

DIN EN 442-2

ICS 91.140.10

Ersatz für
DIN EN 442-2:2003-12**Radiatoren und Konvektoren –
Teil 2: Prüfverfahren und Leistungsangabe;
Deutsche Fassung EN 442-2:2014**

Radiators and convectors –
Part 2: Test methods and rating;
German version EN 442-2:2014

Radiateurs et convecteurs –
Partie 2: Méthodes d'essai et d'évaluation;
Version allemande EN 442-2:2014

Gesamtumfang 80 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 442-2:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 130 „Raumheizeinrichtungen ohne eingebaute Wärmequelle“, dessen Sekretariat vom UNI (Italien) gehalten wird, erarbeitet.

Der NA 041-01-69-14 AK „Raumheizkörper (SpA CEN/TC 130/WG 10 + WG 11)“ des DIN-Normenausschusses Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) war an der Erarbeitung dieser Norm beteiligt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 442-2:2003-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) einige neue Definitionen wurden hinzugefügt;
- b) der gerade oder gekrümmte Handtuch- oder Badheizkörper wurde aufgenommen;
- c) verschiedene Oberflächenbehandlungen wurden aufgenommen;
- d) ein neuer normativer Anhang J „Kalibrierungsverfahren“ wurde hinzugefügt;
- e) ein neuer normativer Anhang K „Verfahren zur Prüfung der Vorbehandlung und Lackierung“ wurde hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN 4701: 1944-08
DIN 4703: 1944-04
DIN 4703-1: 1961-07, 1977-04, 1988-09
DIN 4703-2: 1967-01, 1977-04
DIN 4720: 1936-07, 1961-01, 1976-02, 1979-06
DIN 4722: 1938-06, 1961-01, 1976-02, 1978-07
DIN 4704-1: 1971-10, 1976-08, 1988-09
DIN 4704-2: 1971-10, 1976-08, 1988-09
DIN 4704-3: 1976-08
DIN EN 442-2: 1997-02, 2003-12
DIN EN 442-2/A1: 2000-09

Deutsche Fassung

Radiatoren und Konvektoren —
Teil 2: Prüfverfahren und Leistungsangabe

Radiators and convectors —
Part 2: Test methods and rating

Radiateurs et convecteurs —
Partie 2: Méthodes d'essai et d'évaluation

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. Oktober 2014 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, 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, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole und Maßeinheiten.....	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole und Maßeinheiten	11
4 Auswahl der zu prüfenden Heizkörper	12
4.1 Einteilung.....	12
4.2 Auswahl der zu prüfenden Modelle zum Bestimmen der Wärmeleistung einer Modellreihe	12
4.2.1 Auswahl der zu prüfenden Modelle, wenn das veränderliche, charakteristische Maß nur die Bauhöhe ist und der Querschnitt des veränderlichen Teils konstant ist.	12
4.2.2 Auswahl der zu prüfenden Modelle, wenn das veränderliche, charakteristische Maß für die Modellreihe ein anderes als die Bauhöhe ist.....	13
4.3 Vorlage und Identifizierung der Prüflinge	14
4.4 Ergänzungsprüfung.....	18
5 Laborausrüstung und Prüfverfahren	18
5.1 Kurzbeschreibung	18
5.2 Prüfeinrichtung	18
5.2.1 Prüfsystem	18
5.2.2 Referenz-Prüfstand.....	18
5.2.3 Master-Radiatoren	21
5.2.4 Überprüfung der Wiederholpräzision und Vergleichpräzision von Prüfständen.....	25
5.2.5 Genauigkeit von Messgeräten und Prüfeinrichtungen	30
5.2.6 Kalibrierung der Messgeräte	31
5.3 Vorbereitung zur Prüfung der Wärmeleistung.....	31
5.4 Prüfverfahren	32
5.4.1 Allgemeines.....	32
5.4.2 Wiegeverfahren	32
5.4.3 Elektrisches Verfahren	32
5.4.4 Messungen und Berechnungen	32
5.4.5 Bestimmung der Kennlinie	36
5.5 Vorlage der Ergebnisse.....	37
5.5.1 Norm-Wärmeleistung eines Modells.....	37
5.5.2 Ermittlung der Katalogleistungen einer Modellreihe bei veränderlichem Wasserstrom	38
6 Prüfbericht.....	38
Anhang A (normativ) Maßprüfung der Master-Radiatoren	40
Anhang B (informativ) Bestimmung des Druckabfalls	46
B.1 Einleitung.....	46
B.2 Gleichung zur Bestimmung des Druckabfalls einer Modellreihe	47
B.2.1 Allgemeines	47
B.2.2 Kennlinie zur Bestimmung des Druckabfalls eines Modells.....	47
B.3 Prüfverfahren	47
B.3.1 Messwasserversorgung.....	47
B.3.2 Druckmessanschlüsse	48

B.4	Prüfverfahren - Aufbau	48
B.5	Differenzdruckmessungen mit einem umgekehrten U-Rohr-Manometer	48
B.5.1	Messtechnik	48
B.5.2	Wirkung der Oberflächenspannung	48
B.5.3	Undichtigkeit	48
B.5.4	Lufteinschlüsse in Verbindungsleitungen	49
B.5.5	Verstopfte Druckbohrungen	49
B.5.6	Höhe der Vor- und Rücklaufanschlüsse	49
B.5.7	Dämpfung (Drosselung) übermäßiger Bewegung (Schwingung) der Flüssigkeit im umgekehrten U-Rohr-Manometer	49
Anhang C (normativ)	Regression der kleinsten Quadrate für ein Modell	53
Anhang D (normativ)	Analyse der Prüfergebnisse durch das Verfahren der kleinsten Quadrate der multiplen Regression	54
Anhang E (normativ)	Muster des Prüfberichts	56
Anhang F (informativ)	Geräte und Verfahren zum Überprüfen der Einrichtung zum Messen des kalorischen Mittelwerts der Temperaturen	60
Anhang G (informativ)	Beispiele für typische Heizkörper nach Tabelle 4	62
Anhang H (normativ)	Bestimmung der Φ_M -Werte der Master-Radiatoren (erster Satz)	71
Anhang I (normativ)	Rückverfolgbarkeit der Ermittlung der Wärmeleistung von Heizkörpern und Konvektoren	72
I.1	Allgemeines	72
I.2	Rückverfolgbarkeit der Wärmeleistung	72
I.2.1	Referenzprüfstände	72
I.2.2	Anerkannte Prüfstände	73
I.3	Umgang mit den Master-Radiatoren	73
Anhang J (normativ)	Kalibrierungsverfahren	74
J.1	Allgemeines	74
J.2	Organisatorischer Ablauf der Ringprüfung (RRT)	74
J.3	Prüfverfahren und Vorlage der Ergebnisse	75
J.4	Analyse und Bewertung der Prüfung	75
Anhang K (normativ)	Verfahren zur Prüfung der Vorbehandlung und Lackierung	77
Literaturhinweise		78

Vorwort

Dieses Dokument (EN 442-2:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 130 „Raumheizeinrichtungen ohne eingebaute Wärmequelle“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2015 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2015 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 442-2:1996.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Die wichtigsten Änderungen dieser neuen Ausgabe der EN 442-2 sind die folgenden:

- einige neue Definitionen wurden hinzugefügt;
- der gerade oder gekrümmte Handtuch- oder Badheizkörper wurden aufgenommen;
- verschiedene Oberflächenbehandlungen wurden aufgenommen;
- ein neuer normativer Anhang J „Kalibrierungsverfahren“ wurde hinzugefügt;
- ein neuer normativer Anhang K „Verfahren zur Prüfung der Vorbehandlung und Lackierung“ wurde hinzugefügt.

Diese Europäische Norm resultiert aus dem Ergebnis des Projekts SMT4-CT97-2127, gefördert von der Europäischen Kommission DGXII-RDT.

Diese Europäische Norm zu Heizkörpern und Konvektoren besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Technische Spezifikationen und Anforderungen;*
- *Teil 2: Prüfverfahren und Leistungsangabe (vorliegendes Dokument)*

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, 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, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Europäische Norm beruht auf der Erkenntnis, dass die Wärmeleistung als Grundlage für den Handel mit Heizkörpern und Konvektoren dient, die in den nachstehenden Anwendungsbereich fallen.

Für die Bewertung und den Vergleich verschiedener Heizgeräte ist es deshalb notwendig, sich auf einen einzelnen festgelegten Wert zu beziehen, der nachstehend als Norm-Wärmeleistung bezeichnet wird.

Für Niedertemperatur-Systeme wird zusätzlich eine Norm-Niedertemperatur-Wärmeleistung angegeben.

Die Norm-Wärmeleistungen (Norm-Wärmeleistung und Norm-Niedertemperatur-Wärmeleistung) sind definierte Werte aus der Kennlinie.

Für die in dieser Europäischen Norm definierten Norm-Wärmeleistungen gelten folgende Voraussetzungen:

- Auswahl von repräsentativen Betriebsbedingungen unter denen die tatsächliche Wärmeleistung des Produkts angegeben wird;
- Reproduzierbarkeit der Werte innerhalb der durch diese Europäische Norm definierten Abweichungen und unter Berücksichtigung des Standes der Messtechnik;
- Repräsentativität der Wärmeleistungen, die unter gleichen Prüfbedingungen bei jedem aus der laufenden Fertigung entnommenen, identischen Heizkörper bzw. Konvektor erzielt werden (innerhalb der in dieser Europäischen Norm definierten Abweichungen und unter Berücksichtigung des Standes der Messtechnik und der Herstellungsverfahren).

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Verfahren zur Bestimmung der Norm-Wärmeleistungen und anderer Merkmale von Heizkörpern und Konvektoren für den dauerhaften Einbau in Bauwerken zum Betrieb mit Wasser oder Dampf unter 120 °C aus einer externen Wärmequelle fest.

Diese Europäische Norm bestimmt die von den Prüflaboren zu treffenden Vorkehrungen und die anzuwendenden Prüfverfahren und legt außerdem die zulässigen Abweichungen, die Kriterien für die Auswahl der Prüflinge und den Nachweis der Übereinstimmung der Werte aus der laufenden Fertigung mit den Ergebnissen des Prüflings aus der Erstprüfung fest.

Diese Europäische Norm legt auch die zusätzlichen einheitlichen Angaben fest, die der Hersteller mit dem Produkt zur Verfügung stellen muss, um die richtige Verwendung der Produkte sicherzustellen.

Diese Norm gilt nicht für gebläseunterstützte Heizkörper, gebläseunterstützte Konvektoren und Unterflurkonvektoren und für selbstständige Heizkörper.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 10088-1, *Nichtrostende Stähle — Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle*

EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025)*

ISO 16269-7, *Statistical interpretation of data — Part 7: Median — Estimation and confidence intervals*

3 Begriffe, Symbole und Maßeinheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Heizkörper

Einrichtung zur Wärmeübertragung, um bestimmte Temperaturbedingungen im Inneren von Gebäuden zu erreichen

3.1.2

selbstständiger Heizkörper

unabhängiger Heizkörper, der nicht an eine getrennte Wärmequelle (z. B. Heizkessel) angeschlossen zu sein braucht, da er eine eigene Wärmequelle enthält (z. B. Geräte mit Gasfeuerung, Elektrogeräte, Wärmepumpen)

3.1.3

Radiator

Heizkörper, der Wärme durch freie Konvektion und Strahlung abgibt und aus verschiedenen Werkstoffen (z. B. Stahl, Aluminium, Gusseisen) und in verschiedenen Ausführungen hergestellt (z. B. Platten, Säulen-, Rohr- oder Rippenrohrbauart) sein kann.

3.1.4

Gliederheizkörper (gilt vor allem für Radiatoren)

Heizkörper, der in Form von Gliedern identischer Ausführung gefertigt und in dieser Form vertrieben wird und dessen Glieder zum Erreichen der gewünschten Wärmeleistung zu modularen Einheiten zusammengesetzt werden können.

3.1.5

Heizkörper für freie Konvektion

Heizkörper ohne Gebläse oder ähnliche Einrichtung zum Verstärken eines Luftstroms über die wärmeabgebende Fläche

3.1.6

Konvektor

Heizkörper, der Wärme fast ausschließlich durch freie Konvektion abgibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Konvektor enthält mindestens eine wärmeabgebende Fläche und ein Gehäuse, das einen unbeheizten Konvektionsschacht von festgelegter Höhe bildet.

3.1.7

Sockelkonvektor

Konvektor mit begrenzter Höhe, der am Fuß einer Innenwand verläuft

3.1.8

Höhe des unbeheizten Konvektionsschachts

senkrechter Abstand zwischen der untersten Kante des Konvektors und der unteren Kante des Luftauslasses

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies gilt nur für Konvektoren, da dieses Maß deren Wärmeleistung maßgeblich beeinflusst.

3.1.9

nasse Heizfläche; Primärheizfläche

Teil der wärmeabgebenden Fläche, der ständig vom Heizmittel (Wasser oder Dampf) berührt wird

3.1.10

trockene Heizfläche; Sekundärheizfläche

Teil der wärmeabgebenden Fläche, der nur von Luft berührt wird (z. B. Rippen, die von der nassen Heizfläche ausgehen)

3.1.11

Modellfamilie von Heizkörpern

Gruppe von Heizkörpern ähnlicher Bauart und Ausführung aus gleichem Werkstoff, mit gleicher Lage der Heizmittelanschlüsse und gleicher Ausführung anderer, entsprechender Einzelheiten, die die Strömung des Heizmittels im Heizkörper besonders beeinflussen

3.1.12

Modellreihe von Heizkörpern/Konvektoren

Gruppe von Heizkörpern gleicher Bauart, deren Querschnitt gleich bleibt, während Höhe oder Länge sich ändern oder bei denen nur ein charakteristisches Maß der trockenen Heizfläche einer systematischen Änderung unterliegt, vorausgesetzt, dass sie wasserseitig keinen Einfluss hat (z. B. die Höhe der Konvektionsbleche an Plattenheizkörpern)

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Berechnung nach Anhang D werden mindestens drei Heizkörper benötigt.

3.1.13

Modell

Heizkörper einer bestimmten Höhe, Länge und Tiefe innerhalb einer Modellreihe

3.1.14

Bauhöhenbereich

Bereich zwischen der Bauhöhe des größten und des kleinsten Modells einer Modellreihe

3.1.15

Heizkörpermodul

Bezugslänge des kleinsten, verwendbaren Heizkörperbauteils eines Heizkörpers

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Modul stimmt überein mit:

- dem Glied bei Gliederheizkörpern;
- einer Länge von 1 m bei Heizkörpern ohne Glieder;
- eine Rippenlänge von 1 m bei Rippenrohrkonvektoren.

3.1.16

Prüfling

repräsentativer Heizkörper zum Bestimmen einer oder mehrerer Leistungseigenschaften

3.1.17

Vorlauftemperatur

kalorischer Mittelwert der Temperaturen des Wassers beim Eintritt in den Heizkörper

3.1.18

Rücklauftemperatur

kalorischer Mittelwert der Temperaturen des Wassers beim Verlassen des Heizkörpers

3.1.19

Temperaturunterschied

Differenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur

3.1.20

mittlere Wassertemperatur

arithmetisches Mittel zwischen Vor- und Rücklauftemperatur

3.1.21

Bezugs-Lufttemperatur

Temperatur der Raumluft, die auf einer Senkrechten in der Mitte der Prüfkabine, 0,75 m über der Ebene des Fußbodens gemessen wird

3.1.22

Übertemperatur

Differenz zwischen der mittleren Wassertemperatur und der Bezugs-Lufttemperatur

3.1.23

Norm-Übertemperatur

unter Normbedingungen ermittelte Übertemperatur von 50 K

Anmerkung 1 zum Begriff: Vorlauftemperatur von 75 °C, Rücklauftemperatur von 65 °C und Bezugs-Lufttemperatur von 20 °C.

3.1.24

Norm-Übertemperatur bei niedrigeren Systemtemperaturen

Übertemperatur von 30 K bei Norm-Wasserstrom

3.1.25

Luftdruck

am Prüfort gemessene Luftdruck

3.1.26

Norm-Luftdruck

101,325 kPa (1,013 25 bar)

3.1.27

Wasserstrom

je Zeiteinheit durch den Heizkörper strömende Wassermenge

3.1.28

Norm-Wasserstrom

Wasserstrom unter Norm-Prüfbedingungen

3.1.29

Norm-Nennwärmeleistung

definierte Wärmeleistung eines Heizkörpers bei einer Übertemperatur von 50 K

3.1.30

Norm-Niedertemperatur-Wärmeleistung

definierte Wärmeleistung eines Heizkörpers bei einer Übertemperatur von 30 K

3.1.31

Kennlinie

Potenzfunktion mit einem bestimmten Exponenten zur Darstellung der Wärmeleistung als Funktion der Übertemperatur bei konstantem Wasserstrom

3.1.32

Norm-Kennlinie

für den Norm-Wasserstrom gültige charakteristische Kennlinie, aus der sich die Norm-Wärmeleistung für die Norm-Übertemperatur von 50 K ergibt

3.1.33

Regressionsgleichung einer Modellreihe

Gleichung zur Ermittlung der Norm-Wärmeleistungen und der Kennlinien-Hochzahl aller Modelle einer Modellreihe als Funktion eines charakteristischen Maßes

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Regressionsgleichung zur Ermittlung der Wärmeleistung ist eine Potenzfunktion, deren Kennlinien-Hochzahl linear vom charakteristischen Maß abhängt.

3.1.34

Norm-Wärmeleistung des Moduls

Norm-Wärmeleistung eines Modells, entweder geteilt durch die Zahl der Glieder oder durch die Länge in Meter

3.1.35

Prüfdruck

relativer Druck, dem der Heizkörper im Verlauf der Fertigung unterzogen wird (d. h. Werksprüfdruck)

3.1.36

maximal zulässiger Betriebsdruck

MOP

höchster Systemdruck, dem der Heizkörper nach Angabe des Herstellers ausgesetzt werden und als druckfest erklärt werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Der maximal zulässige Betriebsdruck wird in [kPa] ausgedrückt.

3.1.37

maximal zulässige Betriebstemperatur

höchste vom Hersteller zugelassene Vorlauftemperatur

3.1.38

Prüfstand

Verbindung von:

- Prüfkabine und anderen zugehörigen Teilen, und
- Messgeräte und zugehöriger Ausrüstung

3.1.39

Prüfsystem

Verbindung von:

- Prüfstand, und
- Master-Radiatoren

3.1.40

Prüfsystem-Ring

Gruppe von Prüfsystemen, die vereinbart haben, den Festlegungen und Verfahren dieser Europäischen Norm und dem regelmäßigen Vergleich der Prüfergebnisse nachzukommen

3.1.41

Wiederholpräzision eines Prüfstands

Fähigkeit eines Prüfsystems, an ein und demselben Master-Radiator Prüfergebnisse innerhalb der Grenزابweichungen nach dieser Europäischen Norm zu liefern

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe 5.2.4

3.1.42

Vergleichpräzision eines Prüfstands

Fähigkeit verschiedener Prüfstände, an einem gegebenen Satz von Master-Radiatoren Prüfergebnisse innerhalb der zulässigen Grenزابweichungen nach dieser Europäischen Norm zu liefern

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe 5.2.4

3.1.43

Druckabfall

Druckdifferenz zwischen Wasserein- und -austritt des Heizkörpers

3.1.44

Norm-Druckabfall

Druckdifferenz zwischen Wasserein- und -austritt des Heizkörpers beim Norm-Wasserstrom

3.1.45

Ergänzungsprüfung

Prüfung zum Feststellen des Einflusses von geringen technischen Änderungen auf die Wärmeleistung von Heizkörpern, die bereits geprüft wurden

3.1.46

Strahlungsanteil der Wärmeleistung

S_k
angenommenes Verhältnis zwischen dem Strahlungsanteil der Wärmeleistung und der gesamten Wärmeleistung des Heizkörpers, welches nur zum Zweck der Luftdruckkorrektur gilt

3.1.47

Exponent

n_p
Exponent für die Luftdruckkorrektur der gemessenen Wärmeleistung des Heizkörpers

3.1.48

Emissionsgrad

Verhältnis der von einem bestimmten Werkstoff abgestrahlten Energie zur abgestrahlten Energie eines schwarzen Körpers bei gleicher Temperatur

3.1.49

Master-Radiator

Prüfling für die Kalibrierung von Prüfständen

Anmerkung 1 zum Begriff: Master-Radiatoren werden zum Bestimmen der Wiederhol- und Vergleichpräzision der Ergebnisse der Prüfstände verwendet (siehe 5.2.3)

3.2 Symbole und Maßeinheiten

Tabelle 1 — Symbole, Größen und Maßeinheiten

Größe	Symbol	Einheit
Wärmeleistung	Φ	W
Norm-Wärmeleistung	Φ_S	W
Norm-Wärmeleistung des Moduls	Φ_L	W
Bezugswert eines Master-Radiators	Φ_0	W
Bezugswert eines ersten Satzes eines Master-Radiators für Vergleiche unter den Prüfstellen	Φ_M	W
Wärmeverluste beim elektrischen Verfahren	Φ_V	W
Elektrische Leistung	P_{el}	W
Thermodynamische Temperatur	T	K
Temperatur	t	°C
Vorlauftemperatur	t_1	°C
Rücklauftemperatur	t_2	°C
Temperaturunterschied	$t_1 - t_2$	K
Mittlere Wassertemperatur	t_m	°C
Bezugs-Lufttemperatur	t_r	°C
Übertemperatur	ΔT	K
Spezifische Wärmekapazität	c_p	J/kg·K
Spezifische Enthalpie	h	J/kg
Enthalpie im Vorlauf	h_1	J/kg
Enthalpie im Rücklauf	h_2	J/kg
Wasserstrom	q_m	kg/s
Norm-Wasserstrom	q_{ms}	kg/s
Druck	p	kPa
maximal zulässiger Betriebsdruck/Druckfestigkeit	p_{max}	kPa
Druckabfall	Δp	kPa
Grenzabweichung der Wiederholpräzision	S_0	–
Grenzabweichung der Vergleichpräzision	S_m	–
Gesamthöhe des Heizkörpers	H	m
Bauhöhenbereich	H_r	m
Gesamtlänge des Heizkörpers	L	m
Länge eines Glieds eines Heizkörpers	L_S	m
Anzahl der Glieder eines Heizkörpers	N_S	–
Wärmedurchlasswiderstand	R	m ² ·K/W
Zeitspanne	τ	s
Strahlungsanteil der Wärmeleistung	S_k	–
Emissionsgrad	ε	–

4 Auswahl der zu prüfenden Heizkörper

4.1 Einteilung

4.1.1 Heizkörper sind nach den Definitionen dieser Europäischen Norm in Modellfamilien und Modellreihen einzuteilen. Eine Modellfamilie kann verschiedene Modellreihen enthalten.

4.1.2 Zur Bestimmung der Katalogleistungen ist eine Modellfamilie in eine Anzahl einzelner Modellreihen aufzuteilen (eine Modellfamilie von Heizkörpern darf zum Beispiel ein- oder zweilagig und mit oder ohne Konvektionsblech ausgeführt sein, wenn die gleichen Grundkomponenten verwendet werden).

4.1.3 Die Wärmeleistung jedes Modells darf bei der Norm-Übertemperatur nicht mehr als 3 500 W und die kleinste Wärmeleistung des gewählten Modells nicht weniger als 200 W betragen.

Auf Anfrage des Herstellers kann eine geringere Wärmeleistung geprüft werden. Die Abweichung von den oben genannten Anforderungen muss im Prüfbericht vermerkt sein.

4.2 Auswahl der zu prüfenden Modelle zum Bestimmen der Wärmeleistung einer Modellreihe

4.2.1 Auswahl der zu prüfenden Modelle, wenn das veränderliche, charakteristische Maß nur die Bauhöhe ist und der Querschnitt des veränderlichen Teils konstant ist.

4.2.1.1 Wenn eine Modellreihe nur Bauhöhen von 300 mm oder mehr enthält, sind die zu prüfenden Modelle dieser Modellreihe nach 4.2.1.2, 4.2.1.3, 4.2.1.4 und 4.2.1.5 auszuwählen.

Enthält die Modellreihe auch Bauhöhen unter 300 mm, ist die kleinste Bauhöhe unter 300 mm zusätzlich zu prüfen.

Bei einer Modellreihe, deren Bauhöhen alle unter 300 mm liegen, sind nur die kleinste und die größte Bauhöhe zu prüfen.

4.2.1.2 Die Mindestanzahl der innerhalb einer Modellreihe zu prüfenden Modelle wird durch den Bauhöhenbereich bestimmt, wie in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 — Mindestanzahl der zu prüfenden Modelle

Bauhöhenbereich (m) $H_r = H_{\max} - H_{\min}$	Anzahl der zu prüfenden Modelle
≤ 1 m	3
> 1 m	4

4.2.1.3 Die minimale Länge bzw. berippte Länge der zu prüfenden Modelle muss 1 m bzw. die zu 1 m nächstgelegene Gesamtlänge sein. Bei Sockelkonvektoren muss nur die Länge des berippten Abschnitts die zu 3 m nächstgelegene Gesamtlänge sein. Bei Heizkörpern mit mehreren Gliedern mit einer Höhe $H \leq 1$ m, muss die Zahl der Glieder wenigstens 10 oder die Mindestlänge 0,8 m betragen. Bei Heizkörpern mit mehreren Gliedern mit einer Höhe von mehr als 1 m muss die Mindestlänge 0,45 m betragen.

Für Handtuchheizungen siehe 4.2.2.

4.2.1.4 Im Fall von $H_r \leq 1$ m sind drei Modelle zu prüfen; mit der kleinsten und größten Höhe des Bauhöhenbereichs und einer dazwischenliegenden Höhe H_{int} , wobei

$$H_{\text{int}} = H_{\text{max}} - \frac{1}{2} \times H_r$$

bzw. gleich der nächstgrößeren Bauhöhe ist.

Dabei ist

H_{max} die größte Bauhöhe der Modellreihe.

4.2.1.5 Im Fall von $1 \text{ m} < H_r \leq 2,5 \text{ m}$ sind vier Modelle zu prüfen; mit der kleinsten und größten Höhe des Bauhöhenbereichs und zwei dazwischenliegenden Höhen H_{int1} und H_{int2} , wobei diese Höhen gleich

$$H_{\text{int1}} = H_{\text{max}} - \frac{1}{3} \times H_r$$

und

$$H_{\text{int2}} = H_{\text{max}} - \frac{2}{3} \times H_r$$

bzw. gleich den nächstmöglichen Bauhöhen sind.

4.2.2 Auswahl der zu prüfenden Modelle, wenn das veränderliche, charakteristische Maß für die Modellreihe ein anderes als die Bauhöhe ist.

4.2.2.1 Allgemeine Grundsätze

Es sind mindestens drei Modelle gleicher Bauhöhe zu prüfen, das mit dem kleinsten, einem mittleren und dem größten Wert des entsprechenden charakteristischen Maßes (siehe 4.2.1.4).

Zur Bestimmung der Kennlinie der Modellreihe sind die gemessenen Werte zu verwenden.

Damit die Gleichung gültig ist, müssen sämtliche gemessenen Wärmeleistungen innerhalb von $\pm 2 \%$ nach der Voraussage anhand der Gleichung liegen.

Falls irgendein Wert außerhalb dieses Bereichs liegt, ist die Modellreihe zu teilen und für jede Teilmenge eine neue Gleichung herzuleiten.

4.2.2.2 Auswahl der zu prüfenden Modelle, wenn eine Modellreihe Modelle mit waagerechter Parallelströmung enthält.

Dieses Verfahren gilt für Röhrenheizkörper nach Bild G.3, die als „Handtuch- oder Bad-Heizkörper“ eingestuft werden.

Wenn eine Modellreihe Modelle mit waagerechter Parallelströmung enthält, die unterschiedliche Höhen und Längen aufweisen, sind die Modelle mit L_{min} bzw. L_{max} zu prüfen. Wenn mehr als drei Höhen vorhanden sind, ist die Wärmeleistung für sämtliche Heizkörper mit L_{min} bzw. L_{max} unter Verwendung der entsprechenden Kennlinie zu bestimmen. Bei Modellen, deren Längen zwischen L_{min} und L_{max} liegen, ist die Wärmeleistung für jede Höhe durch lineare Interpolation zu bestimmen. Das angewendete Verfahren muss im Prüfbericht vermerkt werden.

4.2.2.3 Gerade oder bogenförmige Handtuch- oder Bad-Heizkörper

Für „Handtuch- und Bad-Heizkörpern“ mit ähnlichen Außenmaßen (Höhe, Länge, Außendurchmesser der Rohre) und unterschiedlicher Gestalt des waagerechten Rohrs (gerade oder bogenförmig) gilt:

Wenn durch mindestens 2 Prüfungen nachgewiesen wurde, dass die Differenz zwischen der Wärmeleistung des Modells mit geraden Rohren und dem Modell mit bogenförmigen Rohren innerhalb von $\pm 4,0 \%$ liegt, dann kann davon ausgegangen werden, dass die Katalogangaben der Modelle mit bogenförmigen Rohren denen der äquivalenten Modelle mit geraden Rohren entsprechen.

Falls die Differenz $\pm 4,0 \%$ überschreitet, werden die Modelle als unterschiedliche Modellreihen eingestuft und entsprechend für jegliche spezifische äußere Form geprüft.

4.2.2.4 Wasserkreislauf der Handtuch- und Badheizkörper

Wenn bei „Handtuch- und Bad-Heizkörpern“ mit denselben Außenmaßen (Höhe, Länge, Tiefe und Außendurchmesser des Rohrs) aber unterschiedlichem innerem Kreislauf des Warmwassers durch mindestens 2 Prüfungen nachgewiesen wurde, dass die Differenz zwischen der Wärmeleistung der Modelle mit unterschiedlichem innerem Kreislauf innerhalb von $\pm 4,0 \%$ liegt, dann kann davon ausgegangen werden, dass die Katalogangaben aller Modelle gleich sind. Falls die Differenz $\pm 4,0 \%$ überschreitet, werden die Modelle als unterschiedliche Modellreihen eingestuft und entsprechend für jeglichen spezifischen inneren Wasserkreislauf geprüft.

4.2.2.5 Unterschiedliche Oberflächenbehandlungen (verchromt, poliert usw.)

Modelle mit denselben Außenmaßen (Höhe, Länge, Tiefe und Außendurchmesser des Rohrs) aber unterschiedlicher Oberflächenbehandlung (d. h. lackiert, verchromt oder mechanisch poliert) sind folgendermaßen zu prüfen:

- a) Lackierte und verchromte Modelle sind nach 4.2, zu prüfen;
- b) Bei Modellen mit anderen Oberflächenbehandlungen (z. B. mit satiniert oder polierter Oberfläche) ist die Mindestanzahl der Prüflinge folgendermaßen festzulegen:
 - 1) bei jeder anderen Modellreihe sind zwei Modelle, und zwar die (gleichen) Modelle, die an den lackierten Modellen die minimale und maximale Wärmeleistung ergaben, nur zu prüfen, um den Reduktionskoeffizienten zu bestimmen;
 - 2) die Wärmeleistung aller Modelle ist unter Verwendung des Reduktionskoeffizienten zu berechnen, der unter Punkt 1) bestimmt wurde.

4.2.2.6 Einfluss des Wasserstroms auf die Wärmeleistung

Auf Anfrage der Hersteller ist der Einfluss des Wasserstroms auf die Wärmeleistung zu verifizieren.

In diesem Fall müssen zusätzliche Merkmale bei halbem und doppeltem Norm-Massenstrom geprüft werden.

4.3 Vorlage und Identifizierung der Prüflinge

4.3.1 Beim Antrag auf Erstprüfung einer Modellfamilie von Heizkörpern oder einer Modellreihe aus einer Modellfamilie müssen die Prüflinge und die Zeichnungen des Heizkörpers dem Prüflabor vorgelegt werden.

Die Zeichnungen der Heizkörper sind vom Hersteller einzureichen.

4.3.2 Die Zeichnungen des Heizkörpers müssen enthalten:

- alle Maße und Merkmale, die die Wärmeabgabe beeinflussen, einschließlich der Einzelheiten von Schweißungen und anderen Verbindungsverfahren;
- die Werkstoffangaben und die Nennwanddicken mit den Grenzabmaßen von allen mit Wasser durchströmten oder trockenen Heizflächen sowie die Art der Lackierung.
- die Zeichnungsnummer und das Datum der Überarbeitung zur Identifizierung.

4.3.3 Vor Durchführung der Wärmeleistungsprüfung muss das Prüflabor den Heizkörper nach der Zeichnung identifizieren und muss feststellen, dass der Prüfling mit der Zeichnung in folgenden Punkten übereinstimmt:

- Grenzabmaße nach Tabelle 3;
- Grenzabmaße für Wanddicken der Konvektionsflächen nach den Zeichnungen des Heizkörpers.

Das Prüflabor muss auch das Gewicht und den Wasserinhalt der Prüflinge messen. Die entsprechenden Werte sind im Prüfbericht anzugeben.

Die zu prüfenden Modelle sind entsprechend den Festlegungen in 4.2 auszuwählen.

4.3.4 Prüflinge von Heizkörpern, die bereits in der Fertigung sind, müssen vom Prüflabor oder von seinem Beauftragten aus der laufenden Fertigung oder aus dem Herstellerlager entnommen werden.

Prüflinge von Heizkörperprototypen sind vom Hersteller vorzulegen.

Tabelle 3 — Grenzabmaße (1 von 2)

Abmessungen in mm oder %

Gesamthöhe ^a des Heizkörpers	Stahlheizkörper				Gusseisen-Heizkörper (je Glied)	Strang-gepresste Aluminium-Heizkörper (je Glied)	Guss-Heizkörper aus Aluminium (je Glied)	Rippenrohrkonvektoren	
	Flachheizkörper	Stahlrohr	Glieder	Lamellen					
$H \leq 250$	+4/−2	+4/−2	± 2	+4/−2	± 3,0	± 2,5	± 2,5	Höhe des Gehäuses (HC)	+4/−2
$250 < H \leq 500$					± 3,5				
$500 < H \leq 600$					± 4,0				
$600 < H \leq 900$	+5/−2	+5/−2	+5/−2	+5/−2					
$900 < H$	+6/−2	+6/−2	± 2	+6/−2					
Gesamte Bautiefe des Heizkörpers								Tiefe des Gehäuses (DC)	+4/−3
Alle Maße	+4/−3	± 1,5	± 2		± 2	± 0,65	+0/−1		
$D \leq 100$				± 2					
$100 < D$				± 3					
Bogenförmige Modelle		± 5	± 5						
Gesamte Baulänge des Heizkörpers									
Alle Maße		± 1,5 %	± 1,5 %	± 1,5 %	± 1,5 %	± 0,65	± 0,2		
$L \leq 1\,000$	± 5							Länge des Gehäuses (LC)	± 5
$1\,000 < L$	± 0,5 %								± 0,5 %

Tabelle 3 — Grenzabmaße (2 von 2)

Abmessungen in mm oder %

Gesamthöhe ^a des Heizkörpers	Stahlheizkörper				Gusseisen-Heizkörper (je Glied)	Strang-gepresste Aluminium-Heizkörper (je Glied)	Guss-Heizkörper aus Aluminium (je Glied)	Rippenrohrkonvektoren	
	Flachheizkörper	Stahlrohr	Glieder	Lamellen					
Konvektionsteilhöhe	+3/−1,5		+3/−1,5		+3/−1,5	+0,2/−0	+0,2/−0,8	Rippenhöhe (HF)	± 1
Konvektionsteiltiefe	± 1,5		± 2		± 1,5	+0,2/−0	+0,2/−0,8	Rippentiefe (DF)	± 1,5
Nabenabstand			± 0,5		± 0,5	+0/−1,2	+0,8/−1,2		± 2
Materialstärke der trockenen Heizfläche	± 0,06	± 0,06						Materialdicke der Rippen (TF)	± 0,05
								Anzahl der Rippen (NF)	± 5 %
								Rippenlänge	± 5 %
								Abstand zwischen Gehäuse und Rippen (TA)	± 5
								Abstand zwischen Gehäuse und Rippen (BA)	± 5

^a Die Bauhöhe von Stahlrohrheizkörpern ist – unabhängig von der Montage – das Außenmaß parallel zum Nabenabstand.

4.4 Ergänzungsprüfung

Auf Anfrage des Herstellers dürfen geringe technische Veränderungen überprüft werden.

Das Prüflabor untersucht die Auswirkung der Änderung auf die Wärmeleistung.

Falls die Ergänzungsprüfung eine Abweichung innerhalb von $\pm 4,0$ % der gemessenen Norm-Wärmeleistung ergibt, darf der Hersteller den alten Wert als Norm-Wärmeleistung deklarieren.

Falls die Abweichung $\pm 4,0$ % überschreitet, sind die Modelle als ein anderes Modell nach 4.2 einzustufen.

Die Ergebnisse der Ergänzungsprüfung sind folgendermaßen darzulegen:

- im Fall einer Beurteilung, die auf einer Sichtprüfung beruht: durch eine schriftliche Bescheinigung unter Bezugnahme auf die neue vom Hersteller vorgelegte Zeichnung;
- im Fall von Messungen: durch einen vollständigen Prüfbericht.

5 Laborausrüstung und Prüfverfahren

5.1 Kurzbeschreibung

Ziel der Prüfung ist die Bestimmung der Norm-Wärmeleistung des Heizkörpers unter Verwendung seiner Norm-Kennlinie, die nach 5.4.5 ermittelt wird.

5.2 Prüfeinrichtung

5.2.1 Prüfsystem

Ein Prüfsystem im Sinne dieser Europäischen Norm muss bestehen aus:

- a) einem Prüfstand;
- b) einem Satz von drei Master-Radiatoren, die nach 5.2.3 angefertigt wurden.

Diese Europäische Norm unterscheidet zwischen Referenzprüfständen und anerkannten Prüfständen.

5.2.2 Referenz-Prüfstand

5.2.2.1 Allgemeines

Der Referenz-Prüfstand muss folgende Ausstattung haben:

- a) eine nach 5.2.2.2 ausgeführte geschlossene, unbelüftete Kabine, die den Prüfraum darstellt, in den der zu prüfende Heizkörper einzubauen ist und die mit wassergekühlten Flächen ausgestattet ist, um unabhängig von der äußeren Umgebung besondere thermische Bedingungen aufrechterhalten zu können;
- b) Einrichtungen zum Kühlen des Wassers, das die Wände der geschlossenen Kabine durchströmt;
- c) einen in Übereinstimmung mit 5.4 ausgeführten Heizmittelkreislauf zur Versorgung des zu prüfenden Heizkörpers;
- d) Mess- und Prüfgeräte, die den Anforderungen nach 5.2.5 und 5.2.6 entsprechen.

5.2.2.2 Referenzprüfkabine

5.2.2.2.1 Maße der Prüfkabine

Die Prüfkabine muss folgende Innenmaße haben:

- Länge: $(4 \pm 0,02)$ m;
- Breite: $(4 \pm 0,02)$ m;
- Höhe: $(3 \pm 0,02)$ m.

5.2.2.2.2 Ausführung der Prüfkabine

Die Prüfkabine ist aus wassergekühlten Verbundplatten aufzubauen (siehe Bild 1). Die Innenfläche der Prüfkabine muss glatt sein und aus flachen Stahlplatten bestehen. Die Verbundplatten (siehe Bild 1 und Bild 2) bestehen aus:

- einer wassergekühlten Stahlplatte;
- zwischen die Stahlplatte und ein äußeres Stahlblech eingespritztem Dämmschaum, womit der Verbund zu einem einzigen, selbsttragenden Element wird;
- einem äußeren Stahlblech mit 0,6 mm Nenndicke.

Die wassergekühlten Stahlplatten (siehe Bild 3) bestehen aus zwei zusammengeschweißten Stahlblechen:

- einem flachen mit 2 mm Dicke;
- dem anderen, 1 mm dicken mit gewellter Form, wodurch Wasserkanäle mit einem Querschnitt von annähernd 150 mm² gebildet werden.

Die Dicke der Dämmschicht muss 80 mm betragen. Insgesamt muss der Wärmedurchlasswiderstand jeder Wand, des Bodens und der Decke mindestens 2,5 m² K/W betragen. Die Wand hinter dem zu prüfenden Heizkörper wird aus den gleichen Verbundplatten hergestellt, sie ist jedoch nicht an das Kühlsystem angeschlossen (die Platten sind nicht gefüllt). Die Innenflächen der Wände der Prüfkabine sind mit einem matten Farbanstrich mit einem Emissionsgrad von mindestens 0,9 zu versehen. Die Platten sind so zusammengebaut, dass der Aufbau der Prüfkabine selbsttragend ist und keine Wärmebrücken enthält (siehe Bild 4). Der Anschluss der Platten an den Kühlkreis ist in einer Dreirohrschaltung (siehe Bild 5) vorzunehmen. Die Durchführungen zu äußeren Wasser- und Elektrizitätsanschlüssen der Prüfkabine sind mit luftdichten Verschlüssen zu versehen.

5.2.2.2.3 Dichtheit der Prüfkabine

Die Prüfkabine muss ausreichend dicht sein, um unkontrolliertes Eindringen von Luft zu verhindern.

5.2.2.2.4 Kühlsystem

Das Wasserkühlsystem muss so konstruiert sein, dass bei der höchstzulässigen Wärmeleistung der Prüfeinrichtung die auf den gekühlten Innenflächen der Prüfkabine auftretende Temperaturdifferenz im Vergleich zur Mitteltemperatur sämtlicher gekühlter Flächen nicht mehr als $\pm 0,5$ K beträgt. Um das sicherzustellen, muss jede Platte mit einem Durchfluss von mindestens 80 kg/h je m² der Innenfläche versorgt werden. Diese Bedingung ist eine Voraussetzung für den Betrieb der Prüfkabine.

Während der Prüfung ist die Mitteltemperatur der gekühlten Innenflächen so zu regeln, dass die Bezugs-Lufttemperatur innerhalb des Bereichs $(20 \pm 0,5)$ °C liegt und dem Beharrungszustand genügt.

Die mittlere Oberflächentemperatur ist der Mittelwert zwischen Vor- und Rücklauftemperatur der jeweiligen Oberfläche.

5.2.2.3 Messungen in der Kabine

5.2.2.3.1 Temperaturmessungen in der Kabine

Temperaturen in der Kabine sind zu messen, um:

- die Bezugs-Lufttemperatur zu bestimmen;
- die thermischen Randbedingungen in der Prüfkabine zu überwachen.

5.2.2.3.2 Lufttemperatur-Messpunkte

Auf der senkrechten Mittelachse der Kabine:

- a) am Messpunkt für die Bezugs-Lufttemperatur: 0,75 m über dem Boden;
- b) an folgenden zusätzlichen Punkten:
 - 1) 0,05 m über dem Boden;
 - 2) 1,50 m über dem Boden;
 - 3) 0,05 m unter der Decke.

Maße in Milimeter

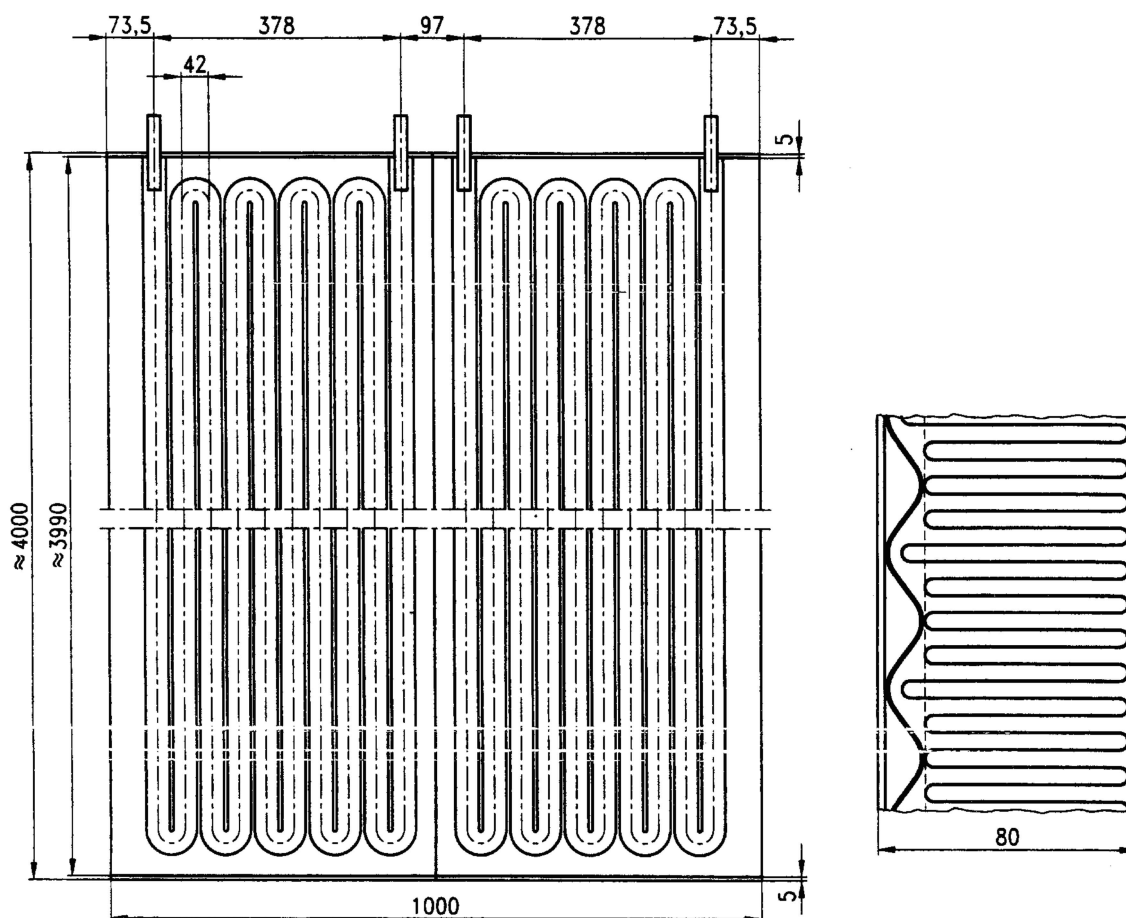


Bild 1 — Wassergekühlte Verbundplatte

5.2.2.3.3 Temperaturen der Innenflächen

Zusätzlich zum Messpunkt in der Flächenmitte, ein Punkt auf der Mittelachse der Rückwand, 0,5 m über dem Boden.

Die Oberflächentemperaturen müssen (außer denen der Wand hinter dem Heizkörper) auf $\pm 0,3$ K konstant gehalten werden.

5.2.2.3.4 Andere Messungen

Luftdruck.

5.2.3 Master-Radiatoren

5.2.3.1 Allgemeines

Die Master-Radiatoren dienen folgendem Zweck:

- a) der Überprüfung, ob die Vergleichpräzision der Prüfwerte zwischen den Prüfständen innerhalb der in dieser Europäischen Norm angegebenen Grenzen liegt;
- b) der Überprüfung, ob Referenzprüfstände und anerkannte Prüfstände Prüfergebnisse innerhalb der in dieser Europäischen Norm angegebenen Grenzen liefern;
- c) der Schaffung einer gemeinsamen Grundlage für alle Prüfstände, wonach belegt werden kann, dass die Wiederholpräzision der von jedem Prüfstand gemessenen Werte innerhalb der in dieser Europäischen Norm angegebenen Grenzen liegt.

Zur Überprüfung der Vergleichpräzision zwischen den nach dieser Europäische Norm gebauten Prüfständen wird ein einziger Satz nach den Angaben dieser Europäischen Norm gebauter und geprüfter Master-Radiatoren zur Bestimmung der entsprechenden ϕ_0 - und ϕ_M -Werte der Reihe nach an die Referenzprüfstände gesandt (siehe 5.2.4.3.3).

Dieser einzige Satz von Master-Radiatoren wird „Erster Satz“ genannt. Jedes Prüflabor muss sich einen Satz nach den Angaben dieser Europäischen Norm gebauter und geprüfter Master-Radiatoren beschaffen. Dieser Satz, der „Zweiter Satz“ genannt wird, ist zur Überprüfung der Wiederholpräzision des Prüfstands zu verwenden. Der „Zweite Satz“ eines Referenzprüfstands ist zur Überprüfung der Vergleichpräzision anerkannter Prüfstände zu benutzen.

Maße in Milimeter

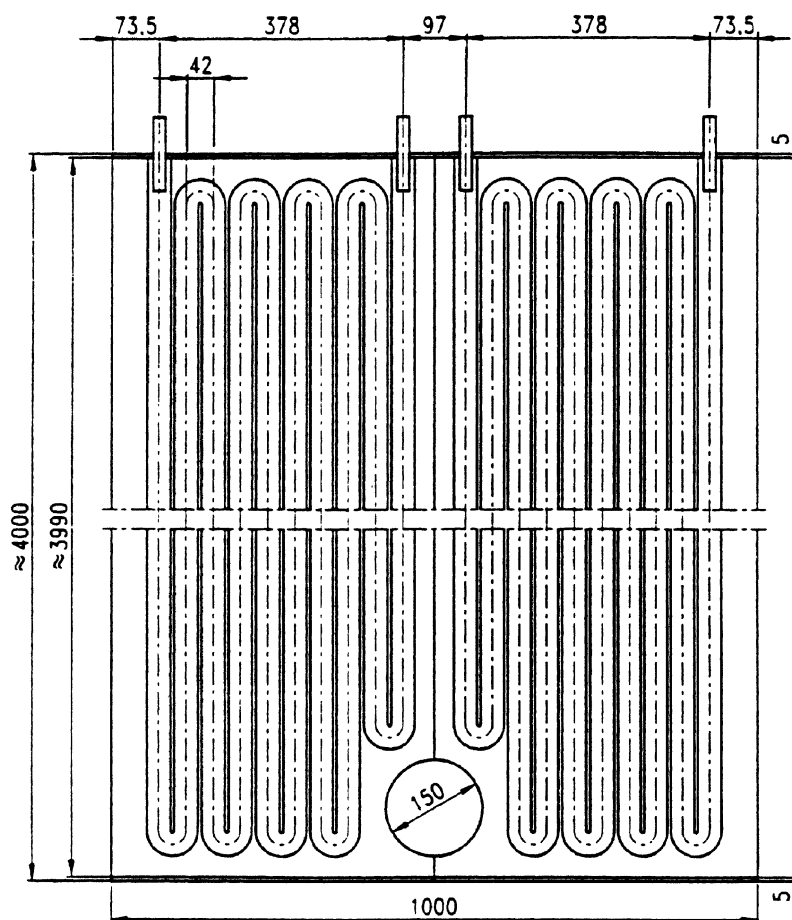


Bild 2 — Wassergekühlte Verbundplatte mit Durchführung für äußere Anschlüsse

Maße in Milimeter

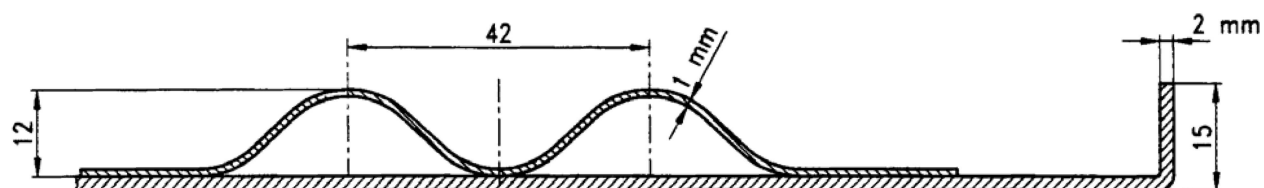


Bild 3 — Querschnitt durch die wassergekühlte Stahlplatte