

DIN EN 674



ICS 81.040.20

Ersatz für
DIN EN 674:1999-01

**Glas im Bauwesen –
Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U -Wert) –
Verfahren mit dem Plattengerät;
Deutsche Fassung EN 674:2011**

Glass in building –
Determination of thermal transmittance (U value) –
Guarded hot plate method;
German version EN 674:2011

Verre dans la construction –
Détermination du coefficient de transmission thermique, U –
Méthode de l'anneau de garde;
Version allemande EN 674:2011

Gesamtumfang 13 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 674:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 129 „Glas im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-09-91 AA „Prüfung von Beschichtungen auf Glas“.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 674:1999-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung des inneren und äußeren Wärmeübergangskoeffizienten an die in EN 673 vorgenommenen Änderungen;
- b) redaktionelle Überarbeitung.

Frühere Ausgaben

DIN 52619-2: 1985-02

DIN EN 674: 1999-01

Deutsche Fassung

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

Glass in building - Determination of thermal transmittance
(U value) - Guarded hot plate method

Verre dans la construction - Détermination du coefficient de
transmission thermique, U - Méthode de l'anneau de garde

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 29. April 2011 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 des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Grundgleichung	5
5 Kurzbeschreibung des Verfahrens	5
6 Prüfgeräte	6
7 Probenabmessungen	6
8 Probenvorbereitung	7
9 Durchführung der Messungen	7
10 Auswertung der Messergebnisse	7
10.1 Wärmedurchlasswiderstand der Mehrfachverglasung	7
10.2 Referenz-<i>U</i>-Wert	7
10.3 Bemessungs-<i>U</i>-Wert	8
11 Angabe der Ergebnisse	8
11.1 <i>U</i>-Werte	8
11.2 Wärmedurchlasswiderstand	8
11.3 Zwischenwerte	8
12 Prüfbericht	9
12.1 Informationen, die im Prüfbericht angegeben sind	9
12.2 Kennzeichnung der einzelnen Verglasungsproben	9
12.3 Probenquerschnitt	9
12.4 Messergebnisse	9
Literaturhinweise	11

Vorwort

Dieses Dokument (EN 674:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 129 „Glas im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 674:1997.

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

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Messverfahren fest, das zur Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten von hermetisch abgeschlossenen Verglasungen mit ebenen und parallelen Oberflächen dient. Strukturierte Oberflächen, z. B. Ornamentglas, dürfen als eben angesehen werden.

Diese Europäische Norm gilt für Mehrfachverglasungen mit äußeren Scheiben, die für Strahlung im fernen Infrarotbereich undurchlässig sind, was bei Produkten aus Natron-Kalk-Glas, Borosilicatglas und Glaskeramik der Fall ist. Die inneren Elemente dürfen jedoch für Strahlung im fernen Infrarotbereich durchlässig sein.

Das in dieser Europäischen Norm festgelegte Verfahren dient der Bestimmung des U -Wertes¹⁾ (Wärmedurchgangskoeffizient) im mittleren Bereich der Verglasung. Die Randwirkungen infolge der Wärmebrücke durch den Abstandshalter einer Isolierglaseinheit oder durch den Fensterrahmen sind nicht berücksichtigt. Die Wärmeübertragung durch Sonneneinstrahlung wurde ebenfalls nicht berücksichtigt.

Das in dieser Europäischen Norm festgelegte Verfahren sollte im Allgemeinen nur dann angewendet werden, wenn das in EN 673 ausführlich beschriebene Berechnungsverfahren ungeeignet ist.

Das Dokument für die Berechnung des Gesamt- U -Werts von Fenstern, Türen und Abschlüssen (siehe [3]) enthält eine normative Verweisung auf den nach dieser Norm berechneten U -Wert für die Verglasungselemente.

Es ist eine senkrechte Lage der Verglasung vorgeschrieben.

Die nach der vorliegenden Norm bestimmten U -Werte werden sowohl für Produktvergleiche als auch zu weiteren Zwecken herangezogen, insbesondere für die Voraussage von:

- Wärmeverlusten durch Verglasungen;
- Erhöhungen der Wärmeleitung im Sommer;
- Tauwasserbildung auf Glasoberflächen;
- Auswirkungen der absorbierten Sonnenstrahlung auf die Bestimmung des Sonnenfaktors (siehe [1]).

Bei der Anwendung von nach dieser Norm bestimmten U -Werten sollte auf [4], [5] oder weitere Europäische Normen, die sich mit der Berechnung von Wärmeverlusten befassen, Bezug genommen werden.

Die Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten erfolgt unter Bedingungen, die den durchschnittlichen Bedingungen für Verglasungen in der Praxis entsprechen.

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 12898, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Emissionsgrades*

ISO 8302:1991, *Thermal insulation — Determination of steady-state thermal resistance and related properties — Guarded hot plate apparatus*

1) In einigen Ländern ist bisher das Formelzeichen k verwendet worden.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

U-Wert

Parameter einer Verglasung, der den Wärmedurchgang durch den mittleren Bereich der Verglasung, d. h. ohne Randeffekte, charakterisiert und die stationäre Wärmestromdichte je Temperaturdifferenz zwischen den Umgebungstemperaturen auf jeder Seite angibt. Der *U*-Wert wird in Watt je Quadratmeter und Kelvin [W/(m²·K)] angegeben

3.2

Referenzwert

U-Wert, der bei genormten Grenzwerten erhalten wurde

ANMERKUNG (Siehe 10.2).

4 Grundgleichung

Der *U*-Wert hängt vom Wärmedurchlasswiderstand der Mehrfachverglasung und von den Wärmeübergangskoeffizienten der äußeren und inneren Oberflächen nach folgender Beziehung ab:

$$\frac{1}{U} = R + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} \quad (1)$$

Dabei ist

- R* Wärmedurchlasswiderstand der Mehrfachverglasung, angegeben in Quadratmeter mal Kelvin je Watt [(m²·K)/W];
- h_e* Wärmeübergangskoeffizient der äußeren Oberfläche, angegeben in Watt je Quadratmeter mal Kelvin [W/(m²·K)];
- h_i* Wärmeübergangskoeffizient der inneren Oberfläche, angegeben in Watt je Quadratmeter mal Kelvin [W/(m²·K)].

Nach dieser Norm wird der Wärmedurchlasswiderstand zwischen den beiden Oberflächen der Verglasung durch Messungen bestimmt, die unter Anwendung des Verfahrens der Heizplatte mit Schutzring vorgenommen werden. Danach wird der Referenzwert nach Gleichung (1) mit den in 10.2 festgelegten Werten für den inneren und den äußeren Wärmeübergangskoeffizienten bestimmt.

5 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Der Wärmedurchlasswiderstand der Mehrfachverglasung wird mit Hilfe des Zweiplattengerät-Verfahrens mit beheiztem Schutzring bestimmt, das in ISO 8302 beschrieben ist. Die detaillierten Empfehlungen der genannten Norm sind, mit Ausnahme der in dieser Norm enthaltenen Abweichungen und der Abweichungen, die aus dem besonderen Aufbau der Verglasung resultieren, zu beachten.

In diesem Zusammenhang sind weitere Anforderungen notwendig, z. B. werden die Größe der Proben und die Durchführung der Messungen festgelegt, damit die speziellen Anforderungen an die Messung von Mehrfachverglasungen erfüllt werden (siehe Abschnitte 6 bis 12).

6 Prüfgeräte

Für die Messung des Wärmedurchlasswiderstands der Probe wird das Zweiplattengerät verwendet. Bild 1 zeigt den allgemeinen Aufbau dieses Geräts einschließlich spezieller Anforderungen bezüglich der Messung von Mehrfachverglasungen.

Die Anordnung ebener quadratischer Platten besteht aus einem Heizelement, das als Heizeinheit bezeichnet wird, welches durch Metallplatten abgedeckt und zwischen zwei nahezu identischen Proben angeordnet ist.

Der Wärmestrom fließt durch die Proben hindurch zu den beiden quadratischen, isothermen ebenen Kühleinheiten, die als Kühleinheit bezeichnet werden.

Die Heizeinheit besteht aus einem gesonderten, in der Mitte angeordneten Messabschnitt, in dem der in einer Richtung fließende konstante Wärmestrom bestimmt werden kann, umgeben von einem Schutzabschnitt (Schutzring), der durch einen schmalen Spalt von ihm getrennt ist. Der Messabschnitt hat die Abmessungen 500 mm × 500 mm. Die Kühleinheiten haben Oberflächenabmessungen, die mindestens ebenso groß sind wie die der Heizeinheit einschließlich des Schutzrings.

Um einen ausreichenden Kontakt zwischen den Proben und den angrenzenden Plattenoberflächen sicherzustellen, sind Schaumgummiplatten mit Naturkautschukqualität und einer Dicke von etwa 3 mm zu verwenden.

Zur Bestimmung der mittleren Oberflächentemperaturen sind auf den Proben diagonal auf jeder Seite mindestens drei Thermoelemente in gleichem Abstand anzubringen. Die Dicke dieser Thermoelemente darf 0,2 mm nicht überschreiten; die Messstellen sind so abzuflachen, dass 0,2 mm nicht überschritten werden, und um einen guten thermischen Kontakt zwischen der Messstelle und den Proben sicherzustellen, ist ein Kontaktmaterial (z. B. zinkoxidhaltiges Silikonfett oder Bandmetall) einzusetzen.

Die Proben müssen ausreichend groß sein, so dass sie die Oberfläche der Heizeinheit vollständig überdecken. Zusätzliche Dämmmaßnahmen in den Ecken und/oder Hilfs-Schutzabschnitte werden nach den Festlegungen in ISO 8302:1991 erforderlich.

Die Glasschichten der Mehrfachverglasung, die sich in Kontakt mit dem Gerät befinden, erschweren infolge der hohen Wärmeleitfähigkeit des Glases die korrekte Bestimmung des Ungleichgewichtes durch den Spalt. Das Anbringen von Ungleichgewichtssensoren, wie auf Bild 4b) von ISO 8302:1991 angegeben, ist bei der Prüfung von Mehrfachverglasungen höchstwahrscheinlich der einzige Weg zur Bestimmung des tatsächlichen Ungleichgewichtes durch den Spalt mit hinreichender Genauigkeit, siehe 2.1.1.3 bis 2.1.1.5 von ISO 8302:1991. Wenn für Prüfungen von Mehrfachverglasungen ein Plattengerät mit Schutzring vorgesehen ist, muss der Ungleichgewichtsfehler nach 2.2.1 von ISO 8302:1991 unter Anwendung der Wärmeleitfähigkeit von Glas als Wärmeleitfähigkeit der Probe, d. h. $1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, ermittelt werden. Wenn der resultierende berechnete Ungleichgewichtsfehler größer als 1 % ist (anstelle des in 2.1.4.1.1 von ISO 8302:1991 geforderten Wertes von 0,5 %), dann ist der Ungleichgewichtsfehler unter Anwendung der experimentellen Vorgehensweise von 2.4.4 in ISO 8302:1991 zu bewerten. Wird die 1-%-Grenze noch immer überschritten, müssen die Konstruktion des Spaltes und das Ungleichgewichts-Nachweissystem vor der Durchführung von Prüfungen an Mehrfachverglasungen überprüft werden.

7 Probenabmessungen

Die Proben müssen quadratisch sein und Abmessungen von vorzugsweise 800 mm × 800 mm aufweisen, mit maximalen Abweichungen im Bereich von 750 mm × 750 mm bis 850 mm × 850 mm.

Die zwei für die Messung benötigten Proben müssen möglichst identisch sein. Die Dicke der beiden Proben, an den Rändern gemessen, darf nicht um mehr als 2 % abweichen.

Die Oberflächen der Proben müssen eben und parallel sein.

Proben mit einer Größe von bis zu 450 mm × 450 mm dürfen verwendet werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass im Gasraum keine Konvektion auftritt und dass die auftretenden Fehler nicht größer als die für die Anordnung 800 mm × 800 mm sind.

8 Probenvorbereitung

Im mittleren Bereich der Proben dürfen Wölbung oder Durchbiegung insgesamt 0,5 mm nicht überschreiten. Wölbung und Durchbiegung sind durch Kühlen der Proben bis herab auf 10 °C, bis zum Erreichen des isothermen Gleichgewichts, und durch unmittelbares Messen, bevor die Proben in das Prüfgerät eingesetzt werden, zu überwachen.

Falls die Wölbung zu groß ist, darf die Dicke der Probe im mittleren Bereich durch ein entsprechendes Verringern des Druckes korrigiert werden. Im Falle einer zu großen Durchbiegung ist eine solche Korrektur (durch Einlassen eines geringen Luftvolumens) für Gasfüllungen – außer Luft – nur zulässig, wenn die erforderliche Korrektur 0,5 mm nicht überschreitet.

9 Durchführung der Messungen

Die Messungen müssen mit in senkrechter Lage angeordneten Proben durchgeführt werden.

Die Messungen müssen bei einer mittleren Temperatur beider Proben von $(10 \pm 0,5)$ °C vorgenommen werden. Die mittlere Temperaturdifferenz zwischen der warmen und der kalten Oberfläche jeder Probe muss $(15 \pm 0,5)$ K betragen.

10 Auswertung der Messergebnisse

10.1 Wärmedurchlasswiderstand der Mehrfachverglasung

Der Wärmedurchlasswiderstand R wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$R = \frac{2A(T_1 - T_2)}{\Phi} \quad \text{m}^2 \cdot \text{K/W} \quad (2)$$

Dabei ist

- Φ mittlere Leistung, die dem mittleren Bereich der Heizeinheit zugeführt wird, in Watt (W);
- T_1 mittlere Temperatur der warmen Seite der Proben, in Kelvin (K);
- T_2 mittlere Temperatur der kalten Seite der Proben, in Kelvin (K);
- A Messfläche, in Quadratmeter (m²).

10.2 Referenz- U -Wert

Der Referenz- U -Wert wird nach Gleichung (1) berechnet.

Für Mehrfachverglasungen ohne eine Beschichtung mit verändertem Emissionsvermögen unter 0,837 auf den äußeren Flächen der Verglasungen werden die folgenden genormten Werte für die Oberflächen-Wärmeübergangskoeffizienten verwendet:

- innerer Wärmeübergangskoeffizient: $h_i = 7,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
- äußerer Wärmeübergangskoeffizient: $h_e = 25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Für eine Mehrfachverglasung mit einer Beschichtung, die ein Emissionsvermögen unter 0,837 auf der an den inneren Raum angrenzenden Oberfläche aufweist, wird der genormte Wert h_i nach folgender Gleichung modifiziert:

$$h_i = 3,6 + 4,1 \frac{\varepsilon}{0,837} \quad W/(m^2 \cdot K) \quad (3)$$

Dabei ist

ε korrigiertes Emissionsvermögen der Oberfläche;

0,837 korrigiertes Emissionsvermögen von unbeschichtetem Natron-Kalk-Glas und Borosilicatglas.

Das korrigierte Emissionsvermögen ist unter Bezugnahme auf EN 12898 zu bestimmen.

Werte für ε , die kleiner als 0,837 sind, brauchen nur dann berücksichtigt zu werden, wenn die Oberfläche sauber ist und eine Kondensation von Wasser auf der beschichteten Oberfläche ausgeschlossen werden kann.

Verbesserungen des U -Wertes durch äußere beschichtete Flächen mit einem Emissionsvermögen unter 0,837 werden nicht berücksichtigt.

ANMERKUNG Die Anwendung des U -Wertes eines Außenbauteils, der bei genormtem Grenzwert erzielt wird, entspricht bei der Berechnung der Wärmeverluste nicht zuverlässig präzise der empfundenen Temperatur bei trockener Luft in beheizten Innenräumen. In den meisten praktischen Anwendungsfällen ist dies ausreichend; für Verglasungen mit einer relativ großen Oberfläche und besonders bei niedrig abstrahlenden Oberflächen können jedoch Fehler auftreten. In derartigen Fällen wird auf [3], [4] oder weitere maßgebliche Europäische Normen verwiesen.

10.3 Bemessungs- U -Wert

Bei der Anwendung der U -Werte für Verglasungen im Hochbau kann es unter Umständen der Fall sein, dass die Referenzwerte nicht immer zu ausreichend genauen Ergebnissen führen. In besonderen Fällen ist ein Bemessungswert mithilfe dieser Norm zu bestimmen. Die für die Position der Verglasung und die Umweltbedingungen geeigneten Bemessungs- U -Werte sind unter Anwendung der richtigen Grenzwerte von h_e und h_i , die anzugeben sind, zu bestimmen.

11 Angabe der Ergebnisse

11.1 U -Werte

U -Werte sind auf eine Dezimalstelle gerundet in $W/(m^2 \cdot K)$ anzugeben. Wenn die zweite Dezimalstelle eine 5 ist, muss auf den nächst höheren Wert aufgerundet werden.

BEISPIEL 1 1,53 wird 1,5;

BEISPIEL 2 1,55 wird 1,6;

BEISPIEL 3 1,549 wird 1,5.

11.2 Wärmedurchlasswiderstand

Der Wärmedurchlasswiderstand ist auf drei Dezimalstellen zu runden.

11.3 Zwischenwerte

Zwischenwerte dürfen in Berechnungen nicht gerundet werden.

12 Prüfbericht

12.1 Informationen, die im Prüfbericht angegeben sind

Der Prüfbericht muss folgende Angaben nach 12.2 bis 12.4 enthalten.

12.2 Kennzeichnung der einzelnen Verglasungsproben

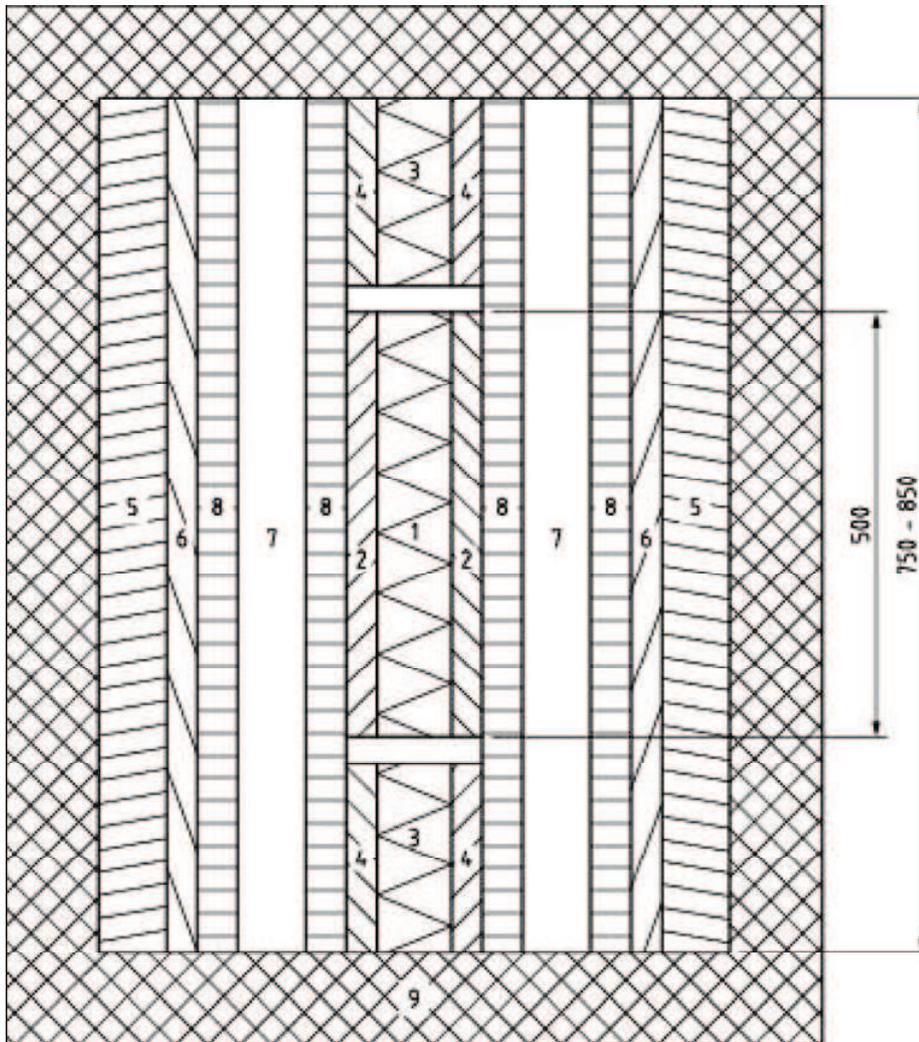
- Länge (mm);
- Breite (mm);
- Gesamtdicke, an den Rändern gemessen (mm);
- Dicke der einzelnen Glasscheiben oder von weiteren Verglasungsmaterialien (mm);
- Dicke des Gaszwischenraumes/der Gaszwischenräume, an den Rändern gemessen (mm);
- Art der Gasfüllung (falls bekannt);
- Lage und Emissionsvermögen von IR-Reflexionsschichten (falls bekannt);
- Wölbung oder Durchbiegung (mm).

12.3 Probenquerschnitt

Diese Zeichnung soll den Aufbau der Probe veranschaulichen (Lage und Dicke der Glasscheiben, Lage und Dicke des Gaszwischenraumes/der Gaszwischenräume, Art der Gasfüllung, Lage von inneren Folien und von IR-Reflexionsschichten usw.).

12.4 Messergebnisse

- mittlere zugeführte Leistung (W);
- Messfläche (mm²);
- mittlere Oberflächentemperatur auf der warmen Seite jeder Probe (°C);
- mittlere Oberflächentemperatur auf der kalten Seite jeder Probe (°C);
- mittlere Temperaturdifferenz zwischen der warmen und kalten Seite jeder Probe (K);
- mittlere Temperatur jeder Probe (°C);
- Wärmedurchlasswiderstand (m²·K/W);
- korrigiertes Emissionsvermögen der an den Innenraum angrenzenden Oberfläche bei Beschichtungen, die das Emissionsvermögen verändern;
- innerer Wärmeübergangskoeffizient h_i bei Beschichtungen, die das Emissionsvermögen verändern [W/(m²·K)];
- U -Wert [W/(m²·K)];
- h_e und h_i , wenn bei der Berechnung des Bemessungs- U -wertes Werte eingesetzt werden, die von den genormten abweichen; in diesem Fall ist die Bezeichnung „Bemessungs- U -Wert“ anzuwenden [W/(m²·K)].



- | | | | |
|---|-------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | Heizelement der Messfläche | } | Messabschnitt der Heizeinheit |
| 2 | Deckplatten der Messfläche | | |
| 3 | Heizelement des Schutzrings | } | Schutzabschnitt der Heizeinheiten |
| 4 | Deckplatten des Schutzrings | | |
| 5 | Kühleinheiten | | |
| 6 | Deckplatten der Kühleinheiten | | |
| 7 | Proben | | |
| 8 | Schaumgummiplatten | | |
| 9 | Dämmmaterial | | |

Bild 1 — Plattengerät mit Schutzring

Literaturhinweise

- [1] EN 410, *Glas im Bauwesen — Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen*
- [2] EN 673, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren*
- [3] EN ISO 10077-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 1: Allgemeines (ISO 10077-1:2006)*
- [4] EN ISO 10211, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2007)*
- [5] EN ISO 13790, *Energieeffizienz von Gebäuden — Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung (ISO 13790:2008)*