

Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten
Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes
nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem
Wärmestrommessplatten-Gerät
Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand
Deutsche Fassung EN 12667:2001

DIN
EN 12667

ICS 91.100.01; 91.120.10

Teilweise Ersatz für
DIN 52612-1:1979-09
DIN 52616:1977-11

Thermal performance of building materials and products –
Determination of thermal resistance by means of guarded hot
plate and heat flow meter methods –
Products of high and medium thermal resistance;
German version EN 12667:2001

Performance thermique des matériaux et produits pour le bâtiment –
Détermination de la résistance thermique par la méthode de la
plaque chaude gardée et la méthode fluxmétrique –
Produits de haute et moyenne résistance thermique;
Version allemande EN 12667:2001

Die Europäische Norm EN 12667:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ (Sekretariat: Schweden) unter deutscher Mitwirkung erarbeitet.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist der als Spiegelausschuss zu CEN/TC 89 eingesetzte Arbeitsausschuss 00.89.00 „Wärmeschutz“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau).

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen und Europäischen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

- EN 1946-2 siehe DIN EN 1946-2
- EN 1946-3 siehe DIN EN 1946-3
- EN 12664 siehe DIN EN 12664
- EN 12939 siehe DIN EN 12939
- EN ISO 7345 siehe DIN EN ISO 7345

Fortsetzung Seite 2
und 50 Seiten EN

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Änderungen

Gegenüber DIN 52612-1:1979-09 und DIN 52616:1977-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einschränkung des Anwendungsbereichs auf Produkte mit hohen und mittleren Wärmedurchlasswiderständen zur besseren Beschreibung des Vorgehens, z. B. bei Dämmstoffen.
- b) Mitgeltende Normen beschreiben die personellen und gerätemäßigen Voraussetzungen.
- c) Begriffsbestimmungen detaillierter und umfassender.
- d) Gerätebeschreibung für das Plattengerät und das Wärmestrommessplatten-Gerät, einschließlich Kalibrierhinweisen.
- e) Messverfahren mit ausführlicher Sensitivitäts- und Messabweichungsanalyse.
- f) Probenentnahme und -vorbehandlung, einschließlich Hinweisen für das Vorgehen bei dicken und unebenen Proben.
- g) Auswertung der Messergebnisse mit Hinweisen zur Weiterbehandlung.

Frühere Ausgaben

DIN 52612-1: 1959-07; 1963-02; 1966-01; 1972-08; 1979-09
DIN 52616: 1977-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 1946-2, *Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen – Technische Kriterien zur Begutachtung von Laboratorien bei der Durchführung der Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften – Teil 2: Messung nach Verfahren mit dem Plattengerät; Deutsche Fassung EN 1946-2:1999.*

DIN EN 1946-3, *Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen – Technische Kriterien zur Begutachtung von Laboratorien bei der Durchführung der Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften – Teil 3: Messung nach dem Verfahren mit dem Wärmestrommessplatten-Gerät; Deutsche Fassung EN 1946-3:1999.*

DIN EN 12664, *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten – Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät – Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand; Deutsche Fassung EN 12664:2001.*

DIN EN 12939, *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten – Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät – Dicke Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand; Deutsche Fassung EN 12939:2000.*

DIN EN ISO 7345, *Wärmeschutz – Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345:1987); Deutsche Fassung EN ISO 7345:1995.*

Deutsche Fassung

Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten
Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes
nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem
Wärmestrommessplatten-Gerät
Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand

Thermal performance of building materials and products –
Determination of thermal resistance by means of guarded
hot plate and heat flow meter methods – Products of high
and medium thermal resistance

Performance thermique des matériaux et produits pour le
bâtiment – Détermination de la résistance thermique par la
méthode de la plaque chaude gardée et la méthode
fluxmétrique – Produits de haute et moyenne résistance
thermique

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 25. Juni 2000 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe, Zeichen und Einheiten	5
4 Grundlagen	6
5 Prüfeinrichtungen	6
6 Probekörper	11
7 Durchführung der Prüfung	12
8 Berechnungen	14
9 Prüfbericht	16
Anhang A (normativ) Einschränkungen hinsichtlich der Durchführung des Messprinzips und der messbaren Eigenschaften	18
Anhang B (normativ) Grenzwerte für Gerätefunktion und Prüfbedingungen – Plattengerät	26
Anhang C (normativ) Grenzwerte für Gerätefunktion und Prüfbedingungen – Wärmestrommesser	33
Anhang D (normativ) Konstruktion der Prüfeinrichtungen	39

Vorwort

Diese Europäische Norm 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 Juli 2001, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2001 zurückgezogen werden.

Diese Norm ist Bestandteil einer Reihe von Normen zur Bewertung des wärmeschutztechnischen Verhaltens von Baustoffen und -produkten.

Das vorliegende Dokument ist Teil einer Reihe von wärmetechnischen Prüfnormen, die in Verbindung mit Produktnormen für Baustoffe anzuwenden sind.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Die Anhänge A, B, C und D sind normativ.

Einleitung

Stationäre Wärmeübertragungseigenschaften können durch zahlreiche genormte Prüfverfahren gemessen werden; die Auswahl des zutreffenden Verfahrens hängt von den Kennwerten des Probekörpers ab. Diese Norm behandelt nur das Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät.

Für Routinemessungen nach diesen beiden Verfahren benötigt der durchführende Prüfer nur diese Norm und die jeweilige Produktnorm, welche zusätzliche Anforderungen in Bezug auf Probenherstellung oder Prüfbedingungen auferlegen kann.

Detaillierte Festlegungen für Messungen des Wärmedurchlasswiderstandes vergleichbarer ebener Probekörper in einem beliebigen Prüfzustand sind

- in ISO 8302:1991 und EN 1946-2:1999 – für das Verfahren mit dem Plattengerät – und
- in ISO 8301:1991 und EN 1946-3:1999 – für das Verfahren mit dem Wärmestrommessplatten-Gerät angegeben.

Diese Norm enthält allgemein gültige Angaben über die Geräte, alle vorgeschriebenen Einschränkungen der Konstruktion und Funktion der Geräte sowie die Festlegung des Prüfverfahrens für Probekörper mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand nach einer Europäischen Produktnorm. In technischer Hinsicht entsprechen die Angaben für beide Prüfverfahren ISO 8301:1991 und ISO 8302:1991. Die Norm gilt nur für die routinemäßige Prüfung von Probekörpern (mit den Einschränkungen hinsichtlich Dicke und Inhomogenität usw. nach Anhang A) mit Geräten, die nach 5.1 konstruiert wurden und die bereits nach EN 1946-3:1999 oder EN 1946-2:1999 geprüft wurden.

Diese Norm enthält auch Beispiele für die Konstruktion von Geräten, die die Anforderungen nach 5.1 erfüllen. Dadurch wird zur Beurteilung der Genauigkeit der Gerätekonstruktion keine Messabweichungsanalyse, sondern lediglich die Funktionsprüfung benötigt.

Prüfverfahren für Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand sowie für feuchte Werkstoffe sind in EN 12664 festgelegt. Messungen an dicken Produkten mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand werden in EN 12939 behandelt.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm spezifiziert die Grundlagen und Prüfverfahren zur Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes von Probekörpern mit einem Wärmedurchlasswiderstand von mindestens $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät.

ANMERKUNG 1 Der o. a. Grenzwert ist bedingt durch den Einfluss von Kontaktwiderständen. Ein oberer Grenzwert für die Messung des Wärmedurchlasswiderstandes ist abhängig von verschiedenen Faktoren, die in dieser Norm beschrieben werden.

Sie gilt im Prinzip für alle mittleren Prüftemperaturen. Der Betrieb der Geräte, die nach Anhang D konstruiert wurden, sollte jedoch im Wesentlichen zwischen einer Mindesttemperatur der Kühlplatte von -100°C und einer Höchsttemperatur der Heizplatte von $+100^\circ\text{C}$ erfolgen.

ANMERKUNG 2 Einschränkungen der mittleren Prüftemperatur ergeben sich nur durch die Werkstoffe, die für die Konstruktion der Geräte verwendet wurden, und durch die Zusatzgeräte.

Sie liefert zusätzliche Einschränkungen in Bezug auf Gerätefunktion und Prüfbedingungen.

Sie liefert keine Angaben zu Gerätefunktion, Geräte-Messabweichungsanalyse, Gerätefunktionsprüfung und Beurteilung der Gerätegenauigkeit.

Sie liefert Beispiele für Gerätekonstruktionen, die die Anforderungen nach dieser Norm erfüllen.

Diese Norm enthält keine allgemeinen Hinweise und Hintergrundinformationen (z. B. über die anzugebende Wärmeübertragungseigenschaft, die produktabhängige Vorbereitung von Probekörpern, Verfahren, die Mehrfachmessungen erfordern, wie z. B. Verfahren zur Beurteilung des Einflusses von Inhomogenitäten von Probekörpern, Prüfverfahren für Probekörper, deren Dicke die Leistung der Geräte übersteigt, und Prüfverfahren zur Beurteilung des Einflusses der Dicke). Aufgrund dieser Einschränkungen sollte diese Norm nur in Verbindung mit der Produktnorm, die für das zu prüfende Produkt gilt, angewendet werden.

Die Norm gilt in erster Linie für Baustoffe; sie kann jedoch auch auf Probekörper aus jedem beliebigen Material, das die festgelegten Bedingungen erfüllt, angewendet werden.

Die vorliegende Norm behandelt weder Messungen an feuchten Produkten mit beliebigem Wärmedurchlasswiderstand noch Messungen an dicken Produkten mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

ANMERKUNG Hinweise auf ISO 8301:1991 und ISO 8302:1991 enthalten nicht die vollständigen Prüfverfahren, sondern beschränken sich auf Einzelheiten wie Gerätefunktion und Leistungsüberprüfung, die nicht durch Europäische Normen oder Teile davon abgedeckt sind; Hinweise auf ISO 8301:1991 oder ISO 8302:1991 werden nicht benötigt für Routineprüfungen nach dieser Norm.

EN 1946-2:1999, *Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen – Technische Kriterien zur Begutachtung von Laboratorien bei der Durchführung der Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften – Teil 2: Messung nach Verfahren mit dem Plattengerät.*

EN 1946-3:1999, *Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen – Technische Kriterien zur Begutachtung von Laboratorien bei der Durchführung der Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften – Teil 3: Messung nach dem Verfahren mit dem Wärmestrommessplatten-Gerät.*

EN 12664, *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten – Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät – Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand.*

EN 12939, *Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten – Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät – Dicke Produkte mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand.*

EN ISO 7345, *Wärmeschutz – Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345:1987)*.

ISO 8301:1991, *Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus (Wärmeschutz – Bestimmung des stationären Wärmedurchlasswiderstandes und zugehöriger Eigenschaften – Wärmestrommessplatten-Gerät)*.

ISO 8302:1991, *Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Guarded hot plate apparatus (Wärmeschutz – Bestimmung des stationären Wärmedurchlasswiderstandes und zugehöriger Eigenschaften – Plattengerät)*.

3 Begriffe, Zeichen und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in EN ISO 7345 festgelegten Begriffe. A.2 enthält die meisten Definitionen, die für die Messung der Wärmeübertragungseigenschaften von Produkten mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand relevant sind.

3.2 Zeichen und Einheiten

Zeichen	Größe	Einheit
A	Messfläche, gemessen an einer abgegrenzten isothermen Oberfläche	m^2
A_d	Oberflächen-Messabweichung	m^2
A_m	Fläche des Messausschnittes	m^2
R	Wärmedurchlasswiderstand	$m^2 \cdot K/W$
$\mathcal{T}$	Übertragungsfaktor	$W/(m \cdot K)$
T_1	Temperatur der Warmseite des Probekörpers	K
T_2	Temperatur der Kaltseite des Probekörpers	K
T_m	mittlere Prüftemperatur (gewöhnlich $(T_1 + T_2)/2$)	K
V	Volumen	m^3
c	Spezifische Wärmekapazität	$J/(kg \cdot K)$
d	Dicke; durchschnittliche Dicke eines Probekörpers	m
e	Verhältnis der Randtemperaturen zueinander	–
e_h	Ausgangsspannung des Wärmestrommessplatten-Gerätes	mV
f	Kalibrierfaktor des Wärmestrommessplatten-Gerätes	$W/(mV \cdot m^2)$
m	Masse (des Probekörpers)	kg
q	Wärmestromdichte	W/m^2
r	Spezifischer Wärmewiderstand	$K \cdot m/W$
ΔR	Zunahme des Wärmedurchlasswiderstandes	$m^2 \cdot K/W$
ΔT	Temperaturdifferenz (gewöhnlich $T_1 - T_2$)	K
Δd	Dickenzunahme	m
Δm	Relative Massenänderung	–
Δt	Zeitintervall	s
Φ	Wärmestrom	W
λ	Wärmeleitfähigkeit	$W/(m \cdot K)$
λ_t	Spezifische Wärmedurchlässigkeit	$W/(m \cdot K)$
ξ	Porosität	–
ξ_p	lokale Porosität	–
ρ	Dichte	kg/m^3

ANMERKUNG Die Bedeutung einiger zusätzlicher Indizes wird im Text erläutert.

4 Grundlagen

4.1 Prüfeinrichtungen

Sowohl im Plattengerät als auch im Wärmestrommessplatten-Gerät wird bei homogenen Probekörpern in Form von Platten mit ebenen, planparallelen Flächen eine in eine Richtung wirkende konstante und gleichmäßige Wärmestromdichte hergestellt. Dies findet mit einer annehmbaren Messgenauigkeit in der Mitte des Gerätes statt. Die Prüfeinrichtung besteht daher aus einem zentralen Messausschnitt, in dem die Messungen erfolgen, und einem umliegenden Schutzring.

4.2 Messung der Wärmestromdichte

Nach Einstellung des stationären Zustandes im Messausschnitt wird die Wärmestromdichte q aus der Messung des Wärmestromes Φ und der vom Wärmestrom durchströmten Messfläche A bestimmt.

4.3 Messung der Temperaturdifferenz

Die Temperaturdifferenz ΔT zwischen den Oberflächen der Probekörper wird mit Temperaturmessfühlern gemessen, die an den Oberflächen der Prüfeinrichtung, die den Probekörper berühren, und/oder, sofern zweckmäßig, an denen der Probekörper selbst befestigt ist.

4.4 Herleitung des Wärmedurchlasswiderstandes oder des Übertragungsfaktors

Der Wärmedurchlasswiderstand R wird aus den bekannten Größen q , A und ΔT berechnet, wenn die in A.3.2 angegebenen entsprechenden Bedingungen vorhanden sind. Wenn die Dicke d des Probekörpers bekannt ist, kann auch der Übertragungsfaktor $\mathcal{T}$ berechnet werden.

4.5 Berechnung der Wärmeleitfähigkeit oder der spezifischen Wärmedurchlässigkeit

Die mittlere Wärmeleitfähigkeit λ oder die spezifische Wärmedurchlässigkeit λ_t des Probekörpers kann ebenfalls berechnet werden, wenn die Bedingungen, die zu ihrer Feststellung erforderlich sind, und die in A.4.3 angegebenen Bedingungen vorliegen.

4.6 Prüfeinrichtungsbedingte Einschränkungen

Die Anwendung des Verfahrens ist durch die Fähigkeit der Prüfeinrichtung zur Aufrechterhaltung einer in eine Richtung wirkenden gleichmäßigen und konstanten Wärmestromdichte im Probekörper sowie zur Messung von Leistung, Temperatur und Abmessungen mit der erforderlichen Messgenauigkeitsgrenze begrenzt. Siehe Anhang A.

4.7 Probekörperbedingte Einschränkungen

Die Anwendung des Verfahrens ist ferner sowohl durch die Form des (der) Probekörpers(körper) als auch dadurch begrenzt, wie weit sie (beim Zweiplattengerät) in Dicke und Gleichmäßigkeit des Aufbaus übereinstimmen und ob ihre Oberflächen eben oder planparallel sind. Siehe Anhang A.

5 Prüfeinrichtungen

5.1 Allgemeines

Ein Plattengerät oder ein Wärmestrommessplatten-Gerät, mit dem die Messungen nach dieser Norm durchgeführt werden, muss den in Anhang B oder Anhang C dieser Norm angegebenen Einschränkungen der Gerätefunktion und der Prüfbedingungen entsprechen und die in EN 1946-2:1999 oder EN 1946-3:1999 angegebenen Bedingungen hinsichtlich der Beurteilung der Geräte-Messgenauigkeit sowie die verwandten Anforderungen an die Gerätekonstruktion und die Funktionsprüfung nach ISO 8302:1991 bzw. ISO 8301:1991 erfüllen.

In Anhang D sind Gerätekonstruktionen angegeben, die diese Bedingungen erfüllen. Sofern die Prüfeinrichtung einer dieser Konstruktionsweisen genau entspricht, kann auf eine Messabweichungsanalyse verzichtet werden. In allen Fällen jedoch ist eine Funktionsprüfung nach EN 1946-2:1999 oder EN 1946-3:1999 zur anfänglichen Beurteilung der Prüfeinrichtung durchzuführen.

5.2 Plattengerät

5.2.1 Allgemeines

Im Plattengerät wird der Wärmestrom durch Messung der Leistungsaufnahme der Heizplatte im Messausschnitt erhalten. Die allgemeinen Merkmale der Prüfeinrichtung mit eingebauten Probekörpern sind in Bild 1 dargestellt.

Es gibt zwei Ausführungen des Plattengerätes, die dem in Abschnitt 4 beschriebenen Prinzip entsprechen:

- a) mit zwei Probekörpern (und einer zentralen Heizplatte) („Zweiplattengerät“);
- b) mit einem Probekörper („Einplattengerät“).

5.2.2 Zweiplattengerät

Beim Zweiplattengerät [siehe Bild 1a)] wird eine zentrale, kreisförmige oder quadratische, ebene Platteneinheit, die aus einer Heizeinrichtung und Deckplatten aus Metall besteht und als Platteneinheit bezeichnet wird, in Sandwichform zwischen zwei nahezu identische Probekörper gebracht. Der Wärmestrom wird durch die Probekörper zu getrennten kreisförmigen oder quadratischen isothermen ebenen Einheiten, Kühlplatten genannt, übertragen.

5.2.3 Einplattengerät

Im Einplattengerät [siehe Bild 1b)] wird einer der Probekörper durch eine Kombination aus einem Dämmstoff und einer Schutzplatte ersetzt. Über diese Kombination wird dann eine Temperaturdifferenz von Null eingestellt. Unter der Annahme, dass alle anderen zutreffenden Anforderungen dieser Norm erfüllt sind, können genaue Messungen und ein Prüfbericht nach dieser Norm mit dieser Geräteart ausgeführt werden, jedoch sollte in dem Bericht besonders auf die Modifizierung des üblichen Zweiplattengerätes verwiesen werden.

5.2.4 Heizplatte

Die Heizplatte besteht aus einem gesonderten Messausschnitt, in dem die in eine Richtung wirkende gleichmäßige und konstante Wärmestromdichte festgelegt werden kann und der von einem durch einen schmalen Spalt getrennten Schutzringausschnitt umgeben ist.

5.2.5 Messfläche

Die Messfläche ist der zentrale Bereich des Probekörpers, der durch die Mittellinie des Heizplattenspaltes begrenzt ist.

Diese Definition, die im Prinzip nur für dicke Probekörper gilt, wird für alle nach dieser Norm zu prüfenden Probekörper beibehalten; aufgrund dieser Näherung muss die Dicke des Probekörpers mindestens das Zehnfache der Spaltbreite betragen.

5.2.6 Randdämmung und zusätzliche Schutzringe

Es sind eine zusätzliche Randdämmung und/oder zusätzliche Schutzringausschnitte speziell bei Betrieb oberhalb oder unterhalb der Raumtemperatur erforderlich, siehe EN 1946-2:1999, Anhang B.

5.2.7 Kühlplatten

Die Abmessungen der Kühlplatten müssen mindestens denen der Heizplatte einschließlich der Heizeinrichtung(en) des Schutzringes entsprechen. Die Kühlplatten müssen aus Metallplatten bestehen, deren Temperatur konstant und gleichmäßig bleiben muss.

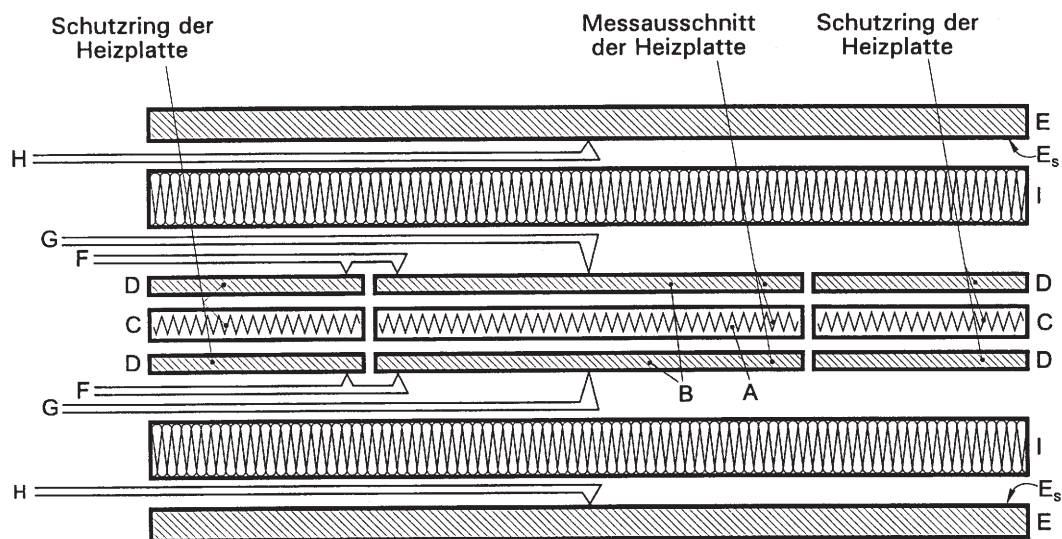
5.2.8 Messgenauigkeit und Wiederholpräzision

Messgenauigkeit und Wiederholpräzision hängen sowohl vom Gerät als auch von den Prüfbedingungen ab. Die vollständige Beurteilung der Messabweichung in einem Plattengerät für jede spezielle Prüfbedingung sollte nach EN 1946-2:1999 erfolgen. Das nachstehend Gesagte stellt eine ungefähre Information dar, die für korrekt durchgeführte Prüfungen anwendbar ist, wenn die mittlere Prüftemperatur im Bereich der Raumtemperatur liegt.

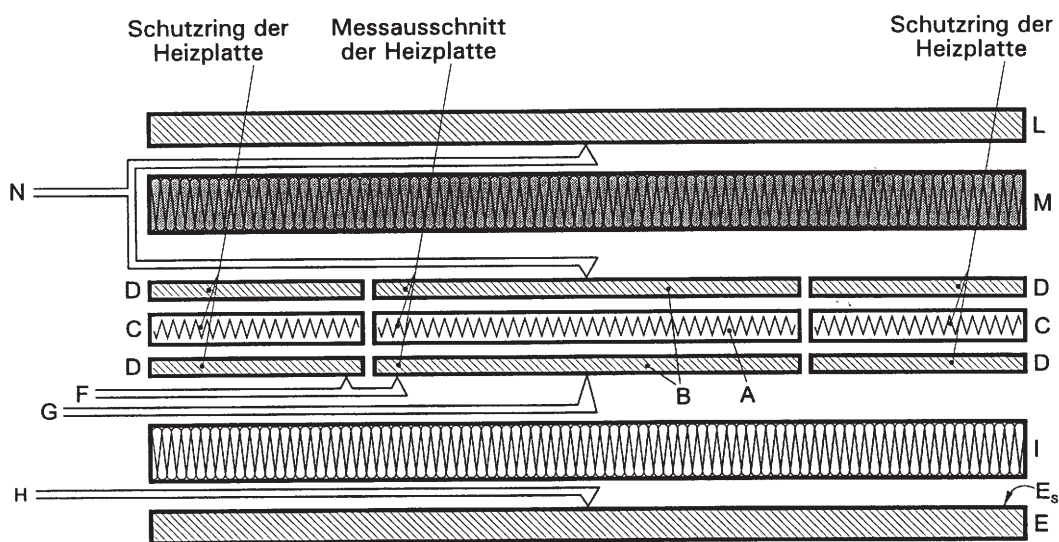
Prüfeinrichtungen, die nach dieser Norm (siehe auch Anhang B) aufgebaut und betrieben werden, sind in der Lage, die Wärmeübertragungseigenschaften von Produkten mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand mit einer Messgenauigkeit von $\pm 2\%$ zu messen.

Die Wiederholpräzision aufeinander folgender Messungen mit der Prüfeinrichtung an einem eingebauten Probekörper ohne Änderung der Prüfbedingungen ist gewöhnlich besser als $\pm 0,5\%$.

Werden die Messungen an demselben Bezugsprobekörper vorgenommen, der dem Gerät entnommen und anschließend wieder eingebaut wurde, ist die Wiederholpräzision der Messungen im Allgemeinen besser als $\pm 1\%$. Dieser höhere Wert beruht auf geringfügigen Änderungen der Prüfbedingungen, wie z. B. dem Druck der Platten auf den Probekörper (der die Kontaktwiderstände beeinflusst) und der relativen Luftfeuchte um den Probekörper (diese beeinflusst seinen Feuchtegehalt) usw.



a) Zweiplattengerät



b) Einplattengerät

Legende

A	Heizeinrichtung des Messausschnittes	G	Thermoelemente der Heizplattenoberfläche
B	Deckplatten des Messausschnittes	H	Thermoelemente der Kühlplattenoberfläche
C	Heizeinrichtung des Schutzringausschnittes	I	Probekörper
D	Deckplatten des Schutzringausschnittes	L	Schutzplatte
E	Kühlplatte	M	Schutzplattendämmung
E _s	Deckplatte der Kühlplatte	N	Differenzthermoelemente der Schutzplatte
F	Differenzthermoelemente		

Der Spalt ist der Abstand zwischen dem Messausschnitt (siehe A und B) und dem Schutzring (siehe C und D).

Bild 1 – Allgemeine charakteristische Merkmale des Zweiplattengerätes und des Einplattengerätes

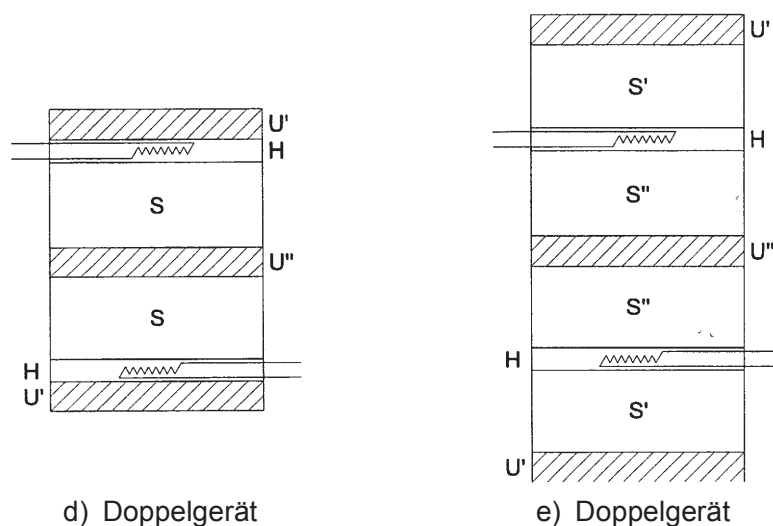
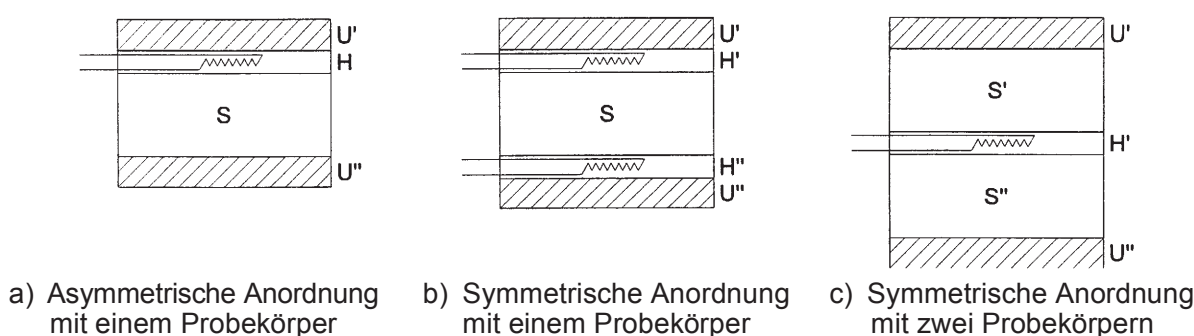
5.3 Wärmestrommessplatten-Gerät

5.3.1 Allgemeines

Im Wärmestrommessplatten-Gerät wird die Wärmestromdichte mit einem oder zwei am Probekörper (bzw. an den Probekörpern) angeordneten Wärmestrommessplatten-Gerät(en) gemessen.

Die allgemeinen Konstruktionsmerkmale des Wärmestrommessplatten-Gerätes sind in Bild 2 dargestellt. Das Gerät besteht aus einer Heizplatte, einem oder zwei Wärmestrommessplatten-Geräten, einem oder zwei Probekörper(n) und einer Kühlplatte. Die Anordnung a) wird „Asymmetrische Anordnung mit einem Probekörper“ genannt; dabei kann sich das Wärmestrommessplatten-Gerät an einer der beiden Platten befinden. Die Anordnung b) wird „Symmetrische Anordnung mit einem Probekörper“ genannt. In Anordnung c), die als „Symmetrische Anordnung mit zwei Probekörpern“ bezeichnet wird, sollten die Probekörper im Wesentlichen identisch sein. Jede Anordnung führt zu äquivalenten Ergebnissen, wenn die in dieser Norm angegebenen Einschränkungen beachtet werden.

ANMERKUNG Jedes Verfahren hat in der Praxis seine ihm eigenen Vorzüge. Anhang B von ISO 8301:1991 enthält eine kurze Erläuterung.



Legende

U', U'' Kühl- und Heizplatten
H, H', H'' Wärmestrommesser
S, S', S'' Probekörper

Bild 2 – Typische Darstellungen der Anordnungen des Wärmestrommessplatten-Gerätes

5.3.2 Wärmestrommessplatten-Gerät

Das Wärmestrommessplatten-Gerät ist ein Gerät, das die Wärmestromdichte durch den (die) Probekörper mittels einer Temperaturdifferenz misst, die durch diese Dichte des Wärmestroms, der den (die) Probekörper durchströmt, und das Wärmestrommessplatten-Gerät selbst erzeugt wird. Gewöhnlich besteht das Wärmestrommessplatten-Gerät aus einem homogenen Träger, einem Temperaturmessfühler zur Messung der Oberflächen-Temperaturdifferenz (Thermokette mit Mehrfachlötstellen) und einem (mehreren) Temperaturmessfühler(n) zur Messung der Oberflächentemperatur. Der von dem Träger eingenommene Bereich des Wärmestrommessplatten-Gerätes, in dem die Temperaturmessfühler für die Messung der Temperaturdifferenz angeordnet sind, wird Messfläche genannt.

Die Wärmestromdichte q durch die Messfläche des Wärmestrommessplatten-Gerätes ergibt die Ausgangsspannung e_h :

$$q = f e_h$$

Der Kalibrierfaktor f , der e_h und q korreliert, ist nicht in allen Fällen konstant, sondern hängt von der Temperatur und in geringem Maße von der Wärmestromdichte ab.

5.3.3 Kalibrierprinzip

Dies ist ein sekundäres oder relatives Verfahren, da das Verhältnis zwischen dem Wärmedurchlasswiderstand des (der) Probekörpers(körper) und einem (von) Normalprobekörper(körpern) gemessen wird. Aus der Messung des Wärmestromes Φ_s bei einem (den) Normalprobekörper(n) und Φ_u bei einem (den) zu messenden unbekannten Probekörper(n) führen die Annahme einer konstanten Wärmestromdichte im Messbereich und die Annahme der Stabilität der Temperaturdifferenz ΔT und der mittleren Temperatur T_m zu folgendem Verhältnis zwischen dem Wärmedurchlasswiderstand R_s des (der) Normalprobekörpers(körper) und R_u des (der) unbekannten Probekörpers(körper):

$$R_u/R_s = \Phi_s/\Phi_u$$

Die Kalibrierverfahren sind in ISO 8301:1991 angegeben.

5.3.4 Kalibrierungsbedingte Einschränkungen

Der Kalibrierfaktor f ist eine Funktion der mittleren Temperatur des Wärmestrommessplatten-Gerätes. Wurde die Kalibrierkurve für einen Temperaturbereich ermittelt, ist eine Extrapolation nicht zulässig.

Der Kalibrierfaktor bei einer gegebenen mittleren Temperatur des Wärmestrommessplatten-Gerätes kann auch eine Funktion der Wärmestromdichte sein. Das Gerät darf nur für Wärmestromdichten in dem von der Kalibrierung abgedeckten Bereich verwendet werden.

5.3.5 Messgenauigkeit und Wiederholpräzision

Messgenauigkeit und Wiederholpräzision hängen sowohl vom Gerät als auch von den Prüfbedingungen ab. Die Berechnung der Gesamt-Messabweichung beim Wärmestrommessplatten-Gerät für bestimmte Prüfbedingungen muss nach EN 1946-3:1999 erfolgen. Die nachfolgende Information gilt für korrekt durchgeführte Prüfungen bei einer mittleren Prüftemperatur, die im Bereich der Raumtemperatur liegt.

Die Wiederholpräzision aufeinander folgender Messungen mit der Prüfeinrichtung an einem eingebauten Probekörper ohne Änderung der Prüfbedingungen ist gewöhnlich besser als $\pm 0,5 \%$.

Wenn die Messungen an demselben Bezugsprobekörper vorgenommen werden, dessen Entfernen und Wiedereinbau in das Gerät nach längeren Zeitintervallen erfolgen, ist die Wiederholpräzision der Messungen im Allgemeinen besser als $\pm 1 \%$. Dieser höhere Wert beruht auf geringfügigen Änderungen der Prüfbedingungen, wie z. B. dem Druck der Platten und des Wärmestrommessplatten-Gerätes auf den Probekörper (der die Kontaktwiderstände beeinflusst) und der relativen Luftfeuchte um den Probekörper (die seinen Feuchtegehalt beeinflusst) usw.

Die Kalibriergenauigkeit des Wärmestrommessplatten-Gerätes hängt von der Messgenauigkeit des Referenzmaterials ab und ist gewöhnlich $\pm 2 \%$.

ANMERKUNG Die Messgenauigkeit der Kalibrierung ist hauptsächlich auf die Messgenauigkeit des Verfahrens mit dem Plattengerät bei der Messung der Eigenschaften von Bezugsprobekörpern zurückzuführen.

Wenn die in Anhang C festgelegten Grenzwerte eingehalten werden, können mit dem Verfahren mit dem Wärmestrommessplatten-Gerät die Wärmeübertragungseigenschaften innerhalb von $\pm 3 \%$ bestimmt werden, sofern die mittlere Prüftemperatur um die Raumtemperatur liegt.

5.4 Messabweichungsanalyse und Geräte-Funktionsprüfung

Die Messabweichungsanalyse (nicht erforderlich, falls Gerätekonfiguration nach Anhang D), die Geräte-Funktionsprüfung und die darauf folgende Beurteilung der Messgenauigkeit der Geräte im Bereich der für die entsprechenden Produktnormen gültigen Prüfbedingungen sind nach 5.1 und einschlägigen Prüfnormen durchzuführen.

6 Probekörper

6.1 Allgemeines

Die Prüfung kann in die Vorbereitung und Vorbehandlung der Probekörper, siehe unten, und die eigentlichen Messungen, siehe Abschnitt 7, aufgeteilt werden. Einige Entscheidungen hinsichtlich der messbaren Wärmeübertragungseigenschaften, der Vorbereitung der Probekörper und der Prüfbedingungen sind zu Beginn der Prüfung zu treffen, siehe A.5. Entscheidungshilfen sind nur in dieser Norm und/oder in der Produktnorm, die für den zu prüfenden Probekörper gilt, zu suchen.

6.2 Auswahl und Maße

Je nach Art des Gerätes (siehe 5.2.2 und 5.2.3 für das Plattengerät und 5.3.1 für das Wärmestrommessplatten-Gerät) sind (aus jeder Probe) ein oder zwei Probekörper auszuwählen. Der oder die Probekörper müssen die in A.3 und A.4 beschriebenen allgemeinen Anforderungen erfüllen. Wenn zwei Probekörper erforderlich sind, müssen sie so ähnlich wie möglich sein, wobei die Dicken um weniger als 2 % voneinander abweichen dürfen. Der (Die) Probekörper muss (müssen) so groß sein, dass er (sie) die gesamte Oberfläche der Heizplatte (einschließlich des Schutzringausschnittes) bedeckt (bedecken), ohne das gesamte Längenmaß der Heizplatte oder des Wärmestrommessers um mehr als 3 % zu übersteigen. Die Dicke der Probekörper muss der einschlägigen Produktnorm entsprechen. Zusätzlich ist das Verhältnis zwischen der Dicke des verwendeten Probekörpers und den Maßen der Heizplatte so zu beschränken, dass die Summe der Messabweichungen durch Verstimmung (nur beim Plattengerät) und der Wärmeverluste an den Rändern auf 0,5 % begrenzt ist, siehe die in Tabelle A.1 angegebene Begrenzung der Dicke. Siehe A.3.4 und die Tabellen A.1 und A.2 für die Minstdicken der Probekörper.

6.3 Vorbereitung und Vorbehandlung der Probekörper

6.3.1 Übereinstimmung mit den Produktnormen

Die Vorbereitung und Vorbehandlung der Probekörper ist nach der entsprechenden Produktnorm durchzuführen. Die folgenden allgemeinen Kriterien in 6.3.2 und 6.3.3 sind zu erfüllen.

6.3.2 Alle Probekörper ausgenommen lose Füllstoffe

Die Oberflächen der Probekörper sind mit entsprechenden Mitteln zu ebenen (Schleifpapier, Abdrehen in einer Drehbank und Schleifen werden oft angewandt), so dass ein enger Kontakt zwischen den Probekörpern und den Arbeitsflächen oder den zwischengelegten dünnen Platten erzielt werden kann.

Bei starren Stoffen müssen die Oberflächen der Probekörper über ihre gesamten Fläche innerhalb von 2 % der Probendicke parallel sein und sind ferner so zu bearbeiten, dass sie genauso eben sind wie die Oberflächen des Gerätes, damit die Messunsicherheit beim Messen der Probekörperdicke innerhalb von 0,5 % liegt (siehe A.3.6 und Tabelle A.2).

Die Ebenheit der Oberflächen kann z. B. mit einem Stahllineal guter Qualität geprüft werden, das gegen die Oberfläche gehalten, von hinten beleuchtet und bei streifendem Einfall betrachtet wird. Bereits Abweichungen von 25 µm sind sofort sichtbar. Größere Abweichungen können mit Hilfe der Temperaturmessfühler und mit dem Stahllineal wie folgt gemessen werden: Das Stahllineal sollte auf einem Endmaß bekannter Dicke, z. B. 1 mm, an jedem Ende der zu prüfenden Oberfläche gestützt werden. Positive und negative Abweichungen können mit Hilfe der Messfühler entlang einer Geraden gemessen werden. Es sollten acht Geraden wie folgt geprüft werden: die vier Kanten der Oberfläche, die beiden Diagonalen und ein Mittelkreuz (zwei parallel zu den Kanten der Oberfläche verlaufende Linien). Wird dieses Verfahren – das für die Oberflächen sowohl der Prüfeinrichtung als auch der Probekörper gilt – auf die Prüfung der Probekörper angewandt, sollte es für jede Oberfläche des Probekörpers wiederholt werden.

In den fertigen Oberflächen von Schaumstoffen oder Baustoffen mit Zuschlägen befindliche Kratzer, beschädigte Stellen oder ähnliche Mängel über die natürlich vorkommenden Unebenheiten der Ober-

fläche hinaus sind zulässig, vorausgesetzt, dass die Summe ihrer Flächen einen zulässigen Anteil der Messfläche und ihre größte Tiefe einen zulässigen Anteil der Probekörperdicke nicht überschreitet, damit der zusätzliche Wärmedurchlasswiderstand infolge der damit verbundenen Lufthohlräume gering bleibt. Für die Anwendung dieser Norm gilt:

- wenn $(A_d/A_m)(R_a/R) < 0,000\ 5$, muss der Einfluss nicht beachtet werden;
- wenn $0,000\ 5 \leq (A_d/A_m)(R_a/R) \leq 0,000\ 5$, darf die Prüfung durchgeführt werden; das Vorhandensein von Mängeln ist jedoch im Prüfbericht zu erwähnen.

Dabei ist

A_d die Querschnittsfläche der Mängel;

A_m die Fläche des Messausschnittes;

R_a der Wärmedurchlasswiderstand einer Luftschicht, deren Dicke der größten Tiefe eines beliebigen Mangels entspricht;

R der Wärmedurchlasswiderstand des Probekörpers.

Sofern Kontaktplatten verwendet werden oder die Thermoelemente an der Oberfläche des Probekörpers angeordnet sind, sind die entsprechenden Produktnormen und EN 12664 heranzuziehen.

6.3.3 Lose Füllstoffe

Bei Prüfung von losen Füllstoffen muss die Dicke des Probekörpers mindestens dem Zehnfachen der mittleren Abmessung der Poren, Körner, Flocken usw. des losen Füllstoffes entsprechen. Der (Die) Probekörper ist (sind) nach den entsprechenden Produktnormen vorzubereiten.

ANMERKUNG Diese in den Produktnormen enthaltenen Verfahren umfassen zum Beispiel Einbaurahmen, Abdeckfolien, besondere Vorkehrungen beim Einbau des Probekörpers, Vorbereitung und Vorbehandlung, wie man während der Prüfung einen (zwei) Probekörper der gewünschten Dichte erhält und wie dieser zu überprüfen ist und wie man eine Masse vor und nach der Vorbehandlung erhält, falls dies erforderlich ist.

7 Durchführung der Prüfung

7.1 Allgemeines

Ein Prüfverfahren ist eine komplette Reihe von Arbeitsgängen zur Ermittlung der erforderlichen Wärmeübertragungseigenschaft, die an dem nach 6.3 vorbereiteten Probekörper durchgeführt wird. Die Vorgänge können in die in 7.2 beschriebene Vorbehandlung und die verbleibenden Arbeitsgänge aufgeteilt werden, die zur Durchführung der Prüfung mit dem Plattengerät oder mit dem Wärmestrommessplatten-Gerät nach 7.3 benötigt werden.

7.2 Vorbehandlung

Nach der Massenbestimmung des (der) Probekörper(s) sind diese nach der entsprechenden Produktnorm bis zur Massenkonstanz zu trocknen.

ANMERKUNG Die Vorbehandlung umfasst zum Beispiel das Trocknen in einem Trockenschrank mit technischer Belüftung oder das Trocknen und anschließendes Einstellen auf den Gleichgewichtszustand zur Raumluft. Um während der Prüfung eine Feuchtewanderung zum oder vom Probekörper zu verhindern, kann der Probekörper selbst mit einer dampfdichten Hülle umgeben werden.

Der relative Massenverlust wird anhand der vor und nach dem Trocknen bestimmten Masse berechnet.

Um die Prüfdauer zu verringern, kann (können) der (die) Probekörper unmittelbar vor dem Einbau in das Gerät auf die mittlere Prüftemperatur eingestellt werden.

7.3 Messungen

7.3.1 Masse

Unmittelbar vor dem Einbau des (der) Probekörper(s) in das Gerät ist seine (ihre) Masse mit einer Messgenauigkeit, die besser als 0,5 % ist, zu bestimmen.

7.3.2 Dicke und Dichte

Die Dicke des Probekörpers ist entweder die vorgegebene Dicke beim Einrichten der Heizplatte und der Kühlplatte oder die gemessene Dicke des (der) Probekörper(s) zu Beginn der Prüfung, wie in den entsprechenden Produktnormen festgelegt.

ANMERKUNG In der Regel geben die Produktnormen die zu prüfende Dicke von Bahnen- oder Faserflorstoffen vor.

Die Dicke des (der) Probekörper(s) kann entweder im Gerät bei der Temperatur und bei den Druckbedingungen, die während der Prüfung bestehen, oder außerhalb des Gerätes mit einer geräte-technischen Ausrüstung gemessen werden. Diese muss den gleichen Druck wie den während der Prüfung auf den (die) Probekörper ausgeübt erzeugen, wie in den entsprechenden Produktnormen festgelegt.

Zur Messung der Dicke im Gerät müssen Messpunkte oder -stifte, die zu diesem Zweck an den äußeren vier Ecken der Kühlplatte (oder der Heizplatte und der Kühlplatte bei einem Einplattengerät) oder entlang der Achsen rechtwinklig zu den Platten durch ihre Mittelpunkte angeordnet sind, dienen. Die wirksame Probekörperdicke wird ermittelt, indem die mittlere Differenz des Abstandes zwischen den Messpunkten bei einem Messgerät mit eingesetztem Probekörper und einem Gerät ohne eingesetzten Probekörper bestimmt wird, wobei derselbe Druck für das Zusammenpressen der Platten in beiden Fällen zu verwenden ist.

Anhand der Maße des Probekörpers, der nach den o. a. Festlegungen gemessenen Dicke und der nach 7.3.1 bestimmten Masse des vorbehandelten Probekörpers kann die Dichte während der Prüfung berechnet werden.

7.3.3 Wahl der Temperaturdifferenz

Die Temperaturdifferenz ist in Übereinstimmung mit A.3.8 und der entsprechenden Produktnorm zu wählen.

7.3.4 Umgebungsbedingungen

Sind Wärmeübertragungseigenschaften für den Fall erwünscht, in dem der Probekörper mit Luft (oder einem anderen Gas) umgeben ist, ist die Luftfeuchte des Klimas um die Prüfeinrichtung während einer Prüfung auf eine Taupunkttemperatur mindestens 5 K unterhalb der Temperatur der Kühlplatte einzustellen.

Ist der Probekörper von einer wasserdampfdichten Hülle umgeben, um eine Feuchtwanderung zum oder vom Probekörper zu verhindern, müssen die Prüfbedingungen so gewählt werden, dass an dem Teil der Hülle, der die kalte Seite des Probekörpers berührt, kein Tauwasser auftritt.

7.3.5 Messungen des Wärmestromes

7.3.5.1 Wärmestrom im Plattengerät

Die dem Messausschnitt zugeführte mittlere elektrische Leistung ist mit einer Messgenauigkeit von $\pm 0,1\%$ zu messen.

Zufällige Schwankungen oder Veränderungen der Eingangsleistung müssen geringer sein als die, die erforderlich sind, um im Prüfzeitraum eine Schwankung oder Veränderung der Temperatur der Oberflächen der Heizplatte um mehr als $0,3\%$ der Temperaturdifferenz zwischen Heiz- und Kühlplatten zu verursachen.

Die Eingangsleistung des Schutzringausschnittes ist vorzugsweise durch automatische Regelung einzustellen und aufrechtzuerhalten, um die Temperaturstabilität zwischen Mess- und Schutzringausschnitt zu erhalten, die erforderlich ist, damit die Summe der Messabweichungen durch Verstimmung und infolge der Wärmeverluste an den Rändern innerhalb von $0,5\%$ bleibt (siehe 6.2).

7.3.5.2 Wärmestrom im Wärmestrommessplatten-Gerät

Das Erreichen des thermischen Gleichgewichtszustandes wird überprüft, indem die mittlere Temperatur und die Ausgangs-Elektromotorische Kraft des Wärmestrommessplatten-Gerätes, die mittlere Temperatur und das Temperaturgefälle zwischen den Oberflächen des (der) Probekörper(s) überwacht werden.

Es ist sicherzustellen, dass die Temperaturschwankungen (in Abhängigkeit von der Zeit) an der Oberfläche des Wärmestrommessplatten-Gerätes während des Prüfzeitraumes keine Schwankungen der Ausgangsspannung des Wärmestrommessplatten-Gerätes hervorrufen, die größer als 2% sind.

Es ist sicherzustellen, dass die Wärmestromdichte in einem Bereich liegt, in dem die Messunsicherheit des Kalibrierfaktors f und der elektrischen Messgeräte, die die Ausgangsspannung des Wärmestrommessplatten-Gerätes anzeigen, in Übereinstimmung mit 5.3.5 und Anhang C sind.

7.3.6 Regelung der kalten Oberfläche (beim Zweiplattengerät)

Bei Verwendung eines Zweiplattengerätes sind die Kühlplatten oder die Heizeinrichtungen der kalten Oberflächen so einzustellen, dass die Werte für die Temperaturdifferenz zwischen den Oberflächen der beiden Probekörper um nicht mehr als 2 % voneinander abweichen.

7.3.7 Nachweis der Temperaturdifferenz

Zur Erfüllung aller entsprechenden Anforderungen, die in Anhang B für das Plattengerät oder in Anhang C für das Wärmestrommessplatten-Gerät angegeben sind, sind die Temperatur der Heiz- und Kühlplatte und die Mitte-Schutzring-Temperaturstabilität (nur beim Plattengerät) mit Verfahren zu bestimmen, die eine ausreichende Wiederholpräzision und Messgenauigkeit besitzen.

7.3.8 Einlaufzeit und Messintervall

Wie in A.3.11 vorgeschlagen, sind Beobachtungsreihen nach 7.3.5 und 7.3.7 in Intervallen, die gleich oder größer als die Zeitdifferenz Δt sind, durchzuführen, bis fünf aufeinander folgende Beobachtungsreihen Werte des Wärmedurchlasswiderstandes ergeben, die um höchstens 1 % voneinander abweichen und sich in einer Richtung nicht monoton ändern.

Wenn eine genaue Abschätzung der Einlaufzeit nicht möglich ist, oder wenn keine Erfahrungen über die Prüfung an gleichartigen Probekörpern in demselben Gerät unter gleichen Prüfbedingungen vorliegen (z. B. beim Beginn von Routineprüfungen an einem neuen Produkt), sind diese Beobachtungen bis mindestens 24 h nach Beginn der so definierten stationären Bedingungen fortzusetzen.

ANMERKUNG Um auf einen Blick die Erreichung der stationären Bedingungen zu überprüfen, kann es sinnvoll sein, die entsprechenden Messwerte graphisch darzustellen.

7.3.9 Bestimmung von Masse und Dicke nach der Messung

Nach der Messung nach 7.3.8 ist die Masse des (der) Probekörper(s) zu bestimmen. Die Messung der Dicke ist zu wiederholen, und jede Veränderung des Volumens des (der) Probekörper(s) ist im Prüfbericht anzugeben.

8 Berechnungen

8.1 Veränderungen der Dichte und Masse

8.1.1 Dichten

Die Dichte ρ_o und/oder ρ_c des geprüften vorbehandelten Probekörpers wird wie folgt berechnet:

$$\rho_o = m_2/V$$

$$\rho_c = m_3/V$$

Dabei ist

ρ_o die Dichte des geprüften trockenen Stoffes;

ρ_c die Dichte des Stoffes nach einer umfangreicheren Vorbehandlung (sehr oft bis zum Gleichgewichtszustand zum Normallaborlima);

m_2 die Masse des Stoffes nach dem Trocknen;

m_3 die Masse des Stoffes nach einer umfangreicheren Vorbehandlung;

V das Volumen des Stoffes nach dem Trocknen oder der Vorbehandlung.

8.1.2 Veränderungen der Masse

Die relative Massenänderung des Stoffes infolge Trocknung Δm_r oder infolge einer umfangreicheren Vorbehandlung Δm_c ist wie folgt zu berechnen:

$$\Delta m_r = (m_1 - m_2)/m_2$$

$$\Delta m_c = (m_1 - m_3)/m_3$$