

Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen
Technische Kriterien zur Begutachtung von Laboratorien bei der
Durchführung der Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften
Teil 4: Messung nach dem Heizkasten-Verfahren
Deutsche Fassung EN 1946-4:2000

DIN
EN 1946-4

ICS 91.100.01; 91.120.10

Thermal performance of building products and components – Specific criteria
for the assessment of laboratories measuring heat transfer properties – Part 4:
Measurements by hot box methods;
German version EN 1946-4:2000

Performance thermique des produits et composants pour le bâtiment – Critères
particuliers pour l'évaluation des laboratoires mesurant les propriétés de
transmission thermique – Partie 4: Mesurages selon les méthodes de la boîte
chaude;
Version allemande EN 1946-4:2000

Die Europäische Norm EN 1946-4:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 1946-4:2000 ist vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ (Sekretariat: Schweden) unter deutscher Mitwirkung erarbeitet worden.

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 Inhalt zitierten Internationalen und Europäischen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

EN 1934 siehe DIN EN 1934

EN 1946-1 siehe DIN EN 1946-1

EN ISO 6946 siehe DIN EN ISO 6946

EN ISO 7345 siehe DIN EN ISO 7345

EN ISO 8990 siehe DIN EN ISO 8990

EN ISO 12567 siehe DIN EN 12412

ISO 8302 siehe DIN 52612-1

Fortsetzung Seite 2
und 26 Seiten EN

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 52612-1, *Wärmeschutztechnische Prüfungen – Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Plattengerät – Durchführung und Auswertung.*

DIN EN 1934, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Messung des Wärmedurchlasswiderstandes – Heizkastenverfahren mit dem Wärmestrommesser – Mauerwerk; Deutsche Fassung EN 1934:1998.*

DIN EN 1946-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen – Technische Kriterien zur Begutachtung von Laboratorien bei der Durchführung der Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften – Teil 1: Allgemeingültige Regeln; Deutsche Fassung EN 1946-1:1999.*

E DIN EN 12412, *Fenster und Türen – Wärmedurchgangskoeffizient – Kalibriertes und geschütztes Heizkastenverfahren; Deutsche Fassung prEN 12412:1996.*

DIN EN ISO 6946, *Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren (ISO 6946:1996); Deutsche Fassung EN ISO 6946:1996.*

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

DIN EN ISO 8990, *Wärmeschutz – Bestimmung der Wärmedurchgangseigenschaften im stationären Zustand – Verfahren mit dem kalibrierten und dem geregelten Heizkasten (ISO 8990:1994); Deutsche Fassung EN ISO 8990:1996.*

Deutsche Fassung

Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen
Technische Kriterien zur Begutachtung von Laboratorien bei der
Durchführung der Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften
Teil 4: Messung nach dem Heizkasten-Verfahren

Thermal performance of building products and components – Specific criteria for the assessment of laboratories measuring heat transfer properties – Part 4: Measurements by hot box methods

Performance thermique des produits et composants pour le bâtiment – Critères particuliers pour l'évaluation des laboratoires mesurant les propriétés de transmission thermique – Partie 4: Mesurages selon les méthodes de la boîte chaude

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 4. März 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat 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.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweisungen	2
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	3
4 Gerätehandbuch	4
5 Kalibrierungs- und Wartungskartei	14
6 Dokument über die Messung	14
7 Begutachtung	14
Anhang A (normativ) Grenzwerte für Gerätefunktion und Prüfbedingungen	15
Anhang B (informativ) Berechnung einiger Messabweichungen des Heizkastens	20
Literaturhinweise	26

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2000 zurückgezogen werden.

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.

Keine geltende Europäische Norm wird ersetzt.

Diese Reihe Europäischer Normen besteht aus mehreren Teilen. Der erste Teil legt allgemeingültige Regeln und ergänzende technische Kriterien, die für alle Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften anwendbar sind, fest; jeder folgende Teil umfasst die ergänzenden technischen Kriterien, die auf das Messverfahren einer in entsprechenden Normen beschriebenen Wärmeübertragungseigenschaft anwendbar sind.

Die Reihe der Normen besteht aus folgenden Teilen:

- Teil 1: *Allgemeingültige Regeln*
- Teil 2: *Messung nach dem Verfahren mit dem Plattengerät*
- Teil 3: *Messung nach dem Verfahren mit dem Wärmestrommessplatten-Gerät*
- Teil 4: *Messung nach dem Heizkasten-Verfahren*
- Teil 5: *Messung nach dem Rohrprüfgerät-Verfahren*

Grundlegende Angaben zur Wärmeübertragung in Heizkastengeräten und dargestellten Temperaturungleichmäßigkeiten sind im CEN Technical Report „Heat transfer and errors in hot box apparatus“ angegeben, siehe [2] in den Literaturhinweisen.

Der Anhang A dieser Europäischen Norm ist normativ, der Anhang B informativ.

1 Anwendungsbereich

Die Norm 1946-4 enthält ergänzende technische Kriterien für die Begutachtung von Laboratorien bei der Durchführung von Messungen der Wärmeübertragungseigenschaft im stationären Zustand an Produkten und Bauteilen mit dem kalibrierten oder dem geregelten Heizkasten-Gerät nach EN ISO 8990:1996, einschließlich ihrer Anwendung auf Türen und Fenster nach EN ISO 12567, oder mit einem Wärmestrommesser in einem Heizkasten nach EN 1934:1998 und von Messungen der Wärmeübertragungseigenschaft im stationären Zustand an spezifischen Bauteilen, wie Türen und Fenster, nach den auf EN ISO 8990:1996 beruhenden Europäischen Normen.

Sie ergänzt die allgemeinen Kriterien von EN 1946-1. Eine Anleitung zum Aufbau und zum Inhalt des Gerätehand-

buches, der Kalibrier- und Wartungskarteien und zur Verfahrensanweisung zur Messung wird gegeben.

Sie enthält Angaben zu obligatorischen Gerätefunktions-Spezifikationen und zur Gerätebeschreibung. Sie ergänzt die Messabweichungsanalysen und Berechnungen für die Gerätekonstruktion, die nicht in EN ISO 8990:1996, EN 1934:1998 und zugehörigen Normen enthalten sind.

Sie enthält Angaben zu Prüfverfahren, die für die Begutachtung der Gerätegenauigkeit geeignet sind.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische 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 Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 1934:1998, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Messung des Wärmedurchlasswiderstandes – Heizkastenverfahren mit dem Wärmestrommesser – Mauerwerk.*

EN 1946-1:1999, *Wärmetechnisches Verhalten von Bauprodukten und Bauteilen – Technische Kriterien zur Begutachtung von Laboratorien bei der Durchführung der Messungen von Wärmeübertragungseigenschaften – Teil 1: Allgemeingültige Regeln.*

EN ISO 6946, *Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren (ISO 6946:1996).*

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

EN ISO 8990:1996, *Wärmeschutz – Bestimmung der Wärmedurchgangseigenschaften im stationären Zustand – Verfahren mit dem kalibrierten und dem geregelten Heizkasten (ISO 8990:1994).*

EN ISO 12567¹⁾, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens (ISO 12567:-1¹⁾).*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe und die Begriffe von EN 1946-1:1999, EN ISO 7345, EN 1934:1998, EN ISO 12567 und von EN ISO 8990:1996, die nicht in dieser Norm angegeben sind.

3.1.1

Wärmedurchlasswiderstand des Probekörpers

Physikalische Größe, definiert nach:

$$R_t = \frac{A(T_{si} - T_{se})}{\Phi_1} \quad \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$$

3.1.2

Wärmedurchgangskoeffizient

Physikalische Größe, definiert nach:

$$U = \frac{\Phi_1}{A(T_{ni} - T_{ne})} \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

oder (wenn R_t definiert werden kann) definiert nach:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_t + R_{se}} \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

3.1.3

Umgebungstemperatur

Physikalische Größe, definiert nach:

$$T_n = \frac{E h_{ro}}{E h_{ro} + h_c} T_r + \frac{h_c}{E h_{ro} + h_c} T_a \quad \text{K}$$

3.2 Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
A	Fläche senkrecht zur Wärmestromdichte	m^2
E	Von Oberflächenemissionsgraden und Einstrahlzahlen abhängige Emissionsfaktoren, siehe EN ISO 8990:1996	–
h_c	Wärmeübergangskoeffizient infolge Konvektion	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
h_r	Wärmeübergangskoeffizient infolge Strahlung	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
h_{ro}	Wärmeübergangskoeffizient infolge Strahlung zwischen parallelen schwarzen Ebenen ($h_{ro} = 4 \sigma T_m^3$)	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
p	Messflächenumfang	m
R_s	Wärmeübergangswiderstand auf einer Probekörperoberfläche	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
R_t	Wärmedurchlasswiderstand des Probekörpers	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
T_a	Mittlere Temperatur der eine Probekörperoberfläche umgebenden Luft	K
T_n	Umgebungstemperatur	K
T_r	Mittlere Strahlungstemperatur der Oberfläche, „gesehen“ von der Probekörperoberfläche	K
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
Φ	Wärmestrom	W
Φ_1	Wärmestrom durch die Messfläche des Probekörpers	W
Φ_2	Verstimmungsbedingter Wärmestrom zwischen Schutzfläche und Messfläche in einem Probekörper	W
Φ_3	Wärmestrom durch die Messkastenwände	W
Φ_4	Flankenwärmestrom durch den Probekörper-Rahmen	W
Φ_5	Wärmestrom an der Randstirnfläche des Probekörpers	W
σ_n	Stefan-Boltzmann-Konstante ($5,67 \cdot 10^{-8}$)	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$
λ	Wärmeleitfähigkeit	$\text{W/(m} \cdot \text{K)}$

1) Norm in Vorbereitung.

Indizes

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Indizes, siehe auch 4.2.2:

Index	Bedeutung
a	Luft
b	Messkastenoberfläche
i	innen, gewöhnlich Warmseite
e	außen, gewöhnlich Kaltseite
g	Schutzkasten
m	Messfläche oder die im Messkasten eingeschlossene Luft
n	Umgebungs-
r	Strahlung
s	Oberfläche
sg	Probekörper-(Schutzkasten)
sm	Probekörper-(Messkasten)

4 Gerätehandbuch

4.1 Allgemeines

Das Gerätehandbuch muss die Angaben enthalten, die in 5.2.2 bis 5.2.5 von EN 1946-1:1999 festgelegt sind sowie die in diesem Abschnitt getroffenen Festlegungen.

ANMERKUNG Angaben, die für mehr als ein Gerät gelten, brauchen nicht wiederholt zu werden, z.B. das Prinzip, Einzelheiten der Konstruktion und Funktion zweier Geräte, die nach einem gemeinsamen Entwurf gebaut sind.

Anhang A enthält alle Grenzwerte für Gerätefunktions- und Prüfbedingungen nach EN ISO 8990:1996, EN 1934:1998 und EN ISO 12567. Dieser Anhang muss von den vertragschließenden Seiten während des Begutachtungsverfahrens als Kontrollliste verwendet werden, um die Übereinstimmung mit allen Anforderungen nach diesen Normen sicherzustellen.

4.2 Anforderungen an die Gerätefunktion

Es müssen die oberen und unteren Grenzwerte für folgende relevante geprüfte Eigenschaften und Prüfbedingungen, einschließlich möglicher Wechselwirkungen zwischen ihnen, festgelegt sein:

- kleinste und größte Dicke des im Gerät zu prüfenden Probekörpers;
- kleinster und größter Wärmedurchlasswiderstand des Probekörpers;
- während der Prüfungen geforderte Mindest- und Höchst-Wärmeübergangskoeffizienten;
- kleinste und größte Temperaturdifferenz über dem Probekörper;
- Maße der erwarteten Inhomogenitäten in den Probekörpern;
- Mindesttemperatur auf der Kaltseite;
- Höchsttemperatur auf der Warmseite;
- Gerätegesamtmessgenauigkeit und höchstzulässige Messabweichung der gemessenen Eigenschaft unter festgelegten ungünstigsten Bedingungen;

- Anforderungen an die Regelung der relativen Luftfeuchte auf der Kalt- und Warmseite;
- Höchstmasse eines in einem Prüfraumen anzubringenden Probekörpers.

4.3 Gerätebeschreibung

Die nachstehenden Angaben müssen dokumentiert und zur Prüfung während der Begutachtung zugänglich sein:

- Funktionsprinzip (siehe 1.5 von EN ISO 8990:1996 oder 4.1 von EN 1934:1998);
- Gerätetyp: Geregelter Heizkasten, siehe 1.5.2 von EN ISO 8990:1996, oder kalibrierter Heizkasten, siehe 1.5.3 von EN ISO 8990:1996;
- Hauptmaße des Gerätes, insbesondere Höhe und Breite des Messkastens oder der Messfläche des Wärmestrommessers in einem Heizkasten mit Wärmestrommesser, Höhe und Breite des Schutzkastens für geregelte Heizkästen;
- einfache Skizzen zur Darstellung des Geräteaufbaus mit besonderer Beachtung der Wärmezufuhr und Luftzirkulation (siehe 2.3.2 von EN ISO 8990:1996 oder 6.2.3 von EN 1934:1998), des Schutzkastens (siehe 2.4 von EN ISO 8990:1996), des Probekörperrahmens und der Dämmung der Randstirnflächen (siehe insbesondere 2.5 von EN ISO 8990:1996) und der Kammer auf der Kaltseite (siehe insbesondere 2.6 von EN ISO 8990:1996);
- Lage, Anschlüsse und Numerierung von Temperatur-Messfühlern (siehe 2.7 von EN ISO 8990:1996 oder 6.3 von EN 1934:1998);
- elektrische Bauelemente/Messgeräte und wesentliche Hilfseinrichtungen (siehe 2.7.5 und 2.8 von EN ISO 8990:1996 oder 6.3.4 und 6.4 von EN 1934:1998);
- Einzelheiten zum Datenerfassungssystem und zugehörige Rechnerprogramme für die Datenanalyse.

Zur Vermeidung von Dopplungen kann auf Handbücher von Geräteherstellern oder auf entsprechende Abschnitte von EN ISO 8990:1996 oder EN 1934:1998 verwiesen werden.

4.4 Geräteaufbau und Messabweichungsanalyse

4.4.1 Allgemeines

Unter Bezugnahme auf die in 4.2 aufgeführten Anforderungen an die Gerätefunktion müssen Einzelheiten der nachfolgend aufgeführten Konstruktionsmerkmale und die zugehörige Messabweichungsanalyse im Gerätehandbuch angegeben werden. Eine Zusammenstellung der bei der Messabweichungsanalyse zu betrachtenden Messabweichungen wird in diesem Abschnitt der Beschreibung der Dokumentation der Gerätekonstruktion vorangestellt. In den Literaturhinweisen sind weitere ergänzende Angaben zu bestimmten Messabweichungen ausgeführt. Die in diesem Abschnitt ausgeführten Angaben ergänzen auch die in EN ISO 8990:1996 oder EN 1934:1998.

ANMERKUNG In den meisten Fällen gibt es keine allgemeinen Regeln oder einfache Ausdrücke für die Bewertung von Messabweichungen. Eine genaue Messabweichungsanalyse erfordert gewöhnlich numerische Berechnungen auf der Grundlage des betrachteten spezifischen Gerätes, dennoch kann das Wissen um ihr Vorhandensein zu einer eingehenden Analyse jedes Gerätes anregen.

In Anhang B sind für einige typische Fälle grundlegende konservative Berechnungen der Messabweichung angegeben. Wenn ein Gerät genau die in diesem Abschnitt angegebenen Kennwerte oder die in Anhang B angegebenen

Konstruktionseinzelheiten besitzt, sind keine weiteren Berechnungen erforderlich, es sei denn, es werden genauere Berechnungen benötigt. Zu anderen Sachverhalten können ähnliche Berechnungen analog durchgeführt werden.

4.4.2 Quellen für Messabweichungen

4.4.2.1 Allgemeines

In einem Heizkasten-Gerät gemessene Wärmeübertragungseigenschaften sind entweder der Wärmedurchlasswiderstand des Probekörpers R_t oder der Wärmedurchgangskoeffizient U . Die Wärmeübergangswiderstände R_s auf einer der Seiten des Probekörpers (R_{si} oder R_{se}) spielen eine bedeutsame Rolle bei der Messabweichungsanalyse: der Wärmestrom Φ , ausgetauscht durch eine Oberfläche der Fläche A , berechnet sich nach:

$$\Phi = A(E h_{ro} + h_c) (T_n - T_s) = \frac{T_n - T_s}{R_s} A \quad (1)$$

T_n ist aus den Messungen von T_r und T_a nicht bekannt, es sei denn, h_{ro} und h_c sind bekannt oder T_r ist gleich T_a . Jede Ungleichmäßigkeit der Wärmeübergangskoeffizienten $E h_{ro}$ und h_c und/oder der Lufttemperatur T_a und der Temperaturen der von der betrachteten Oberfläche aus gesehenen Oberflächen ist eine Quelle für die Messunsicherheit von T_n .

ANMERKUNG 1 In [2], siehe Literaturhinweise, sind Angaben über die Berechnung der lokalen Wärmeübergangskoeffizienten $E h_{ro}$ und h_c enthalten.

ANMERKUNG 2 Die auf Gleichung (1) und die Gleichungen der Definition von R_t und U angewandte Fehlerfortpflanzungstheorie ermöglicht die Berechnung der Messabweichung von R_t oder U , wenn die Messabweichung bekannt ist, die jede der Größen beeinflusst, die in diesen Gleichungen vorkommen.

Messabweichungen können eingeteilt werden in solche, die bei der Prüfung homogener Probekörper unter idealen Bedingungen, und solche, die bei der Prüfung inhomogener Probekörper (d.h. in der Mehrzahl der Heizkastenmessungen) auftreten.

Wenn inhomogene Probekörper geprüft werden, wird die Schätzung der Messabweichungen nach denselben Richtlinien und Grundlagen durchgeführt, jedoch wird die Bewertung des seitlichen verstimmungsbedingten Wärmestroms Φ_2 , des Flankenwärmestroms Φ_4 , der Fläche A , durch die der Wärmestrom Φ_1 übertragen wird, und der Oberflächentemperaturen bei zunehmenden Inhomogenitäten zunehmend schwierig.

4.4.2.2 Messabweichungen für den geregelten Heizkasten

In Bild 1 ist für einen geregelten Heizkasten die Verknüpfung von messabweichungsbedingten Wärmeströmen einerseits und Ungleichmäßigkeiten und Verstimmungen der Temperatur und des Wärmeübergangskoeffizienten andererseits dargestellt. In Bild 1 hat der erste Index die herkömmliche Bedeutung bei Heizkasten-Verfahren (s für Oberfläche, a für Luft und r für Strahlung); der zweite und der dritte Index geben die Elemente an, die bei der betrachteten Wärmeübertragung beteiligt sind (g für den Schutzkasten, s für den Probekörper, m für die Messfläche oder die vom Schutzkasten eingeschlossene Luft, b für die Oberflächen des Messkastens). Der Index s für die Wärmedurchlasswiderstände wurde weggelassen.

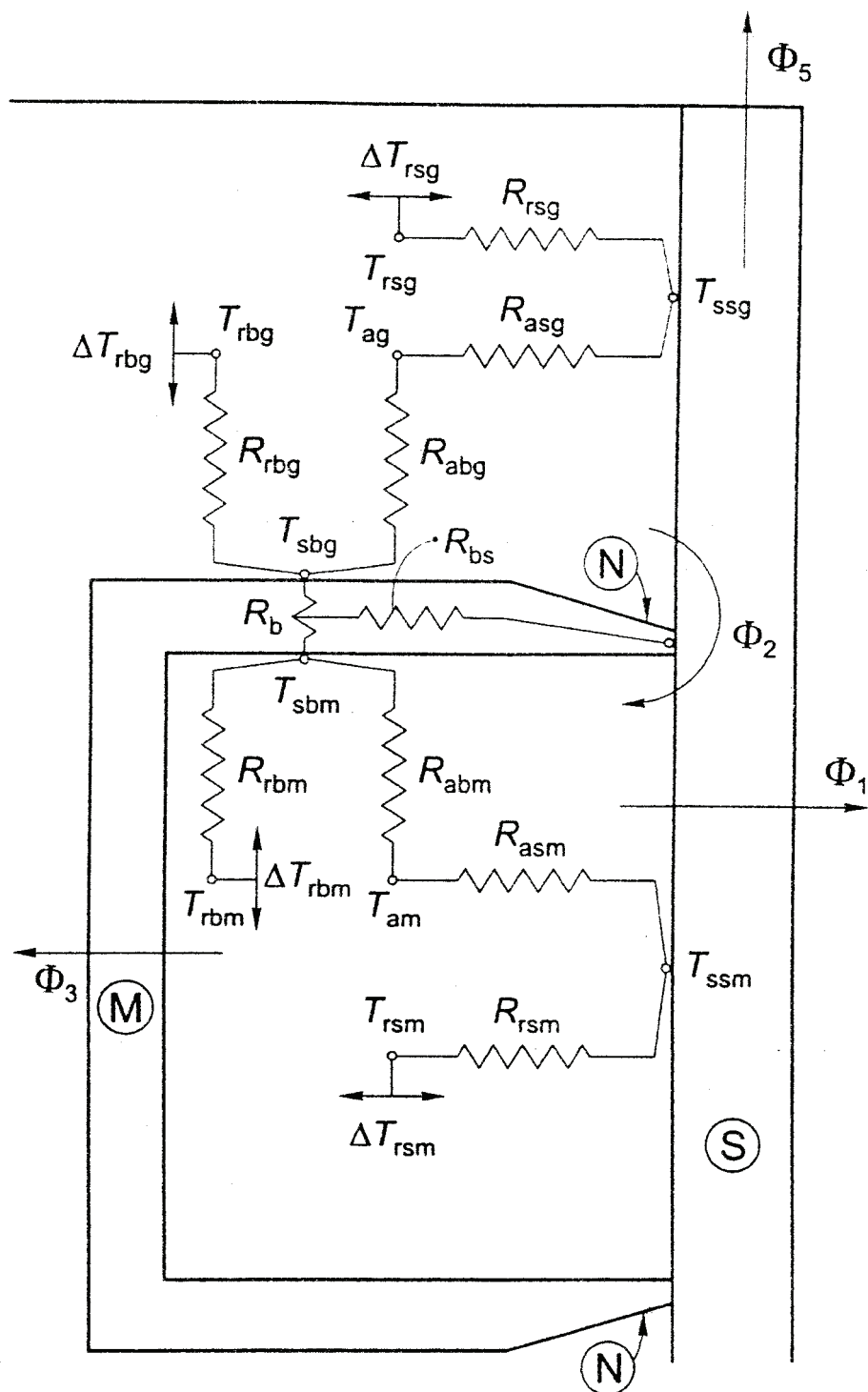
ANMERKUNG Die Bilder in EN ISO 8990:1996 beinhalten die Angaben, die für das richtige Verständnis der Messabweichung bei der Bestimmung des Flankenwärmestroms Φ_4 und des messabweichungsbedingten Wärmestroms Φ_5 an der Probekörper-Randstirnfläche erforderlich sind. Eine eingehende Erörterung über Wärmeübertragung und Messabweichungen in Heizkastengeräten ist in [2], siehe Literaturhinweise, angegeben.

Bei der Messabweichungsanalyse für den geregelten Heizkasten müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

- a) Wärmeübergangskoeffizienten:
 - Festlegung der Lufttemperatur;
 - Wirkung der kombinierten Wärmeübertragung durch Konvektion und Strahlung;
 - Gleichmäßigkeit längs der Randstirnfläche des Messkastens;
 - Vergleich von ebenen homogenen Probekörpern mit anderen Probekörpern;
 - Gleichmäßigkeit längs der Prüföffnungskante.
- b) Temperaturmessungen:
 - Bedeutung gemessener Temperaturen (Messort des Temperatur-Messfühlers);
 - Temperaturmittelung;
 - Kalibrierung des Thermoelementdrahtes (oder Kalibrierung des Temperatur-Messfühlers);
 - Messgenauigkeit der Bezugsststelle für Thermoelemente;
 - Thermoelementverbindungen und Ausgleichdrähte;
 - Messgenauigkeit bei der Bestimmung der Ausgangsgröße von Temperatur-Messfühlern (Digitalvoltmeter und Datenerfassungssysteme).
- c) Messabweichungsbedingter Wärmestrom infolge unzureichenden Schutzes Φ_5
- d) Seitlicher verstimmungsbedingter Wärmestrom Φ_2
- e) Wärmestrom Φ_3 durch die Messkastenwände:
 - Messabweichungen bei der Bestimmung des Wärmestroms durch die Messkastenwände;
 - Wärmeübertragung von den Messkastenwänden zum Probekörper über die Prüföffnungskante des Messkastens;
 - Feldverzerrung im Probekörper infolge des Kontaktes mit der Prüföffnungskante des Messkastens.
- f) Gerätegeometrie:
 - Festlegung der Messfläche;
 - Messgenauigkeit der Messfläche;
 - Messgenauigkeit bei der Bestimmung der Probekörperdicke.
- g) Eingangsleistung:
 - Leitungsverluste;
 - Messgenauigkeit des Leistungsmessers;
 - Ventilatorleistung und deren Messgenauigkeit;
 - Kühlsystem im Messkasten, Messgenauigkeit der Kühlleistung.
- h) Driften und Schwankungen:
 - Festlegung des stationären Zustandes;
 - Langzeitdriften;
 - Kurzzeitschwankungen.
- i) Feuchte-Einfluss
- k) Einfluss von Inhomogenitäten des Probekörpers:
 - Einfluss auf die Festlegung der Messfläche, wenn ein homogener Probekörper durch einen inhomogenen Probekörper ersetzt wird;
 - Einfluss von Masken (in manchen Normen, z.B. EN ISO 12567, Einfassungsplatten genannt);
 - zusätzliche Einflüsse von Inhomogenitäten.

4.4.2.3 Messabweichungen für den kalibrierten Heizkasten

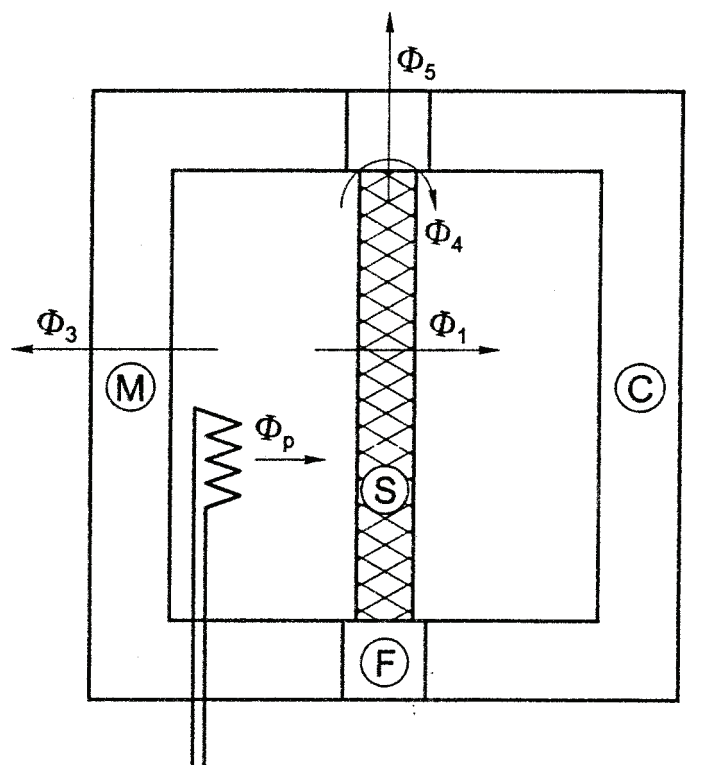
Es folgt eine Zusammenstellung der Abschnitte, die nur für den kalibrierten Heizkasten gelten. Die in a), b), e) bis k) von 4.4.2.2 beschriebenen Festlegungen gelten fast identisch sowohl für den kalibrierten Heizkasten als auch für den geregelten Heizkasten.



Legende

- M Messkasten
- N Teil mit der Prüföffnungskante
- S Probekörper

Bild 1 – Wärmeübertragung durch Konvektion und Strahlung in der Warmseite eines geregelten Heizkastens



Legende

- M Messkasten
- C Kaltkasten
- S Probekörper
- F Einfassungsplatte

Bild 2 – Kalibrierter Heizkasten

ANMERKUNG Die Anordnung eines Heizkastens mit einem Wärmestrommesser ist in Bild 2 angegeben, aus EN ISO 8990:1996.

- a) Messabweichung bei der Bestimmung des Flankenwärmestroms Φ_4
- b) Messabweichungsbedingter Wärmestrom infolge unzureichender Rahmendämmung Φ_5 (wird gewöhnlich gemeinsam mit a) von 4.4.2.3 erfasst, siehe auch c) von 4.4.2.2).

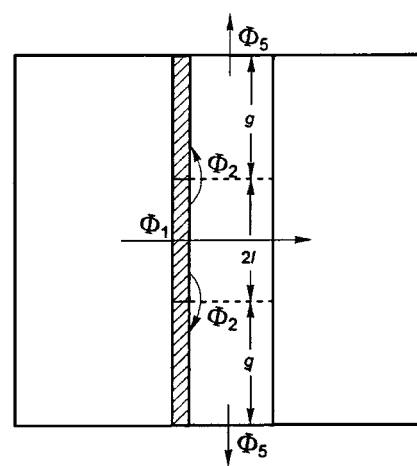
- Messunsicherheit des verstimmungsbedingten Wärmestroms;
- zusätzliche Messunsicherheit in der Kalibrierung bei Prüfung inhomogener Probekörper;
- zusätzliche Messunsicherheit des verstimmungsbedingten Wärmestroms (für inhomogene Probekörper).

4.4.2.4 Messabweichungen in einem Heizkasten mit Wärmestrommesser

Es folgt eine Zusammenstellung der Abschnitte, die nur zum Heizkasten mit einem Wärmestrommesser gehören. Die in a) bis c), f) und h) bis k) von 4.4.2.2 beschriebenen Festlegungen gelten fast identisch sowohl für den Heizkasten mit Wärmestrommesser als auch für den geregelten Heizkasten.

ANMERKUNG Die Anordnung eines Heizkastens mit einem Wärmestrommesser ist in Bild 3 angegeben, aus EN 1934:1998.

- a) Seitlicher verstimmungsbedingter Wärmestrom Φ_2
Der seitliche verstimmungsbedingte Wärmestrom Φ_2 beeinflusst den Wärmestrommesser, und diese Messabweichung ist in b) von 4.4.2.4 einbezogen.
- b) Wärmestromdichte, gemessen mit dem Wärmestrommesser:
 - Kalibriergenauigkeit des Wärmestrommessers;
 - Ablesegenauigkeit der Ausgangsgröße des Wärmestrommessers;
 - Messabweichung infolge eines verstimmungsbedingten Wärmestroms;



Der gestrichelte Abschnitt stellt den Wärmestrommesser dar, wobei $2l$ die Höhe der Messfläche und g die des Schutzringes ist.

Bild 3 – Heizkasten mit Wärmestrommessplatten-Gerät