in ISO 10077-2 bzw. in dem in Abschnitt 8 beschriebenen alternativen Verfahren definiert), verglichen werden, da dieser ausschließlich den Wärmestrom durch den Rahmen ohne Berücksichtigung der seitlichen Wärmestromeffekte von Paneelen und der Wechselwirkung mit dem Rahmen darstellt. Der Wert U_{TJ} sollte nicht zur Beurteilung der Gefahr durch Kondenswasserbildung benutzt werden.

7.3.2.2.2 Bestimmung des flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten von Fugen U_{TJ}

Der Wärmestrom Φ_{TJ} , der den zusätzlichen Wärmestrom, der durch die Herstellung einer Fuge zwischen zwei Füllungen entsteht, darstellt, kann wie folgt berechnet werden:

$$\Phi_{TJ} = \Phi_{\text{tot}} - (U_{FE1} A_{FE1} + U_{FE2} A_{FE2}) \Delta T \quad (1)$$

Dabei ist

ΔT die Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außenluft zur Simulierung der Wärmeübertragung.

Der Wärmedurchgangskoeffizient der Fuge U_{TJ} (siehe Bild 7) wird wie folgt berechnet:

$$U_{TJ} = \Phi_{TJ} / (A_{TJ} \Delta T) \quad (2)$$

Dabei ist

A_{TJ} die projizierte Fläche der Fuge;

ΔT die Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außenluft zur Simulierung der Wärmeübertragung.

ANMERKUNG Für das Beispiel in Bild 7 werden die Flächen und U -Werte der Füllungen folgendermaßen definiert:

$$A_g = A_{FE1}, A_p = A_{FE2}, U_g = U_{FE1}, U_p = U_{FE2}.$$

7.3.2.2.3 Bestimmung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten von Fugen Ψ_{TJ}

Die Definition der Flächen der Füllungen unterscheidet sich von den Definitionen in Bild 7 und ist Bild 8 zu entnehmen. Die Berechnung von Φ_{TJ} erfolgt nach Gleichung (3).

Der Wärmestrom Φ_{TJ} kann wie folgt berechnet werden:

$$\Phi_{TJ} = \Phi_{\text{tot}} - (U_{FE1} A_{*FE1} + U_{FE2} A_{*FE2}) \Delta T \quad (3)$$

Dabei ist

ΔT die Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außenluft zur Simulierung der Wärmeübertragung.

Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient der Fuge Ψ_{TJ} wird wie folgt berechnet:

$$\Psi_{TJ} = \Phi_{TJ} / (l_{TJ} \Delta T) \quad (4)$$

Dabei ist

ΔT die Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außenluft zur Simulierung der Wärmeübertragung.

7.4 Berechnungsverfahren

7.4.1 Anwendbarer Zeitschritt

Beim Wärmedurchgangskoeffizienten von Vorhangfassaden, der nach dieser Norm bestimmt wird, handelt es sich um eine stationäre Eigenschaft, die auch als Eingabe für dynamische (d. h. stündliche) Gebäudeberechnungen verwendet werden kann, da die Zeitkonstante dieser Art von Bauteil im Vergleich zu vielen opaken Elementen vernachlässigbar ist.

Jedoch können einige Eigenschaften und demnach der berechnete Wärmedurchgangskoeffizient abhängig von der Art des Produkts oder der Einheit durch die Grenzzustände beeinflusst werden. Das Verfahren, ob und wie dies berücksichtigt werden muss, wird in den Normen angegeben, die das Ergebnis dieser Norm als Eingabedaten verwenden.

Zudem können einige Produkte oder Einheiten verschiedene Funktionsweisen haben: Teile, die zeit- oder zustandsabhängig geöffnet, bewegt oder entfernt werden können. Das Ergebnis kann je nach Funktionsweise anders ausfallen.

ANMERKUNG ISO 52016-1 beinhaltet Verfahren für die Handhabung von Bauteilen mit verschiedenen Funktionsweisen (dynamische transparente Bauteile) bei der Berechnung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs und der Innentemperatur eines Gebäudes.

7.4.2 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

7.4.2.1 Einzelnes Element

7.4.2.1.1 Vorgehensweise mit dem flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizient U_{TJ}

Der Wärmedurchgangskoeffizient der Vorhangfassade U_{cw} wird als flächengewichteter Mittelwert aus allen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen, Verglasungen und Paneele berechnet.

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_{TJ} U_{TJ}}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_{TJ}} \quad (5)$$

Die Flächen A_g und A_p werden nach Bild 7 definiert.

7.4.2.1.2 Vorgehensweise mit Ψ_{TJ}

Der Wärmedurchgangskoeffizient der Vorhangfassade U_{cw} wird als flächengewichteter Mittelwert aus allen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fugen, Verglasungen und Paneele berechnet.

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g^* U_g + \sum A_p^* U_p + \sum l_{TJ} \Psi_{TJ}}{A_g^* + A_p^*} \quad (6)$$

Die Flächen A_g^* und A_p^* werden nach Bild 8 definiert.

7.4.2.2 Wärmedurchgangskoeffizient einer Vorhangfassade aus verschiedenen Elementen

Die Berechnung des Wertes $U_{cw,tot}$ einer Vorhangfassade, die aus Elementen unterschiedlicher Größen oder Gestaltung besteht, ist als flächengewichteter Mittelwert des Wärmedurchgangskoeffizienten aller Module nach Gleichung (7) zu berechnen.

$$U_{cw,tot} = \frac{\sum (U_{cw,j} A_{cw,j})}{\sum A_{cw,j}} \quad (7)$$

Dabei ist

$\sum U_{cw,j} A_{cw,j}$ die Summe der Produkte der Wärmedurchgangskoeffizienten und der zugehörigen Flächen der verschiedenen Module;

$\sum A_{cw,j}$ die Summe der Flächen der verschiedenen Module.

8 Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten

8.1 Ergebnisdaten

Das Ergebnis des Verfahrens mit Beurteilung der einzelnen Komponenten nach dieser Norm ist der in Tabelle 9 angegebene spezifische Transmissionswärmedurchgangskoeffizient einer Vorhangfassade.

Tabelle 9 — Ergebnisdaten

Beschreibung	Symbol	Einheit	Zielmodul	Gültigkeitsintervall	Veränderlich
Wärmedurchgangskoeffizient	U_{CW}	$W/(m^2 \cdot K)$	M2-2, M2-3, M2-4	0 bis ∞	Nein

8.2 Zeitschritte für die Berechnung

Die Eingabe-, Verfahrens- und Ergebnisdaten beziehen sich auf stationäre Zustände und werden als unabhängig von tatsächlichen Bedingungen wie Innen- und Außentemperatur oder Einfluss von Wind oder Sonneneinstrahlung angenommen.

8.3 Eingabedaten

8.3.1 Geometrische Merkmale

Tabelle 10 zeigt die erforderlichen geometrischen Kenngrößen.

Tabelle 10 — Identifikatoren für geometrische Kenngrößen

Name	Symbol	Einheit	Bereich	Ursprung	Veränderlich
Geometrische Daten					
Verglaste Fläche	A_g	m ²	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Flächenanteil des Rahmens	A_f	m ²	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Fläche des Pfostens	A_m	m ²	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Fläche des Riegels	A_t	m ²	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Fläche eines opaken Paneels	A_p	m ²	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Gesamtlänge der Schnittstelle Rahmen/Verglasung	$l_{f,g}$	m	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Gesamtlänge der Schnittstelle Pfosten/Verglasung	$l_{m,g}$	m	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Gesamtlänge der Schnittstelle Riegel/Verglasung	$l_{t,g}$	m	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Gesamtlänge der Schnittstelle Pfosten/Rahmen	$l_{t,f}$	m	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Gesamtlänge der Schnittstelle Riegel/Rahmen	$l_{t,f}$	m	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Gesamtlänge der Schnittstelle Pfosten/Paneel	$l_{t,p}$	m	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein
Gesamtlänge der Schnittstelle Riegel/Paneel	$l_{t,p}$	m	0 bis ∞	Vorhangfassadenkonstruktion	Nein

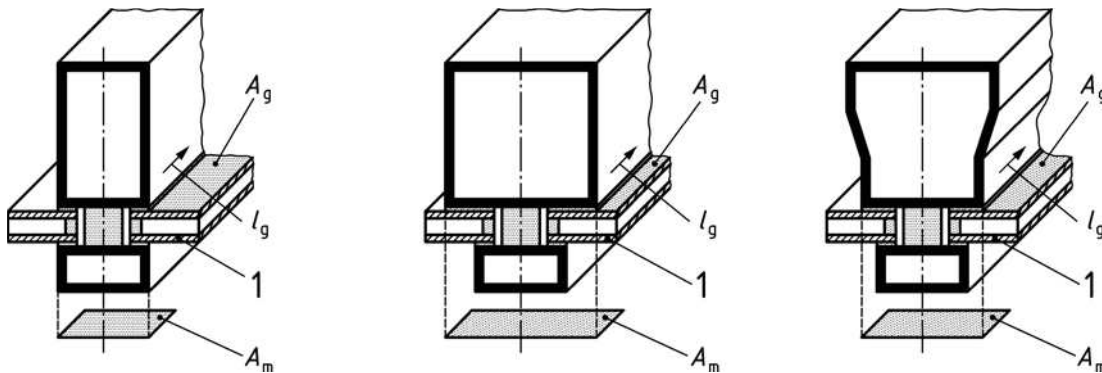
8.3.1.1 Verglaste Fläche, Fläche mit opakem Paneel

Die verglaste Fläche A_g oder die Fläche eines opaken Paneels A_p eines Bauteils ist die kleinere der beidseitig sichtbaren Flächen (siehe Bilder 14 und 15). Die Überlappung der verglasten Flächen durch Dichtungen wird nicht berücksichtigt.

8.3.1.2 Sichtbare Gesamtumfangsfläche der Verglasung

Die Gesamtumfangsfläche der Verglasung l_g bzw. des opaken Paneels l_p ist die Summe der sichtbaren Umfangslängen der Glasscheiben (bzw. der opaken Paneele). Sind die sichtbaren Umfangslängen zu beiden Seiten der Glasscheibe oder des Paneels unterschiedlich, wird die Umfangslänge durch die Schnittstelle der

Verglasung oder des Paneels und des Rahmens oder Pfostens oder Riegels definiert. Bild 13 enthält ein Beispiel für die Schnittstelle der Verglasung und des Pfostens.



Legende

1 Glas

Bild 13 — Darstellung der verglasten Fläche und der Umfangslänge

8.3.1.3 Flächenanteile von Rahmen, Pfosten und Riegeln

Bezüglich der Festlegung der Flächen siehe auch die Bilder 15 und 16.

- $A_{m,i}/A_{t,i}$ ist die raumseitige Projektion des Flächenanteils des Pfostens/Riegels an der Schnittstelle Verglasung/Pfosten/Riegel, gleich der Projektion des raumseitigen Pfostens/Riegels auf eine Ebene parallel zur Wand;
- $A_{m,e}/A_{t,e}$ ist die außenseitige Projektion des Flächenanteils des Pfostens/Riegels an der Schnittstelle Verglasung/Pfosten/Riegel, gleich der Projektion des außenseitigen Pfostens/Riegels auf eine Ebene parallel zur Wand;
- A_m/A_t ist der Flächenanteil des Pfostens/Riegels, gleich der größeren der sichtbaren Projektionsflächen;
- $A_{f,i}$ ist die raumseitige Projektion des Flächenanteils des Rahmens an der Schnittstelle Verglasung/Pfosten/Riegel, gleich der Projektion des raumseitigen Rahmens auf eine Ebene parallel zur Wand;
- $A_{f,e}$ ist die außenseitige Projektion des Flächenanteils des Rahmens an der Schnittstelle Verglasung/Pfosten/Riegel, gleich der Projektion des außenseitigen Rahmens auf eine Ebene parallel zur Wand;
- A_f ist der Flächenanteil des Rahmens, gleich der größeren der sichtbaren Projektionsflächen;