

**DIN EN 442-2****DIN**

ICS 91.140.10

Einsprüche bis 2011-03-10  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 442-2:2003-12**Entwurf****Heizkörper und Konvektoren –  
Teil 2: Prüfverfahren und Leistungsangabe;  
Deutsche Fassung prEN 442-2:2010**Radiators and convectors –  
Part 2: Test methods and rating;  
German version prEN 442-2:2010Radiateurs et convecteurs –  
Partie 2 : Méthodes d'essai et d'évaluation;  
Version allemande prEN 442-2**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-01-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an [nhrs@din.de](mailto:nhrs@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter [www.entwuerfe.din.de](http://www.entwuerfe.din.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 78 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 442-2:2010) beinhaltet die Deutsche Fassung der vom CEN/TC 130 „Raumheizeinrichtungen ohne eingebaute Wärmequelle“ (Sekretariat: UNI, Italien) ausgearbeiteten prEN 442-2:2010.

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

DIN EN 442, *Heizkörper und Konvektoren* besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Technische Spezifikationen und Anforderungen*
- *Teil 2: Prüfverfahren und Leistungsangabe*
- *Teil 3: Konformitätsbewertung*

## Änderungen

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

- a) Änderung des Haupttitels der Normenreihe in „Heizkörper und Konvektoren“,
- b) Einführung einer Ringprüfung (en: Round Robin Test, RRT) für die Prüflaboratorien bzw. notifizierten Stellen,
- c) Benennung der Prüflaboratorien in den Produktunterlagen der Hersteller,
- d) Die Anforderungen für eine Ergänzungsprüfung wurden definiert,
- e) Die Anforderungen für einen durchzuführenden Korrosionstest wurden festgelegt,
- f) Der Grenzwert für die Wärmeleistung eines Heizkörpers der noch einer Prüfung zu unterziehen ist wurde festgelegt,
- g) Für verchromte Heizkörper wurden Faktoren zur Erfassung von Strahlungseigenschaften in Abhängigkeit der Oberfläche aufgenommen.

## Heizkörper und Konvektoren — Teil 2: Prüfverfahren und Leistungsangabe

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

*Radiators and convectors — Part 2: Test methods and rating*

ICS:

Deskriptoren

## Inhalt

	Seite
Vorwort .....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich .....	6
2 Normative Verweisungen .....	6
3 Begriffe .....	6
4 Symbole und Maßeinheiten .....	11
5 Auswahl der zu prüfenden Heizflächen.....	12
5.1 Einteilung.....	12
5.2 Auswahl der zu prüfenden Modelle zum Bestimmen der Wärmeleistung einer Modellreihe .....	12
5.3 Vorlage und Identifizierung der Prüflinge .....	14
5.4 Ergänzungsprüfung.....	17
6 Gestaltung der Prüflaboratorien und Prüfverfahren .....	17
6.1 Kurzbeschreibung .....	17
6.2 Prüfeinrichtungen .....	17
6.2.1 Prüfsystem .....	17
6.2.2 Referenz-Prüfstand.....	17
6.2.3 Master-Heizflächen .....	21
6.2.4 Überprüfung der Wiederholpräzision und Vergleichspräzision von Prüfständen.....	25
6.2.5 Genauigkeit von Messgeräten und Prüfeinrichtungen.....	30
6.2.6 Kalibrierung der Messgeräte .....	31
6.3 Vorbereitung zur Prüfung der Wärmeleistung.....	31
6.4 Prüfverfahren .....	32
6.4.1 Allgemeines .....	32
6.4.2 Wiegeverfahren .....	32
6.4.3 Elektrisches Verfahren .....	32
6.4.4 Messungen und Berechnungen .....	32
6.4.5 Bestimmung der charakteristischen Gleichung.....	36
6.5 Darstellung der Ergebnisse .....	37
6.5.1 Norm-Wärmeleistung eines Modells.....	37
6.5.2 Ermittlung der Katalogleistungen einer Modellreihe bei veränderlichem Wassermassenstrom.....	38
7 Prüfbericht.....	38
Anhang A (normativ) Maßprüfung der Master-Heizflächen .....	40
Anhang B (informativ) Bestimmung des Druckabfalls .....	45
B.1 Gleichung zur Bestimmung des Druckabfalls einer Modellreihe .....	46
B.1.1 Charakteristische Gleichung zur Bestimmung des Druckabfalls eines Modells .....	46
B.2 Prüfverfahren .....	46
B.2.1 Messwasserversorgung.....	46
B.2.2 Druckmessanschlüsse .....	46
B.3 Prüfverfahren .....	47
B.3.1 Aufbau.....	47
B.4 Differenzdruckmessungen mit einem umgekehrten U-Rohr-Manometer .....	47
B.4.1 Messtechnik .....	47
B.4.2 Wirkung der Oberflächenspannung.....	47
B.4.3 Undichtheiten .....	47
B.4.4 Lufteinschlüsse in Verbindungsleitungen .....	47
B.4.5 Verstopfte Druckbohrungen .....	48
B.4.6 Höhe der Vor- und Rücklaufanschlüsse .....	48
B.4.7 Dämpfung (Drosselung) übermäßiger Bewegung (Schwingung) der Flüssigkeit im umgekehrten U-Rohr-Manometer.....	48

	Seite
<b>Anhang C (normativ) Regression der kleinsten Quadrate für ein Modell</b> .....	52
<b>Anhang D (normativ) Analyse der Prüfergebnisse durch das Verfahren der kleinsten Quadrate der multiplen Regression</b> .....	53
<b>Anhang E (normativ) Muster des Prüfberichtes</b> .....	55
<b>Anhang F (informativ) Geräte und Verfahren zum Überprüfen der Einrichtung zum Messen des kalorischen Mittelwertes der Temperaturen</b> .....	59
<b>Anhang G (informativ) Beispiele für typische Heizkörper nach Tabelle 4</b> .....	61
<b>Anhang H (normativ) Bestimmung der <math>\Phi_M</math>-Werte der Master-Heizflächen (erster Satz)</b> .....	70
<b>Anhang J (normativ) Rückverfolgbarkeit der Ermittlung der Wärmeleistung von Heizkörpern und Konvektoren</b> .....	71
<b>J.1 Anwendungsbereich</b> .....	71
<b>J.2 Rückverfolgbarkeit der Wärmeleistung</b> .....	71
<b>J.2.1 Referenzprüfstände</b> .....	71
<b>J.2.2 Anerkannte Prüfstände</b> .....	72
<b>J.3 Umgang mit den Master-Heizflächen</b> .....	72
<b>Anhang K (normativ) Kalibrierungsverfahren</b> .....	73
<b>K.1 Organisatorischer Ablauf der Ringprüfung</b> .....	73
<b>K.2 Durchführung der Prüfung und Vorlage der Ergebnisse</b> .....	74
<b>K.3 Analyse und Beurteilung der Prüfung</b> .....	74
<b>Anhang L (normativ) Verfahren zur Prüfung der Vorbehandlung und Lackierung</b> .....	76

## **Vorwort**

Dieses Dokument (prEN 442-2:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 130 „Raumheizeinrichtungen ohne eingebaute Wärmequelle“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 442-2:1996, EN 442-2:1996/A1:2000 und EN 442-2:1996/A2:2003 ersetzen.

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

## 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 Produkte ist es deshalb notwendig, sich auf einen einzelnen festgelegten Wert zu beziehen, der nachstehend als Norm-Wärmeleistung bezeichnet wird.

Die Norm-Wärmeleistungen sind definierte Werte aus der charakteristischen Gleichung.

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 Werte, 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).

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

- Teil 1: *Technische Spezifikationen und Anforderungen*;
- Teil 2: *Prüfverfahren und Leistungsangabe*;
- Teil 3: *Konformitätsbewertung*.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Verfahren zur Bestimmung der Norm-Wärmeleistungen von Heizkörpern und Konvektoren zum Betrieb mit Wasser oder Dampf unter 120 °C aus einer getrennten Wärmequelle fest.

Diese Europäische Norm bestimmt die von den Prüflaboratorien zu treffenden Vorkehrungen und die anzuwendenden Prüfverfahren. 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.

Diese Europäische Norm legt auch zusätzliche, einheitliche Angaben fest, die der Hersteller dem Markt zur Verfügung stellen muss, um die richtige Verwendung der Produkte sicherzustellen.

Diese Europäische Norm gilt nicht für selbständige Heizgeräte.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 442-1, *Heizkörper und Konvektoren — Teil 1: Technische Spezifikationen und Anforderungen*

EN 10088-1, *Nichtrostende Stähle — Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle*

EN 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

ISO 31-4, *Quantities and units — Part 4: Heat*

ISO 5725, *Precision of test methods — Determination of repeatability and reproducibility for a standard test method by inter-laboratory tests*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe.

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

**3.2 selbständiges Heizgerät**  
ein unabhängiges Heizgerät, das nicht an eine getrennte Wärmequelle (z. B. einen Kessel) angeschlossen zu sein braucht, da es eine eigene Wärmequelle enthält (z. B. Geräte mit Gasfeuerung, Elektrogeräte, Wärmepumpen)

**3.3 Heizkörper**  
eine freie Heizfläche, die Wärme durch freie Konvektion und Strahlung abgibt. Heizkörper können aus verschiedenen Werkstoffen (z. B. Stahl, Aluminium, Gusseisen) und in verschiedenen Ausführungen hergestellt werden (z. B. Platte, Säulen- oder Rohrbauart)

### 3.4

#### **Heizflächen mit mehreren Gliedern (gilt vor allem für Heizkörper)**

eine freie Heizfläche, die in Form von Gliedern identischer Ausführung gefertigt und in dieser Form vertrieben wird; zum Erreichen der gewünschten Wärmeleistung können diese Glieder zu modularen Einheiten zusammengesetzt werden

### 3.5

#### **Heizfläche mit freier Konvektion**

eine Heizfläche ohne Gebläse oder ähnliche Einrichtung zum Verstärken eines Luftstromes über die wärmeabgebende Fläche (siehe 3.6 und 3.7)

### 3.6

#### **Heizfläche mit erzwungener Konvektion**

eine Heizfläche die ein Gebläse oder eine ähnliche Einrichtung benötigt, um durch Über- oder Unterdruck einen Luftstrom über die wärmeabgebende Fläche zu erzeugen

### 3.7

#### **Konvektor**

eine freie Heizfläche, die Wärme fast ausschließlich durch freie Konvektion abgibt. Ein Konvektor enthält mindestens eine wärmeabgebende Fläche und ein Gehäuse, das einen unbeheizten Konvektionsschacht von festgelegter Höhe bildet

### 3.8

#### **Heizkörper oder Konvektor mit Gebläse**

ein mit einem Gebläse zur Erhöhung der konvektiven Wärmeabgabe ausgerüsteter Heizkörper oder Konvektor, der durch zwei Wärmeleistungen gekennzeichnet ist: eine mit ab- und eine mit zugeschaltetem Gebläse

### 3.9

#### **Höhe des unbeheizten Konvektionsschachtes**

der senkrechte Abstand zwischen der untersten Kante des Konvektors und der unteren Kante des Luftauslasses. Dies gilt nur für Konvektoren, da dieses Maß deren Wärmeleistung maßgeblich beeinflusst

### 3.10

#### **mit Wasser durchströmte Heizfläche; Primärheizfläche**

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

### 3.11

#### **trockene Heizfläche; Sekundärheizfläche**

der Teil der wärmeabgebenden Fläche, der nur von Luft berührt wird (z. B. Rippen, die von der mit Wasser durchströmten Heizfläche abgehen)

### 3.12

#### **Modellfamilie von Heizkörpern**

eine 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

### 3.13

#### **Modellreihe von Heizflächen**

eine Gruppe von mindestens drei Heizflächen 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)

### 3.14

#### **Modell**

Heizfläche einer bestimmten Höhe, Länge und Tiefe innerhalb einer Modellreihe

### 3.15

#### **Bauhöhenbereich**

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

### 3.16

#### **Modul einer Heizfläche**

die Bezugslänge des kleinsten, verwendbaren Teils einer Heizfläche. Bei Heizflächen mit mehreren Gliedern stimmt das Modul mit dem Glied überein

Bei Heizflächen ohne einzelne Glieder wird die Länge von 1 m als Modul angenommen. Bei Konvektoren wird eine Länge des wärmeabgebenden Teils (ohne Gehäuse) von 1 m als Modul angenommen.

Die Wärmeleistung eines jeden Modells erhält man durch Multiplikation der Wärmeleistung des Moduls mit der Zahl der Glieder bzw. der Länge der Heizfläche in Meter.

### 3.17

#### **Prüfling**

eine Heizfläche, dessen Wärmeleistung zu bestimmen bzw. bestimmt worden ist; seine Maße dürfen um nicht mehr als die in dieser Europäischen Norm genannten Grenzabmaße von den Angaben in den Fertigungszeichnungen abweichen

### 3.18

#### **Vorlauftemperatur**

der kalorische Mittelwert der Temperaturen des Wassers beim Eintritt in die Heizfläche

### 3.19

#### **Rücklauftemperatur**

der kalorische Mittelwert der Temperaturen des Wassers beim Verlassen der Heizfläche

### 3.20

#### **Temperaturunterschied**

die Differenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur

### 3.21

#### **mittlere Wassertemperatur**

das arithmetische Mittel zwischen Vor- und Rücklauftemperatur

### 3.22

#### **Bezugs-Lufttemperatur**

Temperatur der Raumluft, die auf einer Senkrechten in der Mitte der Prüfkabine, in einer Höhe von 0,75 m über dem Fußbodens gemessen wird

### 3.23

#### **Übertemperatur**

die Differenz zwischen der mittleren Wassertemperatur und der Bezugs-Lufttemperatur

### 3.24

#### **Norm-Übertemperatur**

die unter Normbedingungen (Vorlauftemperatur 75 °C, Rücklauftemperatur 65 °C und Bezugs-Lufttemperatur 20 °C) ermittelte Übertemperatur von 50 K

### 3.25

#### **Norm-Übertemperatur bei niedrigeren Systemtemperaturen**

die Übertemperatur von 30 K bei Normdurchfluss

### 3.26

#### **Luftdruck**

der am Prüfort gemessene Luftdruck

**3.27**

**Norm-Luftdruck**

ist mit 101,325 kPa (1,01325 bar) definiert

**3.28**

**Wassermassenstrom**

die je Zeiteinheit durch die Heizfläche strömende Wassermenge

**3.29**

**Norm-Wassermassenstrom**

der Wassermassenstrom unter Norm-Prüfbedingungen

**3.30**

**Norm-Nennwärmeleistung**

die definierte Wärmeleistung einer Heizfläche bei einer Übertemperatur von 50 K

**3.31**

**Norm-Niedertemperatur-Wärmeleistung**

die definierte Wärmeleistung eines Heizkörpers bei einer Übertemperatur von 30 K

**3.32**

**charakteristische Gleichung**

die Darstellung der Wärmeleistung als Funktion der Übertemperatur bei konstantem Wassermassenstrom. Die charakteristische Gleichung ist eine Potenzfunktion mit einem bestimmten Exponenten

**3.33**

**Charakteristische Gleichung unter Normbedingungen**

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

**3.34**

**Regressionsgleichung einer Modellreihe**

die Gleichung zur Ermittlung der Norm-Wärmeleistungen und des Heizkörperexponenten aller Modelle einer Modellreihe als Funktion eines charakteristischen Maßes. Die Regressionsgleichung zur Ermittlung der Wärmeleistung ist eine Potenzfunktion, deren Heizkörperexponent linear vom charakteristischen Maß abhängt

**3.35**

**Norm-Wärmeleistung des Moduls**

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

**3.36**

**Prüfdruck**

der Druck, dem die Heizfläche im Verlauf der Fertigung unterzogen wird (d. h. Werksprüfdruck)

**3.37**

**maximal zulässiger Betriebsdruck**

der höchste Systemdruck, dem die Heizfläche nach Angabe des Herstellers ausgesetzt werden darf

**3.38**

**maximal zulässige Betriebstemperatur**

die höchste vom Hersteller zugelassene Vorlauftemperatur

**3.39**

**Prüfstand**

die Verbindung von:

- Prüfkabine und anderen zugehörigen Teilen;
- Messgeräten und zugehöriger Ausrüstung

### 3.40

#### **Prüfsystem**

die Verbindung von:

- Prüfstand;
- Master-Heizfläche

### 3.41

#### **Ringprüfungen**

eine Gruppe von Prüflaboratorien, die vereinbart haben, entsprechend den Festlegungen und Verfahren dieser Europäischen Norm zu prüfen und die Prüfergebnisse regelmäßig zu vergleichen

### 3.42

#### **Wiederholpräzision eines Prüfstandes**

die Fähigkeit eines Prüfstandes, an ein und derselben Master-Heizfläche Prüfergebnisse innerhalb der Grenzabweichungen nach dieser Europäischen Norm zu liefern (siehe **6.2.4**)

### 3.43

#### **Vergleichspräzision eines Prüfstandes**

die Fähigkeit verschiedener Prüfstände, an einem gegebenen Satz von Master-Heizflächen Prüfergebnisse innerhalb der zulässigen Grenzabweichungen nach dieser Europäischen Norm (siehe **6.2.4**) zu liefern

### 3.44

#### **Druckabfall**

die Druckdifferenz zwischen Wasserein- und -austritt der Heizfläche

### 3.45

#### **Norm-Druckabfall**

die Druckdifferenz zwischen Wasserein- und -austritt auf der mit Wasser durchströmten Heizfläche (Primärheizfläche) beim Norm-Wassermassenstrom

### 3.46

#### **Ergänzungsprüfung**

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

## 4 Symbole und Maßeinheiten

Tabelle 1 — Symbole, Größen und Maßeinheiten

Größe	Symbol	Einheit
Wärmeleistung	$\Phi$	W
Norm-Wärmeleistung	$\Phi_S$	W
Norm-Wärmeleistung des Moduls	$\Phi_L$	W
Bezugswert einer Master-Heizfläche	$\Phi_O$	W
Bezugswert eines ersten Satzes von einer Master-Heizfläche für Vergleiche unter den Prüfstellen	$\Phi_M$	W
Wärmeverluste beim elektrischen Verfahren	$\Phi_V$	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	$\Delta T$	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
Wassermassenstrom	$q_m$	kg/s
Norm-Wassermassenstrom	$q_{ms}$	kg/s
Druck	$p$	kPa
Maximal zulässiger Betriebsdruck	$p_{max}$	kPa
Druckabfall	$\Delta p$	kPa
Grenzabweichung der Wiederholpräzision	$S_o$	
Grenzabweichung der Vergleichspräzision	$S_m$	
Bauhöhe der Heizfläche	$H$	m
Bauhöhenbereich	$H_r$	m
Gesamtlänge der Heizfläche	$L$	m
Länge eines Gliedes einer Heizfläche	$L_s$	m
Anzahl der Glieder einer Heizfläche	$N_s$	–
Wärmeleitwiderstand	$R$	m <sup>2</sup> K/W
Zeitspanne	$\tau$	s

## 5 Auswahl der zu prüfenden Heizflächen

### 5.1 Einteilung

**5.1.1** Heizflächen sind nach den Definitionen dieser Europäischen Norm in Modellfamilien und Modellreihen einzuteilen. Eine Modellfamilie kann verschiedene Modellreihen enthalten.

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

**5.1.3** Die Wärmeleistung jedes Modells darf nicht mehr als 3 500 W betragen, und die kleinste Wärmeleistung des gewählten Modells darf bei Norm-Übertemperatur nicht geringer als 200 W sein.

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

### 5.2 Auswahl der zu prüfenden Modelle zum Bestimmen der Wärmeleistung einer Modellreihe

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

**5.2.1.1** Wenn eine Modellreihe nur Bauhöhen von 300 mm oder mehr enthält, sind die zu prüfenden Modelle dieser Modellreihe nach **5.2.1.2** bis **5.2.1.5** auszuwählen.

Enthält die Modellreihe auch Bauhöhen unter 300 mm, ist die kleinste Bauhöhe unter 300 mm zusätzlich zu prüfen. Die Auswahl erfolgt nach **5.2.1.2** bis **5.2.1.5**.

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

**5.2.1.2** 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
$\leq 1$ m	3
$> 1$ m	4

**5.2.1.3** Die Mindestlänge der zu prüfenden Modelle muss 1 m bzw. die zu 1 m nächstgelegene. Bei Heizflächen 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 Heizflächen mit mehreren Gliedern mit einer Höhe von mehr als 1 m muss die Mindestlänge 0,45 m betragen.

**5.2.1.4** 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  $H_{\text{int}}$ , wobei:

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

bzw. gleich der nächstgrößeren Bauhöhe ist.

Dabei ist  $H_{\max}$  die größte Bauhöhe der Modellreihe.

**5.2.1.5** 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  $H_{\text{int}1}$  und  $H_{\text{int}2}$ , wobei diese Höhen gleich

$$H_{\text{int}1} = H_{\text{max}} - 1/3 \times H_r$$

und

$$H_{\text{int}2} = H_{\text{max}} - 2/3 \times H_r$$

bzw. gleich den nächstmöglichen Bauhöhen sind.

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

Es sind mindestens drei Modelle gleicher Bauhöhe zu prüfen, das mit dem kleinsten, einem mittleren und dem größten Wert des entsprechenden charakteristischen Maßes (siehe **5.2.1.4**).

Zur Bestimmung der charakteristischen Gleichung der Modellreihe sind die gemessenen Werte zu verwenden.

Damit die Gleichung gültig ist, müssen sämtliche gemessenen Wärmeleistungen innerhalb von  $\pm 2\%$  gemäß 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.

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

Dieses Verfahren gilt für Stahlrohr-Heizkörper 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  $L_{\text{min}}$  bzw.  $L_{\text{max}}$  zu prüfen. Wenn mehr als drei Höhen vorhanden sind, ist die Wärmeleistung für sämtliche Heizkörper mit  $L_{\text{min}}$  bzw.  $L_{\text{max}}$  unter Verwendung der entsprechenden charakteristischen Gleichung zu bestimmen. Bei Modellen, deren Längen zwischen  $L_{\text{min}}$  und  $L_{\text{max}}$  liegen, ist die Wärmeleistung für jede Höhe durch lineare Interpolation zu bestimmen. Das angewendete Verfahren muss im Prüfbericht vermerkt werden.

**5.2.2.2** Gerade oder bogenförmige Handtuch- oder Bad-Heizkörper

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

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

**5.2.2.3** Wasserkreislauf der Handtuch- und Badheizkörper

Für „Handtuch- und Bad-Heizkörper“ mit denselben Außenmaßen (Höhe, Länge, Tiefe und Außendurchmesser des Rohres) aber unterschiedlichem innerem Kreislauf des Warmwassers gilt: Wenn 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.

#### 5.2.2.4 Unterschiedliche Oberflächenbehandlungen (verchromt, poliert usw.)

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

Lackierte und verchromte Modelle sind nach EN 442-2, 5.2, zu prüfen.

Bei Modellen mit anderen Oberflächenbehandlungen (zum Beispiel mit satiniertes oder poliertes Oberfläche) ist die Mindestanzahl der Prüflinge folgendermaßen festzulegen:

- 1) bei jeder anderen Modellreihe sind zwei Modelle, die dieselbe minimale und maximale Wärmeleistung aufweisen, wie sie am lackierten Modell gemessen wurde, nur zu prüfen, um den ungünstigsten Reduktionskoeffizienten zu bestimmen;
- 2) die Wärmeleistung aller Modelle ist unter Verwendung des Reduktionskoeffizienten zu berechnen, der unter Punkt 1) bestimmt wurde.

#### 5.2.2.5 Auf Anfrage der Hersteller ist der Einfluss des Wassermassenstroms auf die Wärmeleistung zu verifizieren.

Bei Modellen, bei denen der Massenstrom einen Einfluss auf die Wärmeleistung hat, müssen zusätzliche charakteristische Merkmale beim halben und doppelten Norm-Massenstrom geprüft werden.

### 5.3 Vorlage und Identifizierung der Prüflinge

**5.3.1** Beim Antrag auf Erstprüfung einer Modellfamilie von Heizflächen oder einer Modellreihe aus einer Modellfamilie müssen die Prüflinge und die Zeichnungen der Heizflächen dem Prüflaboratorium vorgelegt werden.

Die Zeichnungen der Heizflächen sind vom Hersteller einzureichen.

**5.3.2** Die Zeichnungen der Heizflächen müssen enthalten:

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

**5.3.3** Vor Durchführung der Wärmeleistungsprüfung muss das Prüflaboratorium die Heizfläche 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 der Heizflächen.

Das Prüflaboratorium 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 **5.2** dieser Europäischen Norm auszuwählen.

**5.3.4** Prüflinge von Heizflächen, die bereits in der Fertigung sind, müssen vom Prüflaboratorium oder von seinem Beauftragten aus der laufenden Fertigung oder aus dem Herstellerlager entnommen werden.

Prüflinge von Heizflächenprototypen sind vom Hersteller vorzulegen.

Tabelle 3 — Grenzabmaße

Maße in Millimeter oder %									
	Stahlheizkörper				Gusseisen- Heizkörper	Strang- gepresste Aluminium- heizkörper	Guss-Heiz- körper aus Aluminium	Rippenrohr-Konvektoren	
	Flachheiz- körper	Stahlrohr	Glieder	Lamellen	(je Glied)	(je Glied)	(je Glied)		
<b>Gesamthöhe<sup>a</sup> des Heizkörpers</b>								Höhe des Gehäuses (HC)	
$H \leq 250$					$\pm 3,0$				
$250 < H \leq 500$					$\pm 3,5$				
$500 < H$						$\pm 2,5$	$\pm 2,5$		
$H \leq 600$	+4 / -2	+4 / -2	$\pm 2$	+4 / -2	$\pm 4,0$				+4 / -2
$600 < H \leq 900$	+5 / -2	+5 / -2	$\pm 2$	+5 / -2					+5 / -2
$900 < H$	+6 / -2	+6 / -2	$\pm 2$	+6 / -2				+6 / -2	
Gesamte Bautiefe des Heizkörpers								Tiefe des Gehäuses (TC)	+4 / -3
Alle Maße	+4 / -3	$\pm 1,5$	$\pm 2$		$\pm 2$	$\pm 0,65$	+0 / -1		
$D \leq 100$				$\pm 2$					
$100 < D$				$\pm 3$					
Bogenförmige Modelle		$\pm 5$	$\pm 5$						
Gesamte Baulänge des Heizkörpers								Länge des Gehäuses (LC)	
Alle Maße		$\pm 1,5 \%$	$\pm 1,5 \%$	$\pm 1,5 \%$	$\pm 1,5 \%$	$\pm 0,65$	$\pm 0,2$		
$L \leq 1\ 000$	$\pm 5$								
$1\ 000 < L$	$\pm 0,5 \%$							$\pm 0,5 \%$	

<sup>a</sup> Die Bauhöhe von Stahlrohrheizkörpern ist – unabhängig von der Montage – das Außenmaß parallel zum Nabenabstand

Tabelle 3 — Grenzabmaße (fortgesetzt)

Maße in Millimeter oder %									
	Stahlheizkörper				Gusseisen- Heizkörper	Strang- gepresste Aluminium- heizkörper	Guss-Heiz- körper aus Aluminium	Rippenrohr-Konvektoren	
	Flachheiz- körper	Stahlrohr	Glieder	Lamellen	(je Glied)	(je Glied)	(je Glied)		
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	± 0,06	± 0,06						Materialstärke 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

## 5.4 Ergänzungsprüfung

Auf Anfrage des Herstellers dürfen geringe technische Veränderungen überprüft werden.

Das Prüflaboratorium 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 5.2 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.

## 6 Gestaltung der Prüflaboratorien und Prüfverfahren

### 6.1 Kurzbeschreibung

Ziel der Prüfung ist die Bestimmung der Norm-Wärmeleistung der Heizfläche unter Verwendung seiner normierten charakteristischen Gleichung, die nach **6.4.5** ermittelt wird.

### 6.2 Prüfeinrichtungen

#### 6.2.1 Prüfsystem

Ein Prüfsystem im Sinne dieser Europäischen Norm besteht aus:

- a) einem Prüfstand;
- b) einem Satz von drei Master-Heizflächen, die nach **6.2.3** angefertigt wurden.

Diese Europäische Norm unterscheidet zwischen Referenzprüfständen und anerkannten Prüfständen.

#### 6.2.2 Referenz-Prüfstand

Der Referenz-Prüfstand muss folgende Ausstattung haben:

- a) eine nach **6.2.2.1** ausgeführte geschlossene, unbelüftete Kabine, die den Prüfraum darstellt, in den die zu prüfende Heizfläche einzubauen ist und die mit wassergekühlten Flächen ausgestattet ist, um unabhängig von der äußeren Umgebung besondere thermische Bedingungen aufrecht erhalten zu können;
- b) Einrichtungen zum Kühlen des Wassers, das die Wände der geschlossenen Kabine durchströmt;
- c) einen in Übereinstimmung mit **6.4** ausgeführten Heizmittelkreislauf zur Versorgung der zu prüfenden Heizfläche;
- d) Mess- und Prüfgeräte, die den Anforderungen nach **6.2.5** und **6.2.6** entsprechen.

### 6.2.2.1 Referenzprüfkabine

#### 6.2.2.1.1 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.

#### 6.2.2.1.2 Ausführung der Prüfkabine

Die Prüfkabine ist aus wassergekühlten Verbundplatten aufzubauen (siehe Bild 1). Die innere Fläche 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  $150 \text{ mm}^2$  gebildet werden.

Die Dicke der Dämmschicht muss 80 mm betragen. Insgesamt muss der Wärmeleitwiderstand jeder Wand, des Bodens und der Decke mindestens  $2,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  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 Emissionsverhältnis 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 Dreirohrschiene (siehe Bild 5) vorzunehmen. Die Durchführungen zu äußeren Wasser- und Elektrizitätsanschlüssen der Prüfkabine sind mit luftdichten Verschlüssen zu versehen.

#### 6.2.2.1.3 Dichtheit der Prüfkabine

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

#### 6.2.2.1.4 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  $\pm 0,5 \text{ K}$  beträgt. Um das sicherzustellen, muss jede Platte mit einem Durchfluss von mindestens  $80 \text{ kg/h}$  je  $\text{m}^2$  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  $(20 \pm 0,5) \text{ °C}$  liegt und dem Beharrungszustand genügt.

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

### **6.2.2.2 Messungen in der Kabine**

#### **6.2.2.2.1 Temperaturmessungen in der Kabine**

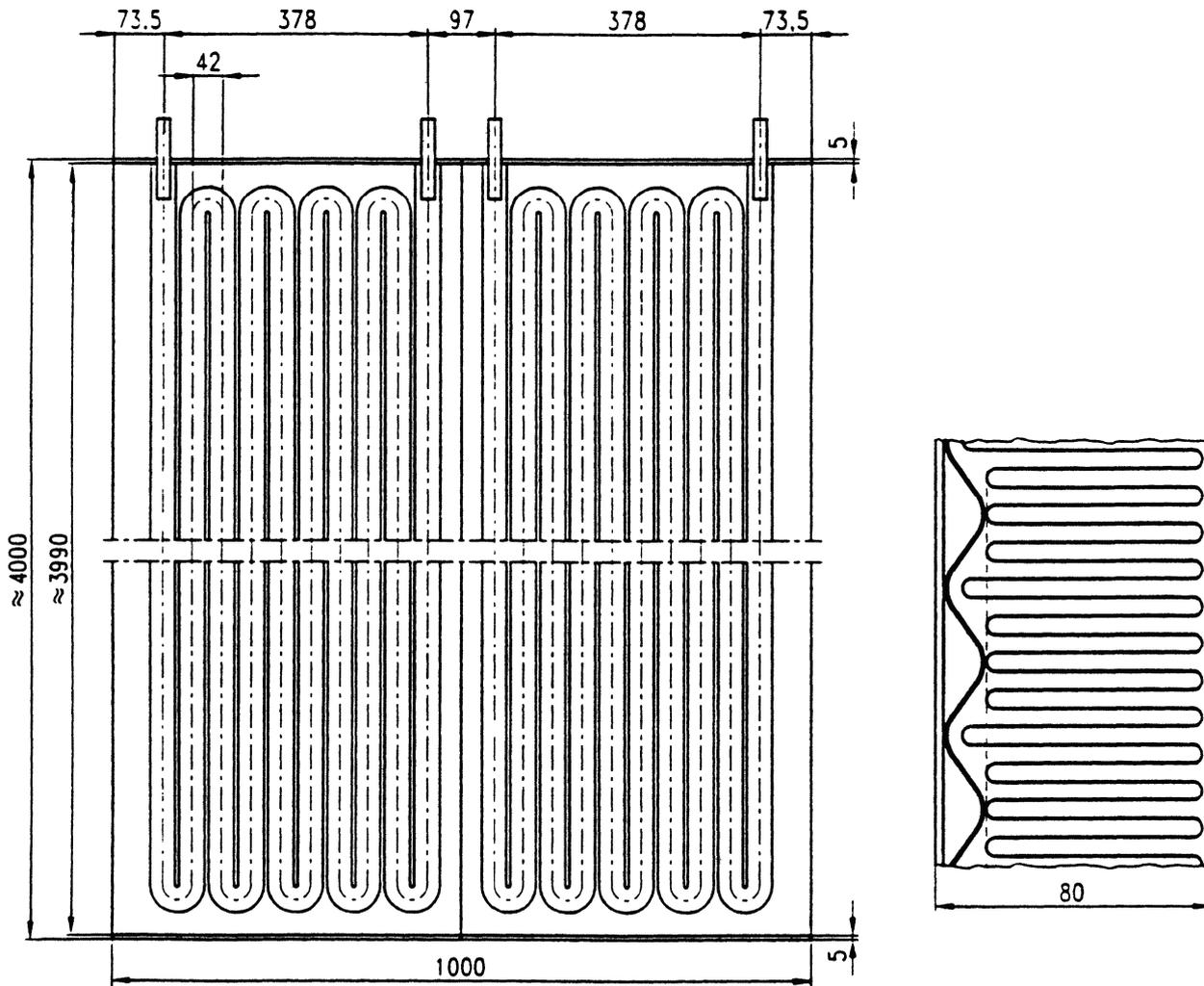
Temperaturen in der Kabine sind zu messen, um:

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

#### **6.2.2.2.2 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:
  - 0,05 m über dem Boden;
  - 1,05 m über dem Boden;
  - 0,05 m unter der Decke.



**Bild 1 — Wassergekühlte Verbundplatte**

#### 6.2.2.2.3 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 der Heizfläche) auf  $\pm 0,3$  K konstant gehalten werden.

#### 6.2.2.2.4 Andere Messungen

Luftdruck.

### 6.2.3 Master-Heizflächen

#### 6.2.3.1 Allgemeines

Die Master-Heizflächen dienen folgendem Zweck:

- a) der Überprüfung, ob die Vergleichspräzision 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 Vergleichspräzision zwischen den nach dieser Europäische Norm gebauten Prüfständen wird ein einziger Satz nach den Angaben dieser Europäischen Norm gebauter und geprüfter Master-Heizflächen zur Bestimmung der entsprechenden  $\Phi_0$ - und  $\Phi_M$ -Werte der Reihe nach an die Referenzprüfstände gesandt (siehe **6.2.4.3.3**).

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

Maße in Millimeter

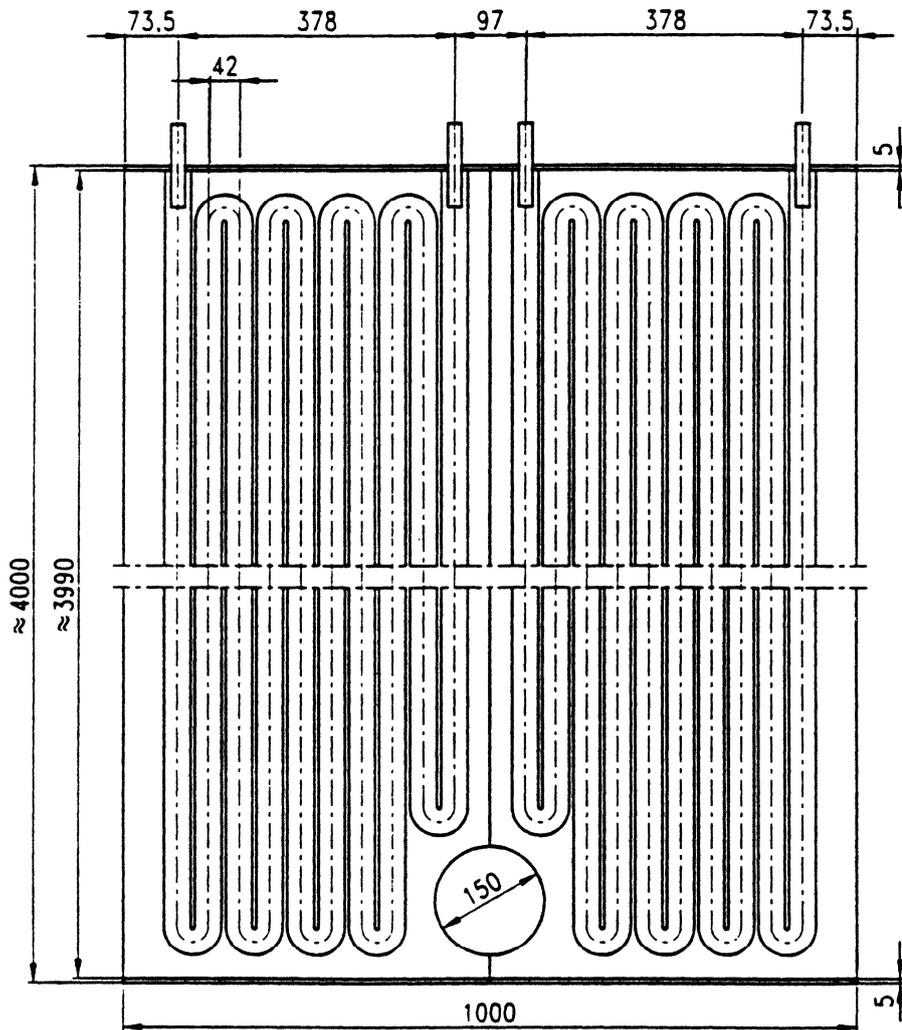


Bild 2 — Wassergekühlte Verbundplatte mit Durchführung für äußere Anschlüsse

Maße in Millimeter

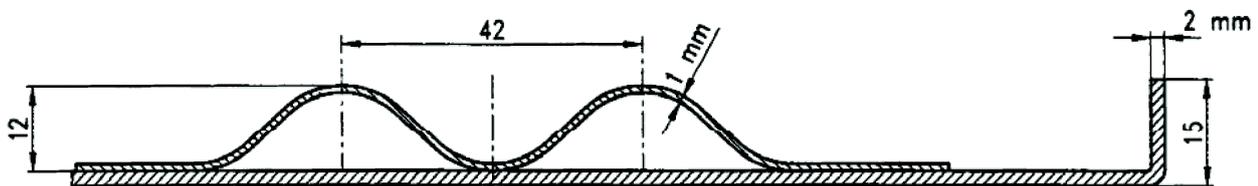


Bild 3 — Querschnitt durch die wassergekühlte Stahlplatte

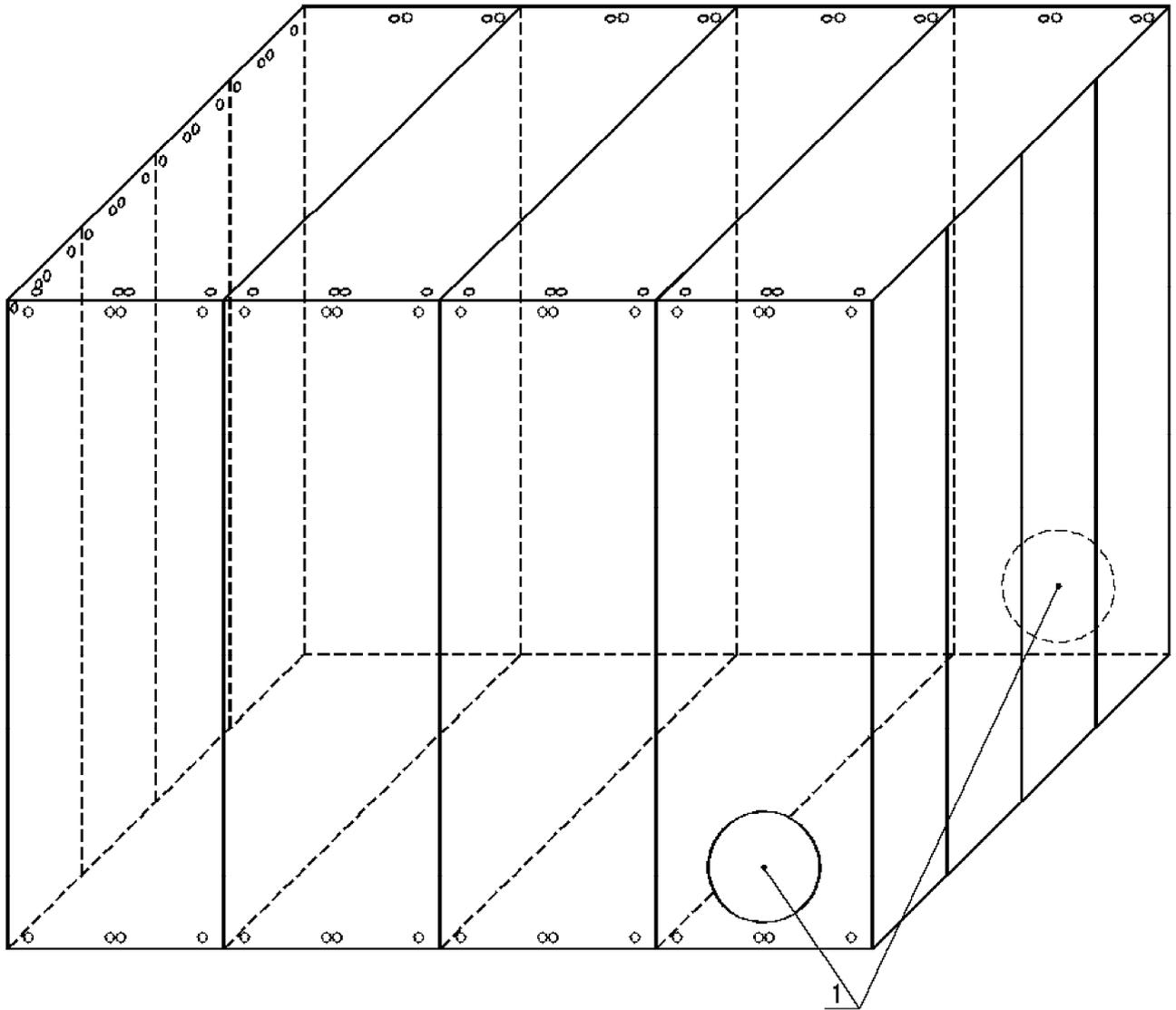
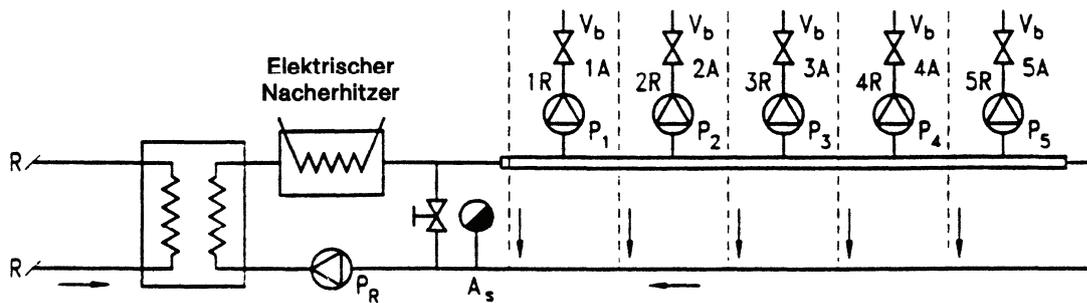
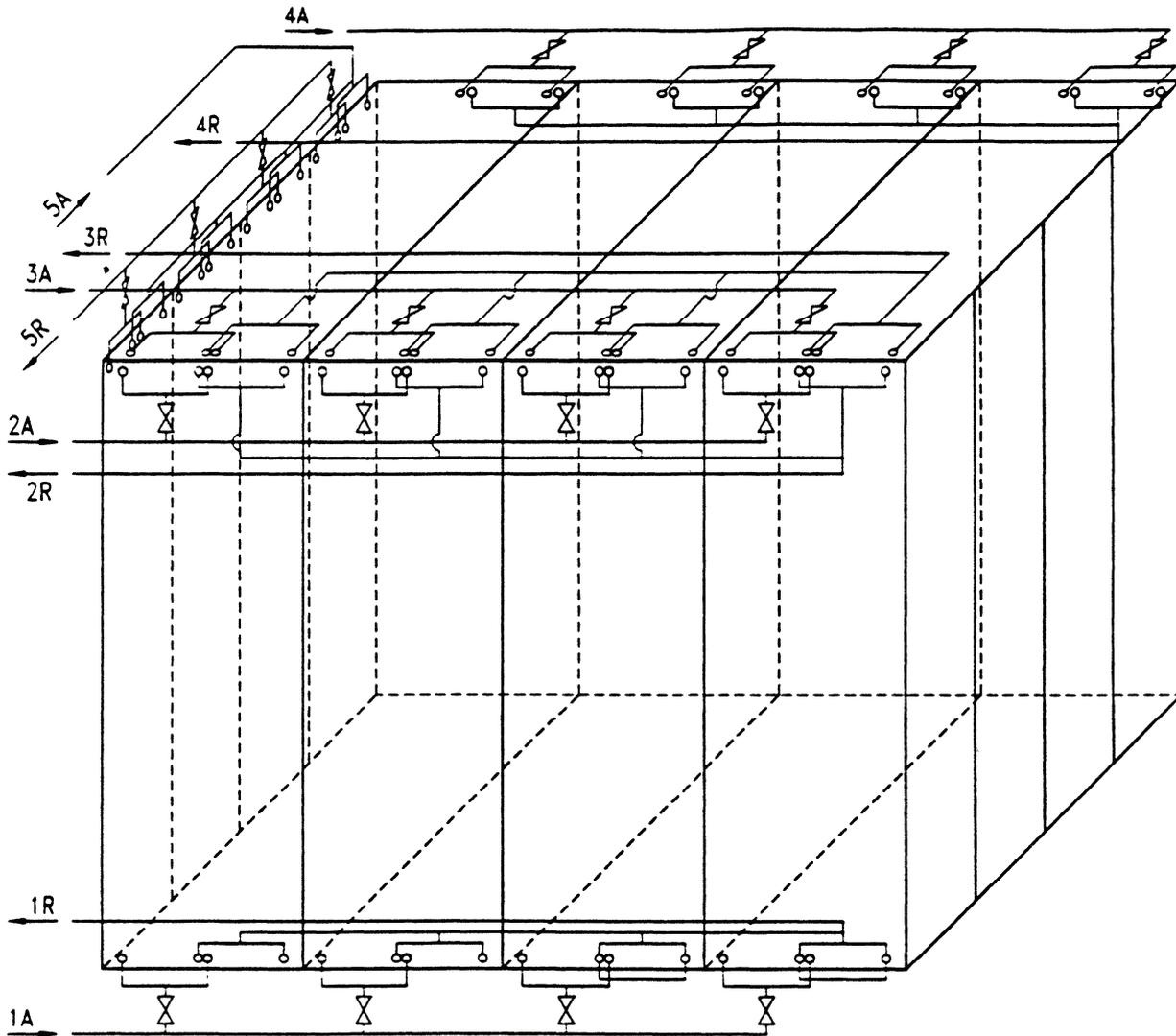


Bild 4 — Zusammengebaute Platten



R: Kühlkreisanschluss  
 A<sub>s</sub>: Entlüftung

Haupt-Kühlwasserkreislauf (Beispiel)

**Bild 5 — Kühlkreisläufe**

### 6.2.3.2 Bestimmung der $\Phi_0$ - und $\Phi_M$ -Werte von Master-Heizflächen („Erster Satz“)

Jeder Referenzprüfstand muss für jede Master-Heizfläche einen einzigen  $\Phi_0$ -Wert melden. Dieser  $\Phi_0$ -Bezugswert kann aus den Ergebnissen von mehr als einer Prüfung abgeleitet werden.

Aus den von den Referenzprüfständen gemeldeten Bezugswerten ist unter Weglassung der Ausreißer ein Mittelwert zu errechnen. Dieser ist als Referenzwert  $\Phi_M$  einer jeden Master-Heizfläche anzusehen. Der von jedem Prüfstand gemeldete Bezugswert  $\Phi_0$  muss auf  $\pm 1\%$  (Grenzabweichung  $S_m$ ) mit dem Bezugswert  $\Phi_M$  einer jeden Master-Heizfläche übereinstimmen.

### 6.2.3.3 Maße

Die Hauptmaße der drei Master-Heizflächen sind in den Bildern 6 bis 8 angegeben.

### 6.2.3.4 Werkstoff

Die Master-Heizflächen sind aus rostfreiem Stahl X5CrNiMo 17-12-2 (1.4401) nach prEN 10088-1<sup>1)</sup> herzustellen.

### 6.2.3.5 Ausführung

Die Master-Heizflächen müssen nach den Angaben dieser Europäischen Norm gebaut sein.

### 6.2.3.6 Maßprüfung

Die Master-Heizflächen müssen nach den Angaben dieser Europäischen Norm geprüft werden (siehe Anhang A); entsprechend den Anforderungen dieser Europäischen Norm muss ein vollständiger Bericht angefertigt werden, der für jede weitere Überprüfung zur Verfügung zu halten ist.

## 6.2.4 Überprüfung der Wiederholpräzision und Vergleichspräzision von Prüfständen

### 6.2.4.1 Allgemeine Grundsätze

Dieser Unterabschnitt behandelt die Überprüfung von Prüfständen, die nach dieser Europäischen Norm gebaut sind (Referenzprüfstände). Er beschreibt auch das Verfahren für die spätere Anerkennung von Prüfständen anderer Ausführung (anerkannte Prüfstände).

Alle Prüfstände sind zu überprüfen auf:

- bauliche Übereinstimmung: Jeder Angabe von Wärmeleistungen ist eine Angabe der Prüfbedingungen beizufügen, unter denen die angegebene Wärmeleistung ermittelt wurde;
- Wiederholpräzision: innerhalb einer zulässigen Abweichung  $S_0$  bei Prüfung eines einzigen Exemplars derselben Master-Heizfläche am selben Prüfstand nach kurzen oder langen Zeitabständen;
- Vergleichspräzision: innerhalb einer zulässigen Abweichung  $S_m$  bei Prüfung eines einzigen Satzes von Master-Heizflächen auf verschiedenen Prüfständen.

---

1) Dieser rostfreie Stahl wird auch AISI 316 genannt.

Maße in Millimeter

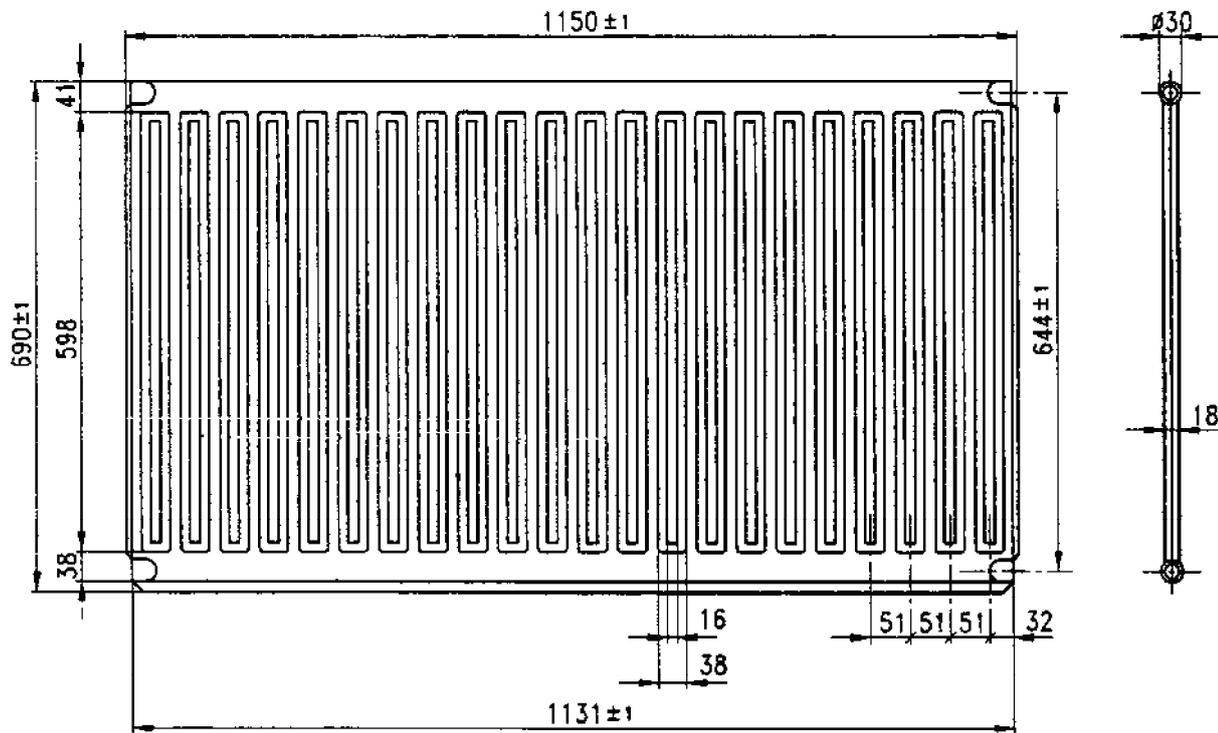


Bild 6 — Master-Heizfläche Nr. 1



Maße in Millimeter

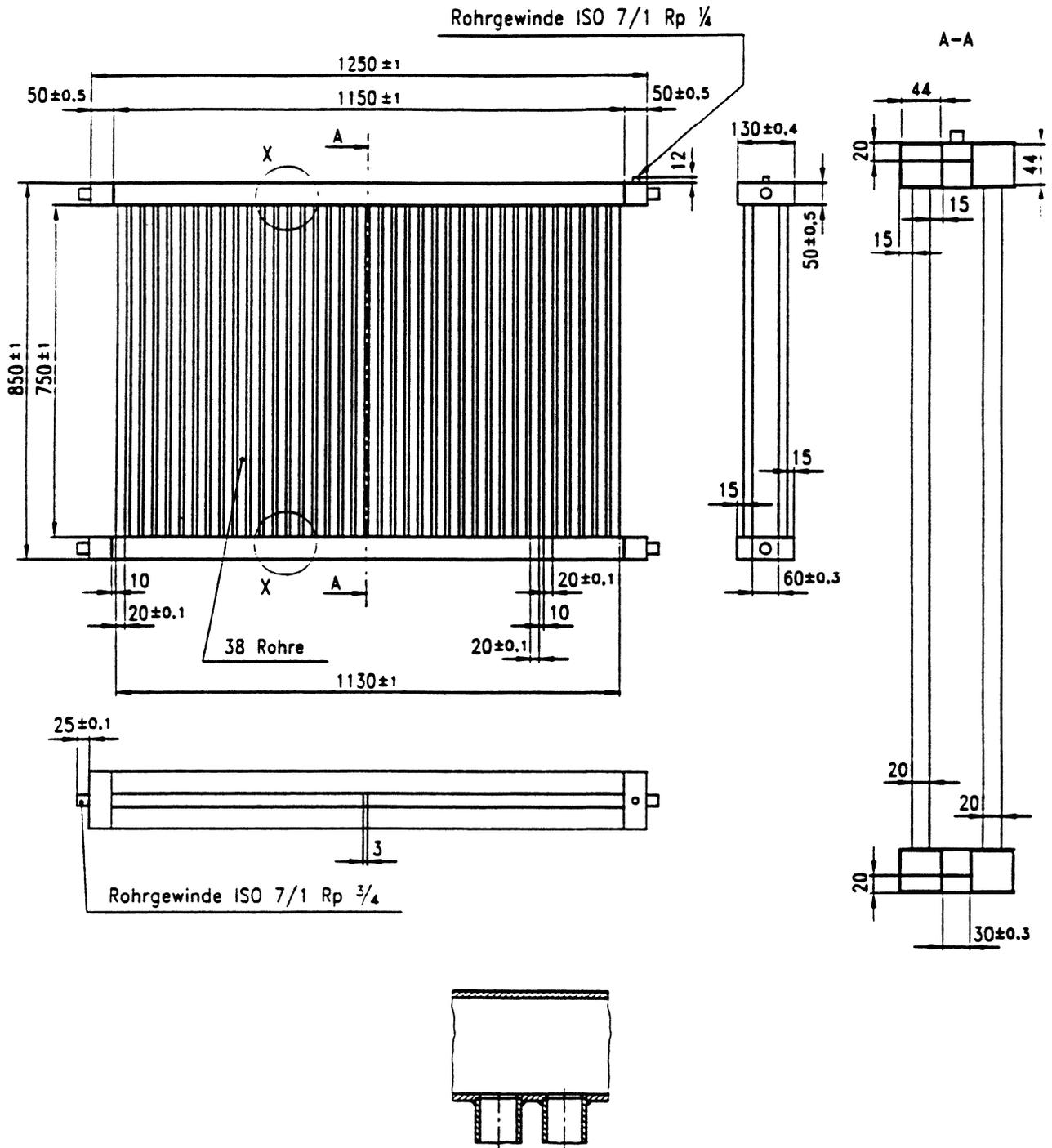


Bild 8 — Master-Heizfläche Nr. 3

Als Referenzprüfstände dürfen nur Prüfstände benannt werden, die **6.2.2** entsprechen.

Der Bezugswert  $\Phi_M$  von Master-Heizflächen muss in Referenzprüfständen ermittelt werden. Anerkannte Prüfstände dürfen betrieben werden, wenn ihre Wiederholpräzision, ihre Vergleichspräzision zu einem Referenzprüfstand wie auch ihre bauliche Übereinstimmung überprüft worden sind.

Der Bezugswert  $\Phi_M$  für jede Master-Heizfläche ist in Anhang H enthalten, und die Liste von Referenzprüfständen ist in Anhang J angegeben.

#### **6.2.4.2 Überprüfung der Prüfstände**

##### **6.2.4.2.1 Referenzprüfstände**

Bauliche Übereinstimmung: das Prüflaboratorium muss die Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm belegen.

##### **Wiederholpräzision:**

Zum Bestimmen der Grenzabweichung der Wiederholpräzision  $S_0$  des Prüfstandes verwendet das Prüflaboratorium seinen eigenen Satz Master-Heizflächen („Zweiter Satz“).

Unter Verwendung dieser Master-Heizflächen sind die Prüfungen der Wärmeleistung nach **6.3** und **6.4** durchzuführen.

Die Ergebnisse von 10 aufeinanderfolgenden Prüfungen müssen innerhalb einer Spanne von 1 % liegen (Grenzabweichung der Wiederholpräzision  $S_0$ ).

##### **Vergleichspräzision:**

Die nach **6.3** und **6.4** ermittelte Vergleichspräzision ist mit dem "Ersten Satz" von Master-Heizflächen nachzuweisen. Die Prüferergebnisse müssen mit den  $\Phi_M$ -Werten einer jeden Master-Heizfläche auf  $\pm 1$  % (Grenzabweichung der Vergleichspräzision  $S_m$ ) übereinstimmen.

##### **6.2.4.2.2 Anerkannter Prüfstand**

Das Prüflaboratorium muss sämtliche zur Identifizierung des Prüfstandes geeigneten Daten und die Betriebsbedingungen beschreiben (bauliche Übereinstimmung) und muss erklären, dass die in dieser Europäischen Norm festgelegten Grenzabweichungen für Wiederhol- und Vergleichspräzision bei der Überprüfung mit diesen Daten eingehalten wurden.

Gleichzeitig mit der Überprüfung der Wiederhol- bzw. der Vergleichspräzision ist diese Beschreibung von dem Referenzlaboratorium gegenzuzeichnen, mit dem die Überprüfung der Vergleichspräzision durchgeführt wurde.

##### **Wiederholpräzision:**

Es ist das in **6.2.4.2.1** angegebene Verfahren zu befolgen.

Das Prüflaboratorium verwendet seinen eigenen Satz Master-Heizflächen („Zweiter Satz“).

##### **Vergleichspräzision:**

Die Vergleichspräzision ist mit dem „Zweiten Satz“ eines Referenzprüfsystems zu überprüfen. Die Prüfbestätigung muss von dem entsprechenden Referenzprüflaboratorium gegengezeichnet sein.

Der Prüfstand muss einen einzigen Bezugswert  $\phi_0$  für jede Master-Heizfläche bestimmen. Dieser Bezugswert  $\phi_0$  kann aus den Ergebnissen von mehr als einer Prüfung abgeleitet werden.

Der vom Prüfstand vorgelegte Bezugswert  $\phi_0$  muss auf  $\pm 1\%$  (Grenzabweichung  $S_m$ ) mit dem Prüfwert der Wiederholpräzision einer jeden Master-Heizfläche (siehe **6.2.3.2**) übereinstimmen, der in dem Referenzprüfstand ermittelt wurde, mit dem die Überprüfung durchgeführt worden ist.

Prüfstände, die die Grenzabweichung der Wiederholpräzision  $S_0$  und die Grenzabweichung der Vergleichspräzision  $S_m$  einhalten, dürfen als anerkannte Prüfstände arbeiten.

#### **6.2.4.3 Periodische Überprüfung der Prüfstände**

Um die fortgesetzte Übereinstimmung der Prüfstände sicherzustellen, sind regelmäßig wiederkehrende Kontrollprüfungen durchzuführen.

Die regelmäßige Überprüfung der Prüfstände muss nach Anhang K „Kalibrierungsverfahren“ erfolgen.

##### **6.2.4.3.1 Bauliche Übereinstimmung**

Der Prüfstand ist in regelmäßigen Abständen auf bauliche Übereinstimmung zu prüfen.

##### **6.2.4.3.2 Wiederholpräzision**

Unter Verwendung seines eigenen Satzes von Master-Heizflächen („Zweiter Satz“) muss das Prüflaboratorium wenigstens alle 3 Monate eine Leistungsprüfung durchzuführen. Das Ergebnis muss innerhalb der Spanne von 1% (zulässige Abweichung  $S_0$ ) liegen, die bei den anfänglich durchgeführten, 10 aufeinanderfolgenden Prüfungen ermittelt wurde.

##### **6.2.4.3.3 Vergleichspräzision**

Alle Prüfstände sind periodisch nach den Angaben in **6.2.4.2.1** und **6.2.4.2.2** zu überprüfen, wobei der „Erste Satz“ von drei Master-Heizflächen des Referenz-Prüfsystems zu verwenden ist, mit dem die erste Überprüfung der Vergleichspräzision durchgeführt wurde.

#### **6.2.5 Genauigkeit von Messgeräten und Prüfeinrichtungen**

Um auf einfache Art und Weise die Messdaten leicht verarbeiten und sicher dokumentieren zu können, dürfen alle Messergebnisse in Form elektrischer Werte gespeichert werden.

##### **6.2.5.1 Masse**

Für das Wiegeverfahren ist eine Waage mit einer Fehlergrenze von 2 g auf 10 kg zu verwenden, um die im Messgefäß gesammelte Wassermenge zu messen.

##### **6.2.5.2 Zeitdauer**

Die zum Sammeln des Wassers benötigte Zeitdauer ist mit einem Zeitnehmer zu messen, der mit einer Schalteinrichtung und mit dem drehbaren Auslauf zwischen Messgefäß und Sammelbehälter verbunden ist (Fehlergrenze 0,015 s). Die Sammeldauer darf 30 s nicht unterschreiten.

##### **6.2.5.3 Temperaturen**

Die Temperaturmessungen sind nach den nationalen Normen und Richtlinien vorzunehmen.

Die Messpunkte für die Wassertemperaturen sind unmittelbar an den Wasseranschlüssen der zu prüfenden Heizfläche zu wählen.

Die Fühler dürfen in eine besondere Vorrichtung eingebaut werden, deren Ausführung eine genügend genaue Registrierung des kalorischen Mittelwertes der Temperatur sicherstellt.

Die maximale Messunsicherheit darf bei der Bestimmung des kalorischen Mittelwertes der Temperatur 0,05 K und bei der Bestimmung des Temperaturunterschiedes und der Übertemperaturen 0,1 K nicht übersteigen.

Die Messpunkte für die Lufttemperatur sind mit einem Strahlungsschutz auszustatten.

Die gesamte Messunsicherheit muss unter 0,1 K liegen.

#### **6.2.5.4 Elektrische Leistung**

Die Fehlergrenze der Messgeräte muss  $\pm 0,1\%$  sein. Die Spannung muss auf  $\pm 0,1\%$  konstant gehalten werden.

#### **6.2.5.5 Luftdruck**

Der Luftdruck muss auf  $\pm 0,2$  kPa (2 mbar) genau gemessen werden.

#### **6.2.6 Kalibrierung der Messgeräte**

Die Kalibrierung der Messgeräte für die veränderlichen Größen bei der Erstprüfung muss auf Europäische Normen, falls vorhanden, oder auf nationale Normen zurückzuführen sein.

### **6.3 Vorbereitung zur Prüfung der Wärmeleistung**

**6.3.1** Die Heizfläche ist wie folgt einzubauen:

- a) die Heizfläche muss parallel zur Rückwand und symmetrisch zu ihrer Mittellinie aufgestellt werden;
- b) der Zwischenraum zwischen Rückwand und Rückseite der nächstliegenden wärmeabgebenden Heizfläche muss  $(0,05 \pm 0,002)$  m betragen;
- c) der Zwischenraum zwischen Kabinenboden und Unterkante der Heizfläche muss  $(0,11 \pm 0,005)$  m betragen;
- d) der Zulauf für die zu prüfende Heizfläche muss oben, der Ablauf auf der gleichen Seite unten angeschlossen werden;
- e) es muss sichergestellt sein, dass sich in den Anschlussrohren des Heizmittels keine Lufteinschlüsse bilden. Das lässt sich z. B. durch Verwenden der in Anhang B beschriebenen Anordnung erreichen.

**6.3.2** Wenn technische Unterlagen oder Standardarmaturen des Herstellers einen von vorgenannten Bedingungen abweichenden Einbau fordern, ist die Heizfläche nach den Angaben des Herstellers, gegebenenfalls unter Verwendung des von ihm üblicherweise zur Verfügung gestellten Zubehörs, einzubauen.

**6.3.3** Zusätzlich zu den Prüfungen der Wärmeleistung unter den Einbaubedingungen nach **6.3.1** können andere Prüfungen nach Angaben des Herstellers durchgeführt werden.

**6.3.4** Das Prüflaboratorium muss die Einbaubedingungen im Prüfbericht angeben und der Hersteller muss die gleichen Angaben in den technischen Druckschriften machen.

## 6.4 Prüfverfahren

### 6.4.1 Allgemeines

Die Wärmeleistung kann auf zwei Arten bestimmt werden:

- **Wiegeverfahren:** durch Messen des Wassermassenstromes (siehe 3.28) durch die Heizfläche und durch Ermitteln der Enthalpiedifferenzen zwischen Ein- und Austritt;
- **elektrisches Verfahren:** durch Messen der dem Wasser zugeführten Energie.

Die erforderliche Größenordnung der zur Bestimmung der Wärmeleistung ermittelten Messwerte unterscheidet sich je nach Verfahren.

### 6.4.2 Wiegeverfahren

Die Wärmeleistung der zu prüfenden Heizfläche wird durch Messen des Wassermassenstromes (Wiegeverfahren) durch die Heizfläche und durch Ermitteln der Enthalpiedifferenzen zwischen Vor- und Rücklauf bestimmt.

Bei einer Versuchsanordnung nach Bild 9 wird ein Teilstrom des Wassers durch die Umwälzpumpe (1) dem Überlauf zugeführt, während der größere Teilstrom durch den elektrisch beheizten Wärmeerzeuger (3) und der Mischeinrichtung (4) ständig umgewälzt wird. Das für die Messung benötigte Wasser fließt durch den Ablauf im Überlauftrichter (5) und der zu prüfenden Heizfläche (7) in das Messgefäß (14).

Der Wassermassenstrom darf auch mit anderen Einrichtungen gemessen werden, sofern sie durch das Wiegeverfahren nachprüfbar sind und mindestens die gleiche Genauigkeit haben.

### 6.4.3 Elektrisches Verfahren

Gemäß der beispielhaften Darstellung in Bild 10 strömt Wasser durch einen elektrisch beheizten Wärmeerzeuger (1) zu der zu prüfenden Heizfläche (4).

Aus der zugeführten elektrischen Leistung abzüglich der Wärmeverluste  $\phi_v$  des Wärmeerzeugers und der Rohrleitungen und unter Berücksichtigung der Pumpenleistung (9) errechnet sich die Wärmeleistung der Heizfläche.

Durch einen Kurzschlussversuch (an Stelle der Heizfläche wird ein wärmegeädämmtes Rohr mit bekannter Wärmeabgabe eingebaut) ist der Wärmeverlust im Bereich der in Betracht kommenden Temperaturunterschiede zu bestimmen.

Für eine Gegenprüfung des Wärmeverlustes am Wärmeerzeuger empfiehlt es sich, die Wassertemperatur-Messstelle (5) unmittelbar an den Ein- und Austrittsanschlüssen der Heizfläche anzuordnen.

### 6.4.4 Messungen und Berechnungen

#### 6.4.4.1 Allgemeines

Zur Aufstellung der charakteristischen Gleichung einer Heizfläche müssen die zusammengehörigen Werte von Wärmeleistung und Übertemperatur ermittelt werden.

Diese Größen können beide nicht direkt gemessen werden und müssen unter Verwendung anderer, messbarer Größen entweder direkt oder mit zusätzlichen Informationen (Kalibrierungsprüfung, Werkstofftabellen) unter Verwendung mathematischer Beziehungen berechnet werden.

#### 6.4.4.2 Wiegeverfahren

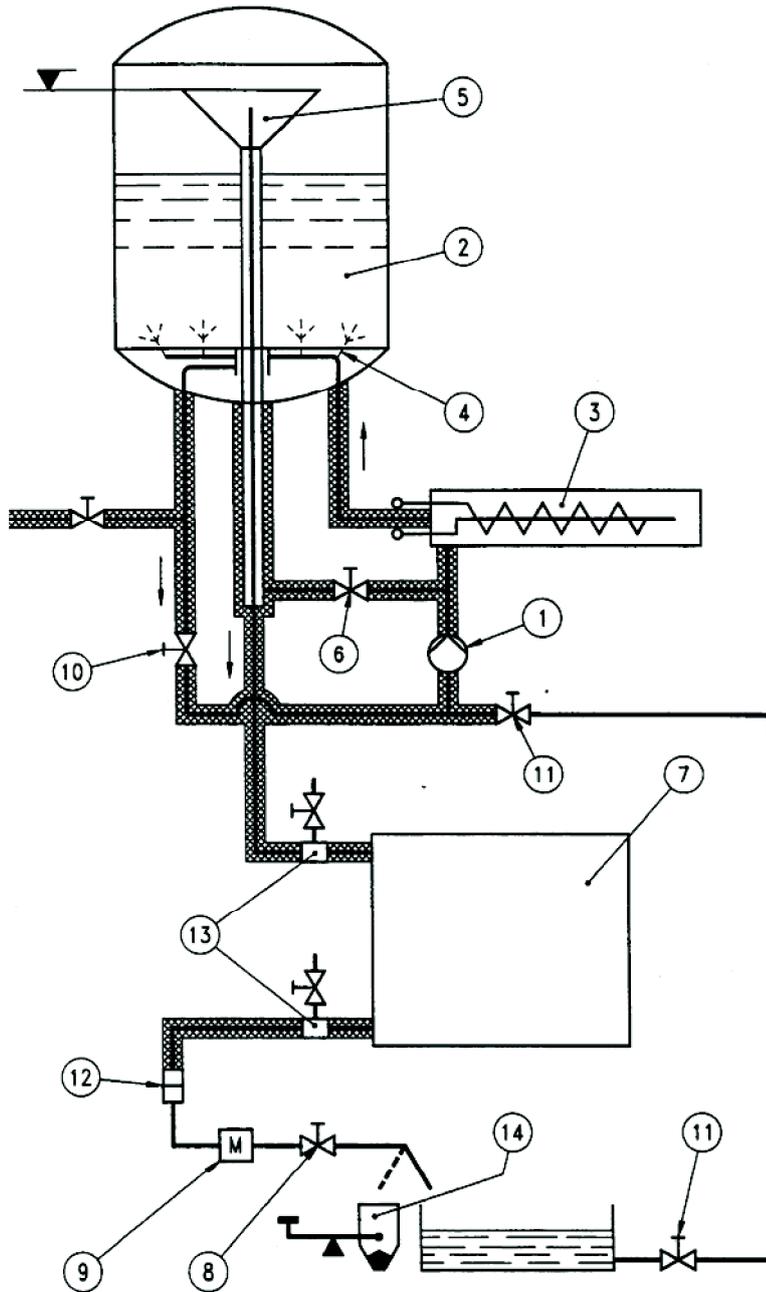
Die Wärmeleistung  $\Phi_{me}$  wird aus dem Wassermassenstrom  $q_m$  und den gemessenen Temperaturen  $t_1$  und  $t_2$  errechnet.

Diese Temperaturen werden zur Berechnung der spezifischen Enthalpien nach der internationalen Wasserdampftabelle für einen Bezugswasserdruck von 120 kPa verwendet:

$$\Phi_{me} = q_m (h_1 - h_2)$$

Der Wassermassenstrom wird aus der im Messgefäß gesammelten Wassermasse  $m$  und der entsprechenden Zeitspanne  $\tau$  errechnet.

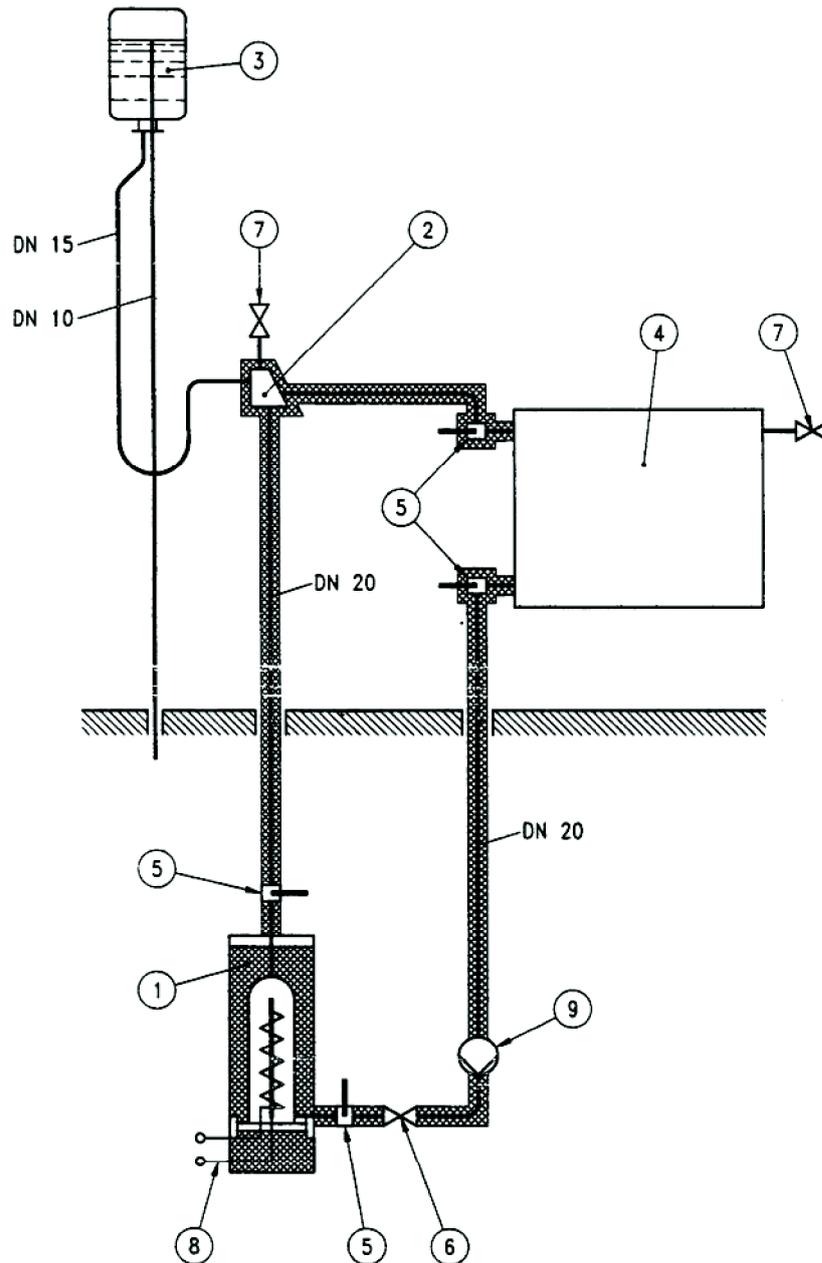
$$q_m = \frac{m}{\tau}$$



**Legende**

- |   |  |
|---|--|
| 1 Umwälzpumpe                             | 8 Ventil                                       |
| 2 Vorratsbehälter mit konstanter Füllhöhe | 9 Wärmeaustauscher                             |
| 3 Elektrisch beheizter Wärmeerzeuger      | 10 Ventil                                      |
| 4 Mischeinrichtung                        | 11 Ventil                                      |
| 5 Überlauf                                | 12 Filter                                      |
| 6 Ventil                                  | 13 Einrichtung zum Messen der Wassertemperatur |
| 7 Heizfläche                              | 14 Sammelbehälter                              |

**Bild 9 — Versuchsanordnung für das Wiegeverfahren**



**Legende**

- |   |                                    |   |                                      |
|---|------------------------------------|---|--------------------------------------|
| 1 | Elektrisch beheizter Wärmeerzeuger | 6 | Ventil                               |
| 2 | Entlüftungsgefäß                   | 7 | Entlüftungsventil                    |
| 3 | Ausdehnungsgefäß                   | 8 | Anschluss an Konstantspannungsquelle |
| 4 | Zu prüfende Heizfläche             | 9 | Pumpe                                |
| 5 | Wassertemperatur-Messstelle        |   |                                      |

**Bild 10 — Versuchsanordnung für das elektrische Verfahren**

### 6.4.4.3 Elektrisches Verfahren

Die Wärmeleistung  $\Phi_{me}$  ist die Differenz zwischen der dem Wärmeerzeuger zugeführten elektrischen Leistung  $P_{el}$  und den Wärmeverlusten  $\Phi_V$  des Wärmeerzeugers und der Rohrleitungen:

$$\Phi_{me} = P_{el} - \Phi_V$$

Die Pumpenleistung wird berücksichtigt.

Der Wassermassenstrom wird aus der Wärmeleistung und der Differenz der spezifischen Enthalpien berechnet:

$$q_m = \frac{\Phi_{me}}{(h_1 - h_2)}$$

### 6.4.4.4 Luftdruckkorrektur

Zur Berücksichtigung eines von  $p_0 = 101,3$  kPa abweichenden Luftdruckes ist die gemessene Wärmeleistung  $\Phi_{me}$  wie folgt zu korrigieren:

$$\Phi = \Phi_{me} [S_k + (1 - S_k) f_p]$$

Der Korrekturfaktor  $f_p$  ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$f_p = \left( \frac{p_0}{p} \right)^{n_p}$$

in der  $p$  der während der Prüfung gemessene Luftdruck ist und der Exponent  $n_p$  wie auch der Wert von  $S_k$  aus Tabelle 4 zu entnehmen ist.

ANMERKUNG Beispiele werden im Anhang G gegeben.

## 6.4.5 Bestimmung der charakteristischen Gleichung

**6.4.5.1** Die charakteristische Gleichung ist auf der Grundlage von mindestens drei Punkten bei konstantem Wassermassenstrom und bei folgenden Übertemperaturen zu bestimmen:

$$\Delta T = (30 \pm 2,5) \text{ K}$$

$$\Delta T = (50 \pm 2,5) \text{ K}$$

$$\Delta T = (60 \pm 2,5) \text{ K}$$

Während der Bestimmung der charakteristischen Gleichung darf sich die Bezugs-Lufttemperatur von einem Messpunkt zum anderen um nicht mehr als 1 K ändern (zusätzlich gelten die Bedingungen für den Beharrungszustand nach **6.4.5.2**).

Der Wassermassenstrom darf während der gesamten Prüfung nicht schwanken und um nicht mehr als 1 % vom eingestellten Wert abweichen.

Zum Bestimmen der charakteristischen Norm-Gleichung muss der Wassermassenstrom auf den Norm-Wassermassenstrom ( $q_{ms} \pm 5\%$ ) eingestellt werden.

### 6.4.5.2 Beharrungszustand

Während der gesamten Prüfdauer muss der Beharrungszustand sowohl für den Wärmeträger als auch für die Umgebungsbedingungen in der Prüfkabine aufrechterhalten werden. Die Messwerte sind in regelmäßigen Abständen durch ein Datenerfassungssystem festzustellen. Der Beharrungszustand wird als erreicht angesehen, wenn die Standardabweichungen aller (mindestens 12) Einzelmessungen in wenigstens 30 min kleiner als die Hälfte nachstehend genannter Spannen sind:

Wasser- und Lufttemperaturen (siehe 3.19, 3.20 und 3.23)	± 0,1 K
Wassermassenstrom	± 1 %

## 6.5 Darstellung der Ergebnisse

### 6.5.1 Norm-Wärmeleistung eines Modells

Für Heizflächen, die als Heizkörper einzuordnen sind, lautet die charakteristische Norm-Gleichung (Anhang C), die aus der Prüfung eines Modells gewonnen wurde:

$$\Phi = K_m \times \Delta T^n$$

Dabei ist

- $K_m$  die Konstante für das Modell;
- $n$  der Exponent der charakteristischen Gleichung.

Der Koeffizient  $K_m$  jedes Modells wird durch das folgende Verhältnis bestimmt:  $K_m = \Phi_s / 50^n$  und die sich daraus ergebende Gleichung lautet:

$$\Phi = \Phi_s (\Delta t / 50)^n$$

**6.5.1.1** Bei Heizflächen, die als Heizkörper einzuordnen und einer Modellreihe nach **5.2.1.4** oder **5.2.1.5** zuzurechnen sind, ändert sich die Wärmeleistung fast linear mit der Länge (d. h. der Exponent wird fast = 1) (siehe Anhang D).

So wird  $\Phi = \Phi_L \times L$  und für Heizkörper aus einer Anzahl identischer, vertikaler Glieder  $L = N_s \times L_s$ .

Damit wird die spezifische Regressionsgleichung:

$$\Phi_L = K_T \times H^b \times \Delta T^{(c_0 + c_1 \times H)}$$

Dabei ist

- $K_T$  die Konstante für die Modellreihe;
- $b$  der Exponent des charakteristischen Maßes.

**6.5.1.2** Für alle übrigen Heizflächen, die als Heizkörper einzuordnen und einer Modellreihe nach 5.2 zuzurechnen sind, müssen die Katalogleistungen für ungeprüfte Modelle der Modellreihe aus der spezifischen Regressionsgleichung der Modellreihe errechnet werden.

Der Exponent  $n$  für geprüfte Modelle entspricht dem aus den Messungen bestimmten Wert, bei ungeprüften Modellen der Modellreihe: -Exponent „ $n$ “ wird durch lineare Interpolationen zwischen zwei nebeneinanderliegenden Werten bestimmt.

### 6.5.2 Ermittlung der Katalogleistungen einer Modellreihe bei veränderlichem Wassermassenstrom

Nur bei Rippenrohrkonvektoren (siehe Bild G.8) ist eine Prüfung der Heizfläche bei verschiedenen Wassermassenströmen erforderlich (siehe 5.2.2.5 und Anhang D).

Die charakteristische Gleichung ist:

$$\Phi_L = K_T \times H^b \times q_m^c \times \Delta T^{(c_0 + c_1 \times H)}$$

wobei  $q_m$  der Wassermassenstrom ist.

## 7 Prüfbericht

Das Prüflaboratorium muss einen Prüfbericht erstellen, der auf den in dieser Europäischen Norm enthaltenen Verfahren und Rechenoperationen beruht. Das Muster des Prüfberichts ist in Anhang E wiedergegeben.

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- a) die charakteristische Norm-Gleichung eines jeden geprüften Modells;
- b) die Norm-Wärmeleistungen ( $\Phi_{50}$ ,  $\Phi_{30}$ ) eines jeden Modells;
- c) gegebenenfalls von dieser Europäischen Norm abweichende Einbaubedingungen;
- d) falls vom Hersteller gewünscht, die Druckabfallkurve (d. h. den Druck als Funktion des Wassermassenstromes).

Die Wärmeleistung des Moduls ist mathematisch zu runden bei Werten unter 100 auf eine Dezimalstelle, andernfalls auf eine ganze Zahl.

Der Funktionsexponent ist auf vier Dezimalstellen anzugeben.

Die Temperatur ist auf eine Dezimalstelle anzugeben.

**Tabelle 4 — Strahlungsanteil der Wärmeleistung „ $S_K$ “ und Exponent „ $n_p$ “**

Bauart des Heizkörpers	Strahlungsanteil der Wärmeleistung $S_K$	Exponent $n_p$ Höhe des Heizkörpers	
		$H < 400$ mm	$H \geq 400$ mm
Gliederheizkörper aus Stahl vertikal (siehe Bild G.1)			
Tiefe $b \leq 110$ mm	0,30	0,40	0,50
Tiefe $b > 110$ mm	0,25	0,45	0,65
Horizontal durchströmte Heizkörper / Handtuchheizkörper (siehe Bild G.3)			
Tiefe $b \leq 30$ mm	0,27	0,36	0,40
Tiefe $b > 30$ mm	0,25	0,40	0,45
Gliederheizkörper aus Aluminium vertikal, Frontseite geschlossen (siehe Bild G.2)	0,25	0,55	0,65
mehrsäuliger Stahl-Röhrenheizkörper (siehe Bild G.9)			
Tiefe $b \leq 110$ mm	0,30	0,40	0,50
Tiefe $b > 110$ mm	0,25	0,45	0,65
Faltenradiatoren (siehe Bild G.4)	0,25	0,55	0,70
Rohrregisterheizkörper (siehe Bild G.5)	0,20	0,65	0,75
Flachheizkörper einreihig ohne Konvektionsteil	0,50	0,40	0,50
Flachheizkörper einreihig mit 1 Konvektionsteil			
Rippenteilung $\leq 25$ mm	0,35	0,60	0,70
Rippenteilung $> 25$ mm	0,35	0,55	0,60
Flachheizkörper einreihig mit 2 Konvektionsteilen			
Rippenteilung $\leq 25$ mm	0,25	0,65	0,75
Rippenteilung $> 25$ mm	0,25	0,60	0,65
Flachheizkörper zweireihig ohne Konvektionsteil	0,35	0,40	0,55
Flachheizkörper zweireihig mit 1 Konvektionsteil bzw. mit 2 innenliegenden Konvektionsteilen (siehe Bild G.6)			
Rippenteilung $\leq 25$ mm	0,20	0,60	0,75
Rippenteilung $> 25$ mm	0,20	0,55	0,70
Flachheizkörper zweireihig mit 3 Konvektionsteilen bzw. 2 Konvektionsteilen hinter jeder Platte			
Rippenteilung $\leq 25$ mm	0,15	0,60	0,75
Rippenteilung $> 25$ mm	0,15	0,55	0,70
Flachheizkörper drei- und mehrreihig ohne Konvektionsteil	0,20	0,40	0,55
Flachheizkörper drei- und mehrreihig mit 1 Konvektionsteil			
Rippenteilung $\leq 25$ mm	0,15	0,55	0,70
Rippenteilung $> 25$ mm	0,15	0,50	0,65
Flachheizkörper drei- und mehrreihig mit mehreren Konvektionsteilen (siehe Bild G.7)			
Rippenteilung $\leq 25$ mm	0,10	0,65	0,90
Rippenteilung $> 25$ mm	0,10	0,60	0,80
Konvektoren ohne Verkleidung	2,5 mm < Teilung $\leq 4$ mm Teilung $> 4$ mm	0,05 0,05	1,0 0,8
Konvektoren mit Verkleidung	Höhe der Verkleidung $< 400$ mm 2,5 mm < Teilung $\leq 4$ mm Teilung $> 4$ mm	0,00 0,00	0,90 0,75
Konvektoren mit Verkleidung	Höhe der Verkleidung $\geq 400$ mm 2,5 mm < Teilung $\leq 4$ mm Teilung $> 4$ mm	0,00 0,00	0,60 0,55
Bei Heizkörpern mit verchromter und polierter Oberfläche gilt: $S_K = 0$ und $n_p$ entspricht demjenigen der entsprechenden lackierten Heizkörpern. Bei anderen Oberflächenbehandlungen wird der Faktor $S_K$ wie folgt berechnet: $\frac{\varepsilon}{0,92} \cdot S_{K,p}$			
Dabei ist			
$S_{K,p}$ der $S_K$ -Faktor des entsprechenden lackierten Radiators;			
$\varepsilon$ der Emissionsgrad der Oberfläche.			
Der Exponent $n_p$ ist fast unabhängig von der Übertemperatur $\Delta T$ . Die in der Tabelle angegebenen Werte basieren auf $\Delta T = 50$ K und können für alle $\Delta T$ verwendet werden.			

## Anhang A (normativ)

### Maßprüfung der Master-Heizflächen

Nach erfolgter Lackierung sind die Maße der Master-Heizflächen unter Verwendung der entsprechenden Formblätter dieses Anhangs zu überprüfen (siehe Bilder A.1, A.2 und A.3).

Der arithmetische Mittelwert eines jeden Maßes muss innerhalb der im Formblatt angegebenen Grenzen liegen.

Das ermittelte Gewicht und der Wasserinhalt sind in das Formblatt einzutragen.

Das ausgefüllte Formblatt muss von dem Prüflaboratorium für jede weitere Kontrolle zur Verfügung gehalten werden.

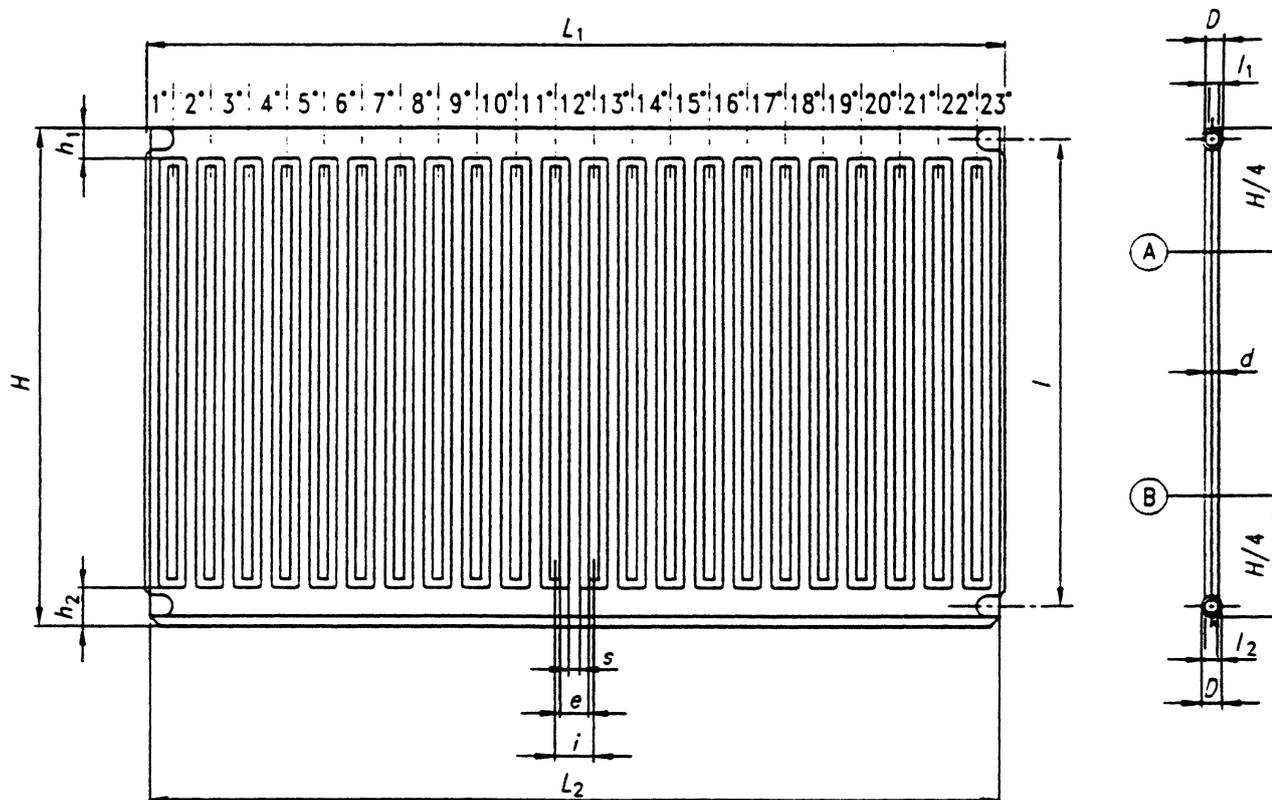


Bild A.1 — Master-Heizfläche 1 Maßprüfung, zu ermittelnde Maße

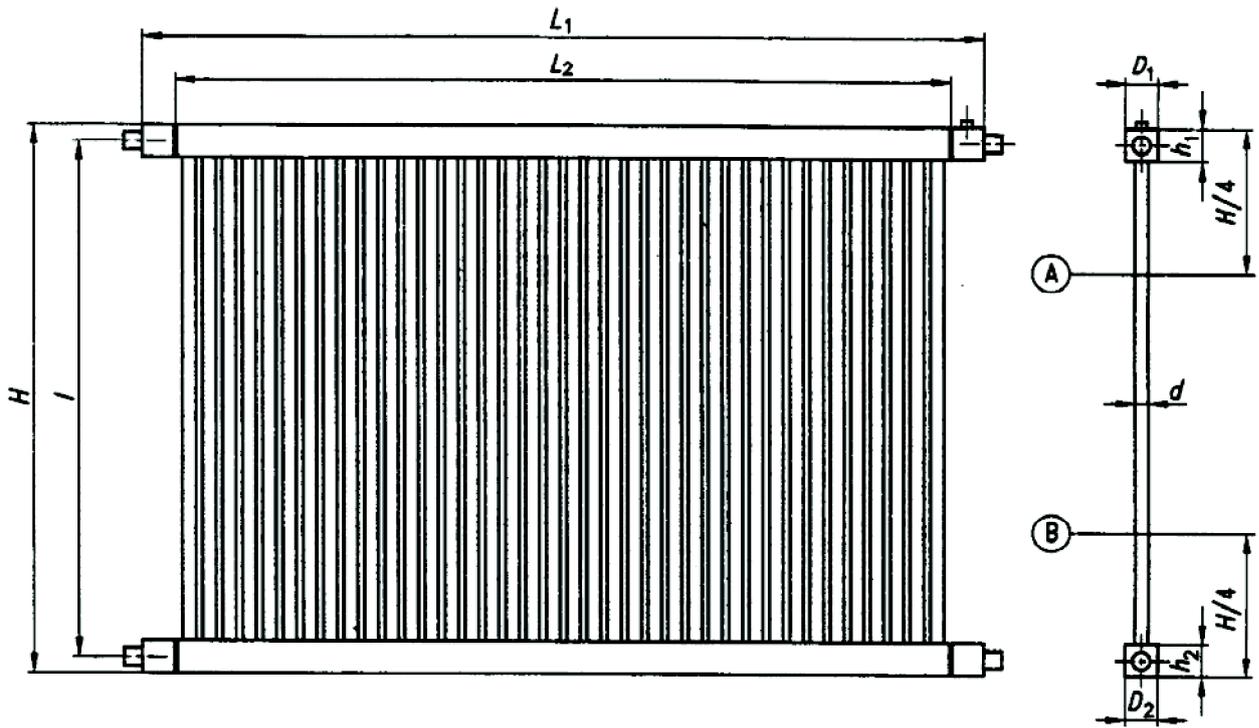


Bild A.2 — Master-Heizfläche 2 Maßprüfungstabelle

N <sub>s</sub>	H	D		äußerer Rohrdurchmesser		andere Daten
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>A</sub>	d <sub>B</sub>	
1						Länge L <sub>1</sub> (1 249 mm bis 1 251 mm) L <sub>2</sub> (1 149 mm bis 1 151 mm)
2						
3						Anschlussdurchmesser I (799 mm bis 801 mm)
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
Mittelwerte	H	D	d			

zulässiger Höchst- und Mindestwert  
des jeweiligen Maßes

H	D	d	h
849	49,5	19,9	49,5
851	50,5	20,1	50,5

Bild A.2 — Master-Heizfläche 2 Maßprüfungstabelle (fortgesetzt)

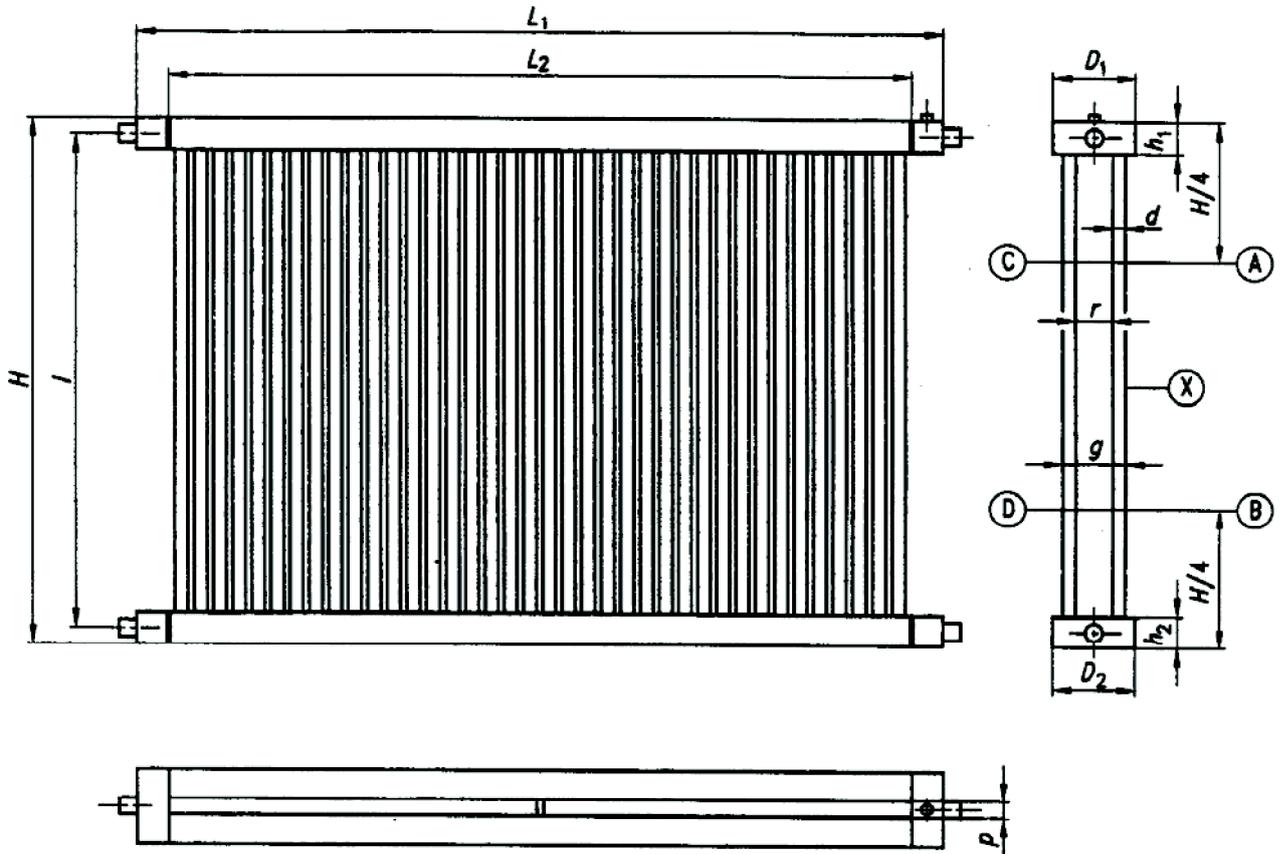


Bild A.3 — Master-Heizfläche Nr. 3 Maßprüfungstabelle, zu ermittelnde Maße

N <sub>s</sub>	H	D		äußerer Rohrdurchmesser d				g			r			
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	dA	dB	dC	dD	gA	gX	gB	rA	rX	rB	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
Mittelwerte	H	D	d				gA	gX	gB	rA	rX	rB		

andere Daten

Länge L<sub>1</sub> (1 249 mm bis 1 251 mm)  
L<sub>2</sub> (1 149 mm bis 1 151 mm)

Anschlussdurchmesser  
l (799 mm bis 801 mm)

zulässiger Höchst- und Mindestwert  
des jeweiligen Maßes

H	D	d	e	g	r	h	p
849	129,6	19,9	29,7	99,7	59,7	49,5	29,7
851	130,4	20,1	30,3	100,3	60,3	50,5	30,3

Bild A.3 — Master-Heizfläche Nr. 3 Maßprüfungstabelle, zu ermittelnde Maße (fortgesetzt)

## Anhang B (informativ)

### Bestimmung des Druckabfalls

#### Einleitung

Heizkörper sind unempfindlich gegenüber dem Wassermassenstrom und der Druckabfall in ihnen ist vernachlässigbar. Selbst in Konvektoren ist der Druckabfall gewöhnlich kleiner als 1 000 Pa und für manche Modellfamilien kleiner als 200 Pa. Demzufolge trägt der Druckabfall nicht wesentlich zu den Druckverlusten eines Heizungssystems bei.

Nichtsdestotrotz ist es erforderlich, bei Konvektoren und anderen Heizflächen, deren Wärmeleistung vom Wassermassenstrom abhängig ist, jeden Heizkörper des Heizungssystems mit dem richtigen Wassermassenstrom zu versorgen, um die Nenn-Wärmeleistung zu erhalten.

Es wird deshalb empfohlen, bei solchen Heizkörpern, die üblicherweise bei mehr als einem Wassermassenstrom geprüft worden sind, den Druckabfall zu prüfen und die Koeffizienten der Druckabfall-Kennlinie im Katalog anzugeben.

Der Druckabfall über einen Heizkörper bezieht sich nur auf die Gestaltung der Wasserführung (nicht das Gehäuse) und ist abhängig von:

- a) dem Wassermassenstrom;
- b) der Wassertemperatur, soweit sie die Dichte und die Viskosität des Heizmittels beeinflusst;
- c) den Querschnitten der Wasserwege (der durch die Zahl der parallelen Wasserkanäle und ihren Querschnitt bestimmt wird);
- d) der Länge der Wasserwege (d. h. die Länge eines jeden Kanals);
- e) die Anzahl der örtlichen Strömungswiderstände (wie Biegungen) in jedem Kanal;
- f) die Wasserverteilung zwischen den parallelen Kanälen.

Werden dieselben Prüflinge sowohl für die Prüfung der Wärmeleistung als auch für die Prüfung des Druckabfalls verwendet, kann der Längeneinfluss nicht bestimmt werden und die Druckabfall-Gleichung lässt sich nur für die geprüften Modelle angeben. Wenn der Einfluss des Druckabfalls für eine Modellreihe oder Modellfamilie benötigt wird, ist der Längeneinfluss signifikant und kann nur durch Prüfen zusätzlicher Prüflinge von anderen Längen ermittelt werden. In diesem Fall sollte das gewählte Modell den Bereich der Länge der Modellreihe umfassen.

Die Druckabfall-Prüfungen werden vorzugsweise bei der Norm-Übertemperatur durchgeführt. Der Einfluss der Wassertemperatur ist jedoch allgemein gering, und die Prüfungen können bei  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$  durchgeführt werden, sofern dies im Katalog angegeben wird.

Die Prüfungen von Druckabfall und Wärmeleistung können gleichzeitig durchgeführt werden, wenn der Druckabfall mit dem gleichen Wassermassenstrom geprüft wird, der für die Prüfung der Wärmeleistung erforderlich ist. Es sollten jedoch wenigstens drei Wassermassenströme gewählt werden, um den vom Hersteller empfohlenen Installationsarten gerecht zu werden.

## B.1 Gleichung zur Bestimmung des Druckabfalls einer Modellreihe

Die Gleichung zur Bestimmung des Druckabfalls einer Modellreihe lautet:

$$\Delta p = K \times L^g \times A^a \times q_m^d$$

wobei  $A$  der Strömungsquerschnitt ist. Die meisten vorhandenen Konvektor-Modellreihen unterscheiden sich nur in der Länge, so dass  $A$  sich nicht ändert.

Sofern die Modellreihen innerhalb einer Modellfamilie eine einfache, geometrische Beziehung zueinander haben, kann die Gleichung für die gesamte Modellfamilie angewendet werden. Die Koeffizienten der Druckabfall-Kennlinie sind gemäß Anhang D durch multiple Regression zu bestimmen.

Um gültig zu sein, müssen alle gemessenen Druckabfälle auf  $\pm 10\%$  mit den durch die Gleichung Vorhergesagten übereinstimmen. Fällt einer aus diesem Bereich heraus, sollten die Modellreihen aufgeteilt und neue Gleichungen für jede Untermenge der Ergebnisse abgeleitet werden.

### B.1.1 Charakteristische Gleichung zur Bestimmung des Druckabfalls eines Modells

Die charakteristische Gleichung zur Bestimmung des Druckabfalls eines Modells lautet:

$$\Delta p = K \times q_m^d$$

wobei der Index  $d$  üblicherweise nahe 2 liegt.

Die Druckabfall-Prüfung ist am gleichen Modell durchzuführen, das für die Prüfung der Wärmeleistung verwendet wurde.

Der Druckabfall ist bei nicht weniger als drei Wassermassenströmen zu bestimmen, die 50 %, 100 % und 200 % des jeweiligen Norm-Wassermassenstromes entsprechen.

Zum Bestimmen der Parameter der charakteristischen Gleichung sind die Prüfwerte nach dem Regressionsverfahren zu verbinden.

## B.2 Prüfverfahren

### B.2.1 Messwasserversorgung

In Bild B.1 ist ein Beispiel für eine geeignete Prüfeinrichtung zur Bestimmung des Druckabfalls dargestellt.

Die Heizfläche ist in eine Vorrichtung zur Messwasserversorgung einzubauen, die aus zwei Rohrleitungen mit dem Nenndurchmesser des jeweiligen Heizkörperanschlusses besteht. Jede Leitung muss mindestens eine Länge des 20fachen Innendurchmessers aufweisen. Die Innenfläche muss sauber und glatt sein.

### B.2.2 Druckmessanschlüsse

Jede der Rohrleitungen ist mit einem Messkopf mit Wirkdruckbohrungen oder einem Wirkdruckring zu versehen. Die Ausführung des Messkopfes und der Anschlüsse ist in Bild B.3 dargestellt. Zwischen den Messköpfen und der Heizfläche müssen folgende Abstände eingehalten werden:

— der 5fache Innendurchmesser für den Messkopf in Strömungsrichtung vor der Heizfläche;

und

— der 10fache Innendurchmesser für den Messkopf in Strömungsrichtung hinter der Heizfläche.

## B.3 Prüfverfahren

### B.3.1 Aufbau

**B.3.1.1** Die Vor- und Rücklaufrohre sind an der Heizfläche und an die entsprechenden Gegenstücke anzuschließen und die Manometerleitungen sind an die Messvorrichtung anzuschließen.

**B.3.1.2** Ein Wasserdurchfluss über dem Norm-Wasserdurchfluss ist einzustellen und das System sorgfältig zu entlüften. Vor Durchführung der Prüfungen müssen die Messköpfe entlüftet werden. Luft-einschlüsse können einfach festgestellt werden, wenn man durchsichtige Kunststoffrohre verwendet.

## B.4 Differenzdruckmessungen mit einem umgekehrten U-Rohr-Manometer

(siehe Bild B.2)

### B.4.1 Messtechnik

Die bei diesen Prüfungen erhaltenen Differenzdruckwerte sind klein und demzufolge führen kleine Versehen in der Messtechnik zu unverhältnismäßig großen Fehlern.

Durch das in den nachfolgenden Unterabschnitten beschriebene Ausschalten gewöhnlicher Fehlerquellen wird ein größeres Vertrauen in die Messung sichergestellt.

### B.4.2 Wirkung der Oberflächenspannung

Die Stabilität des Meniskus wird erhöht durch:

- Verwenden von Manometerrohren mit Innendurchmessern  $> 10$  mm;
- Einbringen von zwei oder drei Tropfen eines Benetzungsmittels in das umgekehrte U-Rohr-Manometer und die Wirkdruck-Messringe (siehe Bild B.3)

### B.4.3 Undichtheiten

Insbesondere an Biegungen sind die Rohrleitungen auf Risse zu untersuchen. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass die Rohrleitungen sicher mit Verschraubungsstüben oder -kegeln verbunden sind, ohne gleichzeitig eingeschnitten zu werden.

Eine Undichtheit kann auch durch ein fehlerhaftes Ausgleichsventil entstehen. Besteht Verdacht auf ein Leck, sollte die Manometeranordnung hydraulisch mit einem statischen Druck von mehr als 500 mbar überprüft werden.

### B.4.4 Lufteinschlüsse in Verbindungsleitungen

Fehler können durch Inhomogenität der umgekehrten U-Rohr Manometerflüssigkeit verursacht werden. Es besteht die Gefahr, dass sich Luft an irgendeiner Stelle der Innenwand der Verbindungsleitungen zwischen Wirkdruck-Messring und umgekehrtem U-Rohr-Manometer und ebenso im Messring selbst sammelt. Es ist deshalb wichtig, die Verbindungsleitungen von der Unterseite des Wirkdruck-Messrings zum umgekehrten U-Rohr Manometer gleichmäßig steigend und somit ohne Knick zu führen. Vor Durchführung der Prüfungen sollte der Wirkdruck-Messring entlüftet werden. Bei Verwendung durchsichtiger (lichtdurchlässiger) Kunststoffrohre lassen sich Lufteinschlüsse einfacher feststellen.

#### **B.4.5 Verstopfte Druckbohrungen**

Um sicherzugehen, dass sie nicht verstopft sind, empfiehlt es sich, Druckbohrungen vor und nach einer Reihe von Prüfungen zu untersuchen.

Die Verschlussstopfen des Wirkdruck-Messrings erlauben Zugang zum Beseitigen von Verstopfungen mit einer dünnen Sonde.

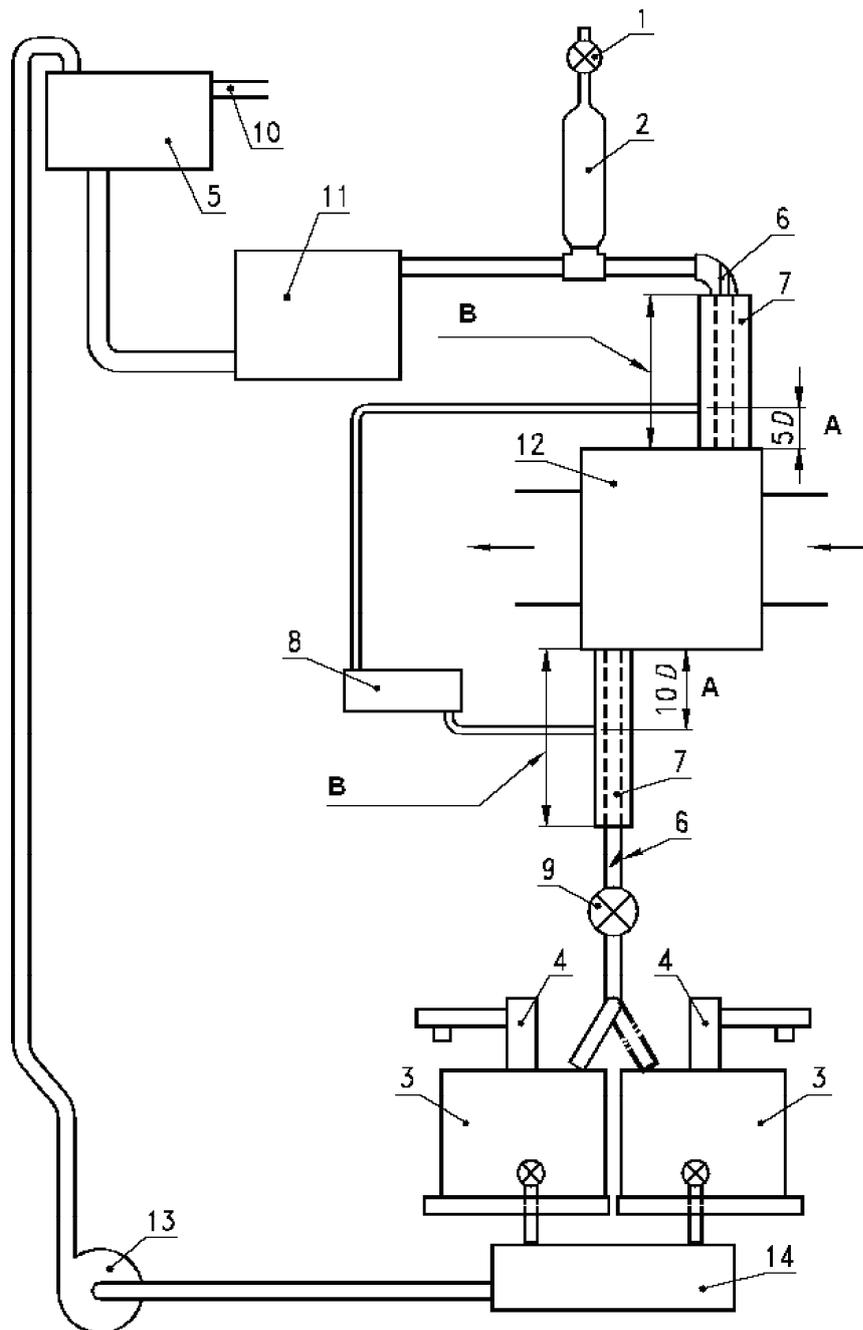
#### **B.4.6 Höhe der Vor- und Rücklaufanschlüsse**

Die Vor- und Rücklaufanschlüsse sollten vorzugsweise in der gleichen, waagrechten Achse liegen.

#### **B.4.7 Dämpfung (Drosselung) übermäßiger Bewegung (Schwingung) der Flüssigkeit im umgekehrten U-Rohr-Manometer**

Dämpfung kann mit einem Absperr- oder Quetschhahn, einer kapillaren Einengung (Wirkung der Viskosität) oder einem porösen Stopfen in der Verbindungsleitung erzielt werden. Übermäßige Dämpfung bewirkt jedoch Fehler und es ist wichtig, dass die Dämpfung auf jeder Seite des umgekehrten U-Rohr-Manometers gleich ist.

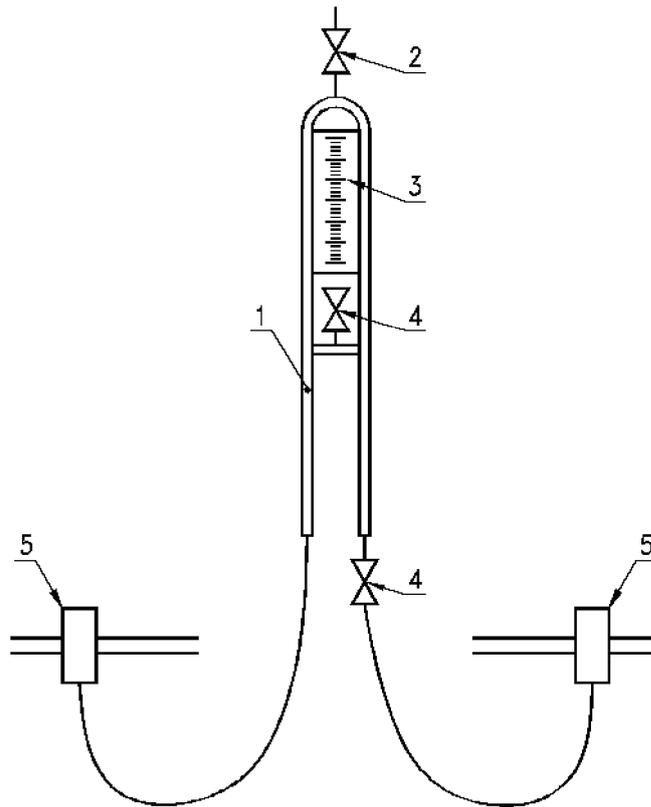
Maße in Millimeter



**Legende**

- |   |                                       |    |                              |
|---|---------------------------------------|----|------------------------------|
| 1 | Luftabsperrentil                      | 8  | Umgekehrtes U-Rohr-Manometer |
| 2 | Luft-Sammelbehälter                   | 9  | Durchflussregelventil        |
| 3 | Wasserbehälter                        | 10 | Überlauf                     |
| 4 | Balkenwaage                           | 11 | Wassererwärmer               |
| 5 | Behälter mit konstanter Füllhöhe      | 12 | Zu prüfende Heizfläche       |
| 6 | Thermometertasche                     | 13 | Pumpe                        |
| 7 | Isolierter, ungestörter Rohrabschnitt | 14 | Sammelbehälter               |
| A | Druckmessanschluss                    | B  | 20 Rohrdurchmesser           |

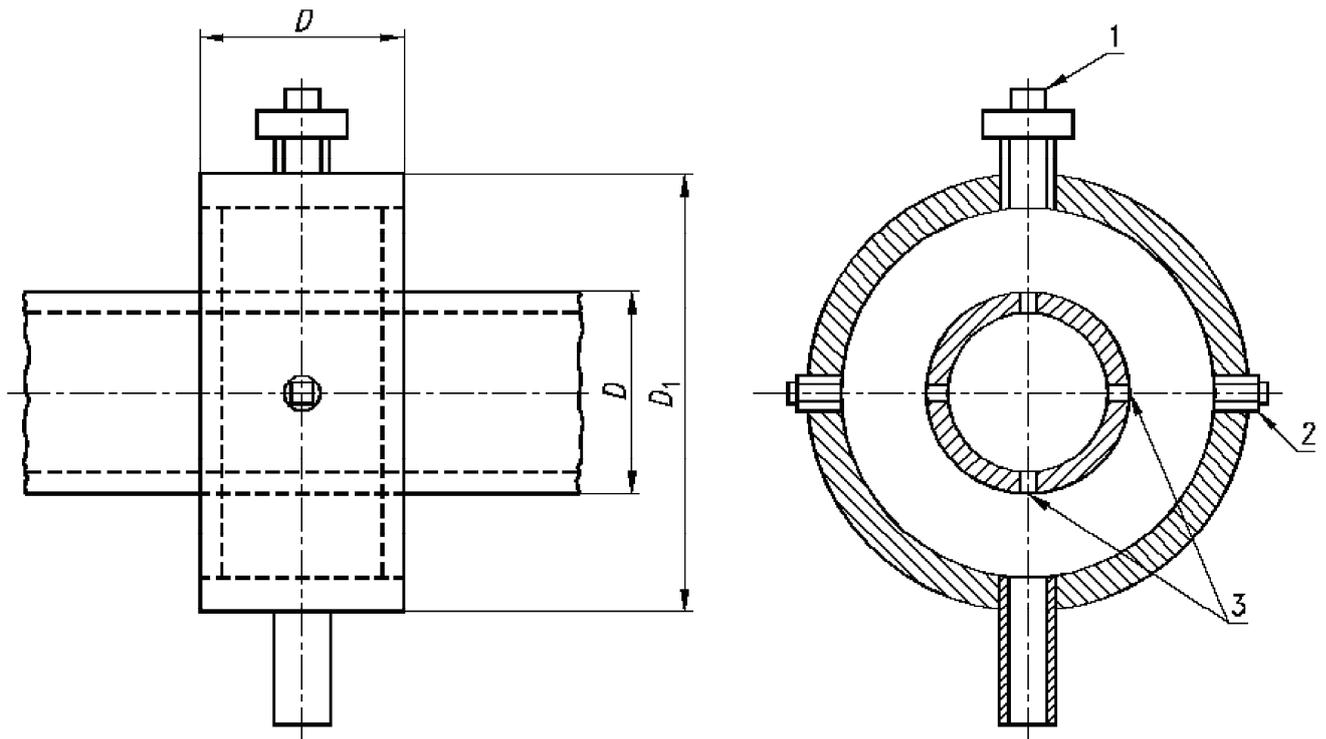
**Bild B.1 — Versuchsanordnung zur Messung des Druckabfalls (offener Wasserkreis)**



**Legende**

- |   |                                     |   |                    |
|---|-------------------------------------|---|--------------------|
| 1 | Rohrdurchmesser $\varnothing$ 10 mm | 4 | Ventil             |
| 2 | Ventil                              | 5 | Wirkdruck-Messring |
| 3 | Skala mit Lupe                      |   |                    |

**Bild B.2 — Umgekehrtes U-Rohr-Manometer**



BSP Rohrstopfen  
zum umgekehrten U-Rohr

**Legende**

- 1 Entlüftung
- 2 Verschlussstopfen
- 3 Bohrungen 1 mm (gratfrei)

$$D_1 = D + 10 \text{ mm} + 2 \text{ mm} \times \text{Rohrwanddicke}$$

**Bild B.3 — Wirkdruck-Messring, Einzelheit**

## Anhang C (normativ)

### Regression der kleinsten Quadrate für ein Modell

Die charakteristische Gleichung:

$$\Phi = K_M \times \Delta T^n$$

wird in logarithmischen Koordinaten zu:

$$\log \Phi = \log K_M + n \times \log \Delta T$$

Nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate erhält man folgende Werte für  $\log K_M$  und  $n$ :

$$\log K_M = \frac{\sum (\log \Phi) \times \sum [(\log \Delta T)^2] - \sum (\log \Delta T \times \log \Phi) \times \sum (\log \Delta T)}{N \times \sum [(\log \Delta T)^2] - (\sum (\log \Delta T))^2}$$

$$n = \frac{N \times \sum [(\log \Delta T \times \log \Phi)] - \sum (\log \Delta T) \times \sum (\log \Phi)}{N \times \sum [(\log \Delta T)^2] - (\sum (\log \Delta T))^2}$$

Dabei ist

$N$  die Anzahl der Messstellen

## Anhang D (normativ)

### Analyse der Prüfergebnisse durch das Verfahren der kleinsten Quadrate der multiplen Regression

Die allgemeine Gleichung zur Berechnung Wärmeleistung einer Typreihe lautet:

$$\Phi = K_T \times L^a \times H^b \times \Delta T^{(c_0 + c_1 H)} \times q_m^c$$

Alle im Verlauf einer Prüfreihe nicht geänderten Parameter werden in der Gleichung gestrichen. Die Gleichung kann in logarithmischer Form wie folgt dargestellt werden:

$$\log \Phi = \log K_T + a \log L + b \log H + c_0 \log \Delta T + c_1 H \log \Delta T + c \log q_m$$

Zur einfacheren Darstellung kann dies wie folgt geschrieben werden:

$$\Phi = K' + a L' + b H' + c_0 \Delta T' + c_1 H \Delta T' + c q' \tag{D.0}$$

Diese Gleichung hat 6 Unbekannte, weshalb 5 weitere Gleichungen für eine Lösung erforderlich sind. Diese erhält man durch Multiplikation der Gleichung D.0 der Reihe nach mit jeder der 5 Unbekannten. Enthalten die Prüfergebnisse N Messreihen für die Variablen, so kann jede Gleichung als die Summe von N identischen Gleichungen dargestellt werden, in die jeweils eine Messreihe eingesetzt wurde. Damit werden die sechs Gleichungen zu:

$$\begin{aligned} \Sigma \Phi &= K'N + a \Sigma L' + b \Sigma H' + c_0 \Sigma T' + c_1 \Sigma HT' + c \Sigma q' \\ \Sigma \Phi L' &= K' \Sigma L' + a \Sigma (L')^2 + b \Sigma HL' + c_0 \Sigma TL' + c_1 \Sigma HTL' + c \Sigma q'L' \\ \Sigma \Phi H' &= K' \Sigma H' + a \Sigma LH' + b \Sigma (H')^2 + c_0 \Sigma TH' + c_1 \Sigma HT'H' + c \Sigma q'H' \\ \Sigma \Phi T' &= K' \Sigma T' + a \Sigma LT' + b \Sigma HT' + c_0 \Sigma (T')^2 + c_1 \Sigma HT'T' + c \Sigma q'T' \\ \Sigma \Phi HT' &= K' \Sigma HT' + a \Sigma LHT' + b \Sigma HHT' + c_0 \Sigma THT' + c_1 \Sigma (HT')^2 + c \Sigma q'HT' \\ \Sigma \Phi q' &= K' \Sigma q' + a \Sigma Lq' + b \Sigma Hq' + c_0 \Sigma Tq' + c_1 \Sigma HT'q' + c \Sigma (q')^2 \end{aligned}$$

Durch gleichzeitige Lösung dieser Gleichungen erhält man die beste Näherung für die kleinsten Quadrate der sechs Unbekannten  $K, a, b, c_0, c_1, c$ . In den meisten Fällen sind ein oder mehrere Parameter unveränderlich und alle Glieder mit diesen werden weggelassen.

Die Gleichungen können bequem in Matrixform geschrieben werden:

$\Sigma \Phi$	=	$N$	$\Sigma L$	$\Sigma H'$	$\Sigma T$	$\Sigma HT$	$\Sigma q'$	$K'$
$\Sigma \Phi L'$	=	$\Sigma L'$	$\Sigma (L')^2$	$\Sigma HL'$	$\Sigma TL'$	$\Sigma HTL'$	$\Sigma q'L'$	$a$
$\Sigma \Phi H'$	=	$\Sigma H'$	$\Sigma LH'$	$\Sigma (H')^2$	$\Sigma TH'$	$\Sigma HT'H'$	$\Sigma q'H'$	$b$
$\Sigma \Phi T'$	=	$\Sigma T'$	$\Sigma LT'$	$\Sigma HT'$	$\Sigma (T')^2$	$\Sigma HT'T'$	$\Sigma q'T'$	$c_0$
$\Sigma \Phi HT'$	=	$\Sigma HT'$	$\Sigma LHT'$	$\Sigma HHT'$	$\Sigma THT'$	$\Sigma (HT')^2$	$\Sigma q'HT'$	$c_1$
$\Sigma \Phi q'$	=	$\Sigma q'$	$\Sigma L'q'$	$\Sigma H'q'$	$\Sigma T'q'$	$\Sigma HT'q'$	$\Sigma (q')^2$	$c$

wobei Variablen durch Auslassen der entsprechenden Zeilen und Spalten übergangen werden können.

Die Matrizes können wie folgt geschrieben werden:

$$\{Y\} = [X] \{A\}$$

Durch Umformen erhält man eine explizite Gleichung für den Regressionskoeffizienten Vektor **{A}**:

$$\{A\} = [X]^{-1} \{Y\}$$

Die Matrix **[X]** hat maximal  $6 \times 6$  Glieder und lässt sich mit vielerlei Standardtechniken leicht umformen.

Um die Gleichung anwenden zu können, müssen alle gemessenen Wärmeleistungen innerhalb einer Spanne von  $\pm 2 \%$  des durch die Gleichung vorhergesagten Wertes liegen.

Liegt eine außerhalb dieses Bereiches, muss die Modellreihe aufgeteilt werden und es müssen neue Gleichungen für jede Teilmenge der Ergebnisse abgeleitet werden.

**Anhang E**  
(normativ)

**Muster des Prüfberichtes**

Prüfstelle \_\_\_\_\_

Beurteilungsbericht Nr. \_\_\_\_\_

Ausgestellt von \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

Eine kurze Beschreibung der Prüfkabine liegt bei.

Dieser Bericht umfasst \_\_\_\_\_ Seiten und darf nur ungekürzter Form vervielfältigt werden.

Prüfbericht Nr. \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

Antragsteller \_\_\_\_\_

Anschrift des Antragstellers \_\_\_\_\_

Prüfung nach der Europäischen Norm EN 442-2 \_\_\_\_\_

Kurzbeschreibung des Heizkörpers (Werkstoff, Bauart, usw.) \_\_\_\_\_

Zeichnungen (Identifikationsdaten der Zeichnungen, nach denen die Maßprüfung durchgeführt wurde)

Modellreihe \_\_\_\_\_

Handelsbezeichnung des Herstellers \_\_\_\_\_

Bezeichnung der Modellreihe \_\_\_\_\_

Die Modellreihe enthält folgende Modelle (bei einem einzigen Modell genügt die Angabe des Modells):

Modell	Zeichnungs-Nr.	Geprüft (ja/nein)

Charakteristische Gleichung der Modellreihe \_\_\_\_\_

Veränderliches, charakteristisches Maß (siehe Zeichnung Nr....): \_\_\_\_\_

1. Bauhöhe \_\_\_\_\_ 2. Anderes Maß \_\_\_\_\_

Charakteristische Gleichung \_\_\_\_\_

Prüfer

Verantwortlicher Prüfer

Prüfstellenleiter

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Beschreibung des Prüfstandes und der Durchführung**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Norm-Wärmeleistung der geprüften Modelle**

Modell	Länge mm	Höhe mm	Tiefe mm	Masse kg	Wasserinhalt l	Wärmeleistung W/m W/Glied

Charakteristische Gleichungen Regressionsgleichung einer Modellreihe:

$$\Phi_L = K_T \times H^b \times q_m^c \times \Delta T^{(c_0 + c_1 H)}$$

Dabei ist

$K_T$  = .....

$b$  = .....

$c_0$  = .....

$c_1$  = .....

$c$  = ..... (= 0 falls Heizkörper)

Die charakteristische Gleichung der geprüften Modelle:

Modell: .....

$$\Phi = K_M \times \Delta T^n$$

Dabei ist

$K_M$  = .....

$n$  = .....

Differenz zwischen dem geprüften Wert und dem durch die Regressionsgleichung der Modellreihe berechneten Wert:

Differenz = .....%

Nicht geprüfte Modelle (berechnete Werte):

Modell: .....

$\Phi_{50}$  = .....

$n$  = .....

$\Phi_{30}$  = .....

$n$  = .....

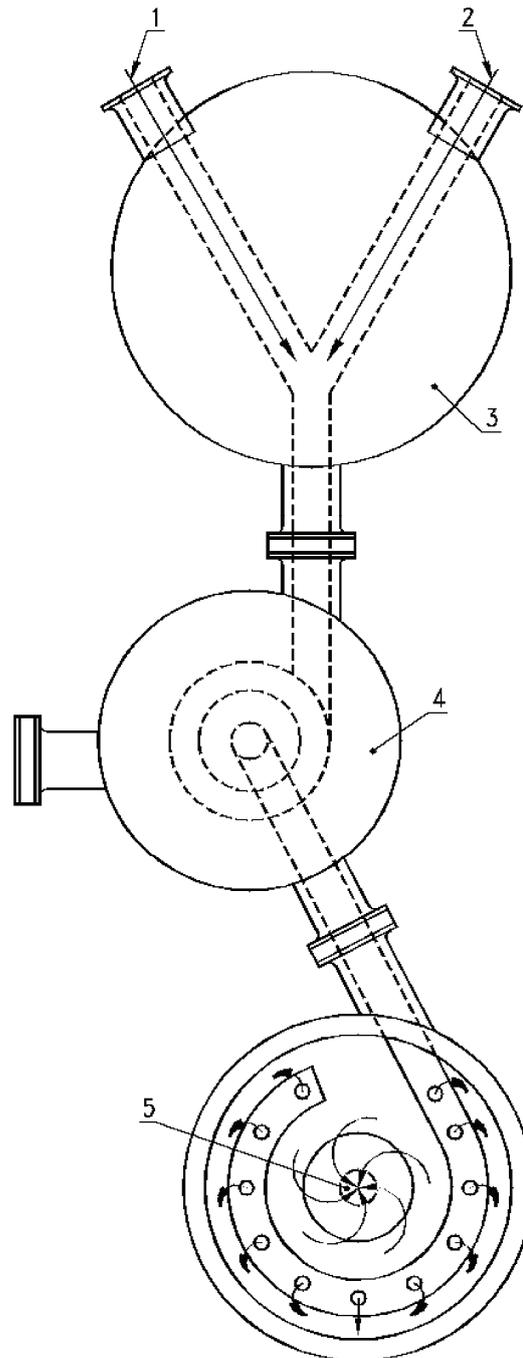
Mittelwerte aus Messgrößen und Ergebnissen (ein Blatt für jedes geprüfte Modell)

	Symbol	Einheit	Messpunkt		
			1	2	3
Luftdruck	$p$	kPa			
Bezugs-Lufttemperatur	$t_r$	°C			
Vorlauftemperatur	$t_1$	°C			
Rücklauftemperatur	$t_2$	°C			
Temperaturunterschied	$t_1 - t_2$	K			
Enthalpie im Vorlauf	$h_1$	J/kg			
Enthalpie im Rücklauf	$h_2$	J/kg			
Enthalpiedifferenz	$\Delta h$	J/kg			
Mittlere Wassertemperatur	$t_m$	°C			
Übertemperatur	$\Delta T$	K			
<b>Wiegeverfahren</b>					
Wassermassenstrom	$q_m$	kg/s			
Wärmeleistung (gemessen)	$\Phi_{me}$	W			
<b>Elektrisches Verfahren</b>					
Elektrische Leistung	$P_{el}$	W			
Wärmeverluste	$\Phi_v$	W			
Wärmeleistung mit Luftdruck-Korrektur	$\Phi$	W			

## Anhang F (informativ)

### Geräte und Verfahren zum Überprüfen der Einrichtung zum Messen des kalorischen Mittelwertes der Temperaturen

Bild F.1 zeigt das Gerät zum Überprüfen der Einrichtung zum Messen des kalorischen Mittelwertes. Im Eingang der Messeinrichtung kann eine Temperaturdifferenz von etwa 10 K konstant gehalten werden. Die in der Prüfeinrichtung aufgenommene Temperatur wird mit der Temperatur in einer zweiten Einrichtung (oder der besonderen Mischvorrichtung) verglichen, die hinter der Prüfeinrichtung angebracht ist. Beide Einrichtungen sind besonders gut wärmegeklämt. Bei einer Temperaturdifferenz von 10 K darf die in der Prüfeinrichtung aufgenommene Temperatur nicht mehr als 0,1 K von der in der zweiten Einrichtung ermittelten Temperatur abweichen. Unter der Annahme, dass die Temperatur des Wassermassenstromes am Eingang der Messeinrichtung während der Prüfung um 2 K abweicht, kann für die Bestimmung der gewichteten Mitteltemperatur eine Unsicherheit von 0,01 K extrapoliert werden.



**Legende**

- 1 Kalt
- 2 Warm
- 3 Einrichtung zum Erzeugen geschichteter Strömungen
- 4 Messvorrichtung
- 5 Mischvorrichtung zum Messen der tatsächlichen gewichteten Mitteltemperatur (oder eine zweite Messvorrichtung)

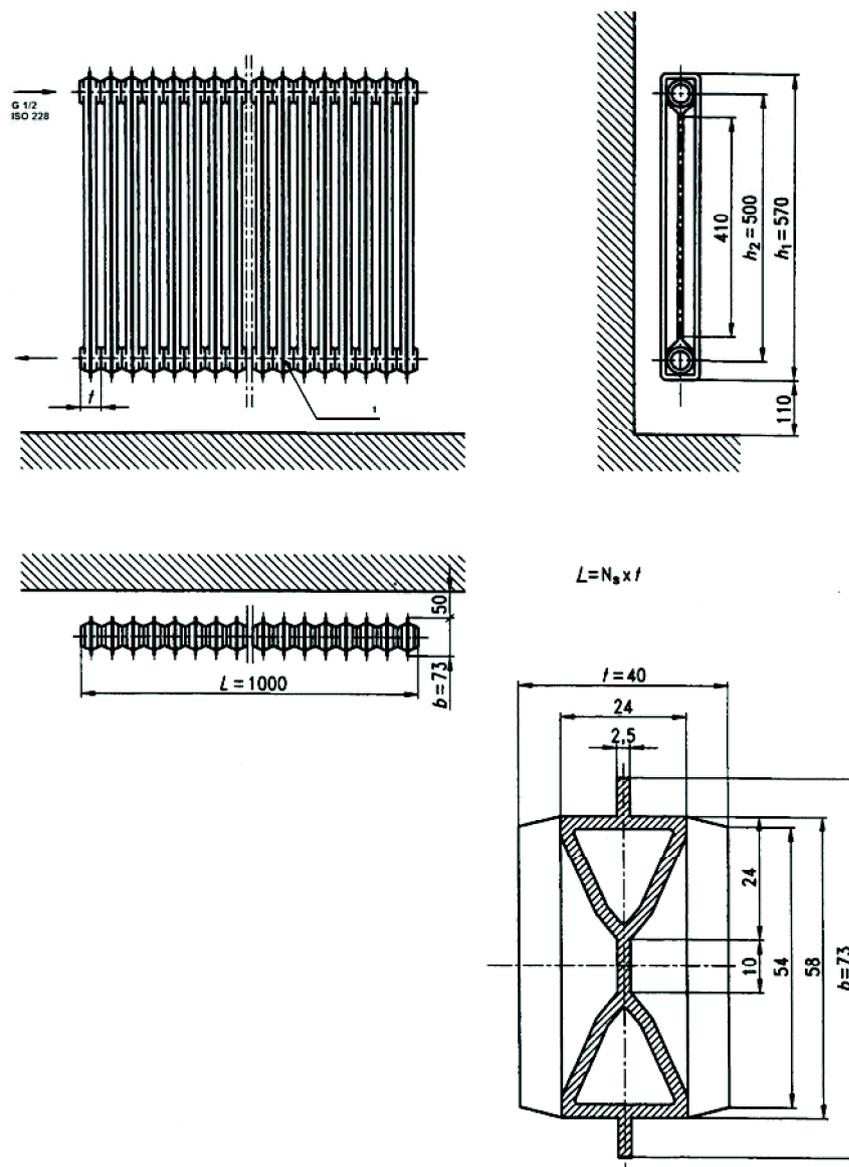
**Bild F.1 — Gerät zur Überprüfung der Einrichtung zum Messen des kalorischen Mittelwertes der Temperaturen**

## Anhang G (informativ)

### Beispiele für typische Heizkörper nach Tabelle 4

Die Bilder G.1 bis G.9 sind unterschiedliche Beispiele für die Gestaltung typischer Heizkörper, die in Tabelle 4 angegeben sind.

Maße in Millimeter

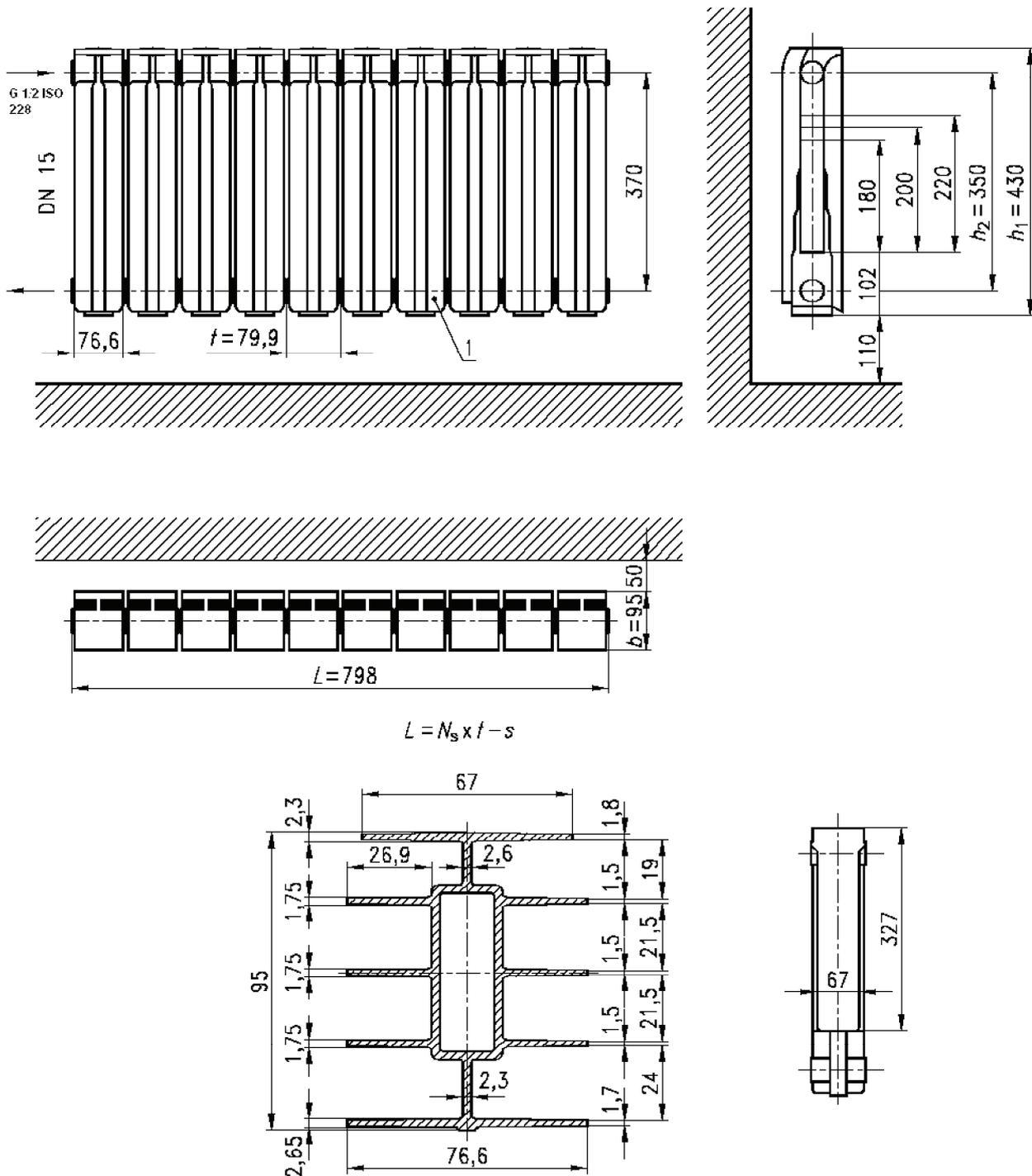


#### Legende

1 25 Glieder

Bild G.1 — Gliederheizkörper aus Stahl (senkrecht durchströmt)

Maße in Millimeter



**Legende**

- 1 10 Glieder
- s Dicke eines Dichtungsringes
- $N_s$  Anzahl der Glieder

**Bild G.2 — Gliederheizkörper aus Aluminium (senkrecht durchströmt, Frontseite geschlossen)**

Maße in Millimeter

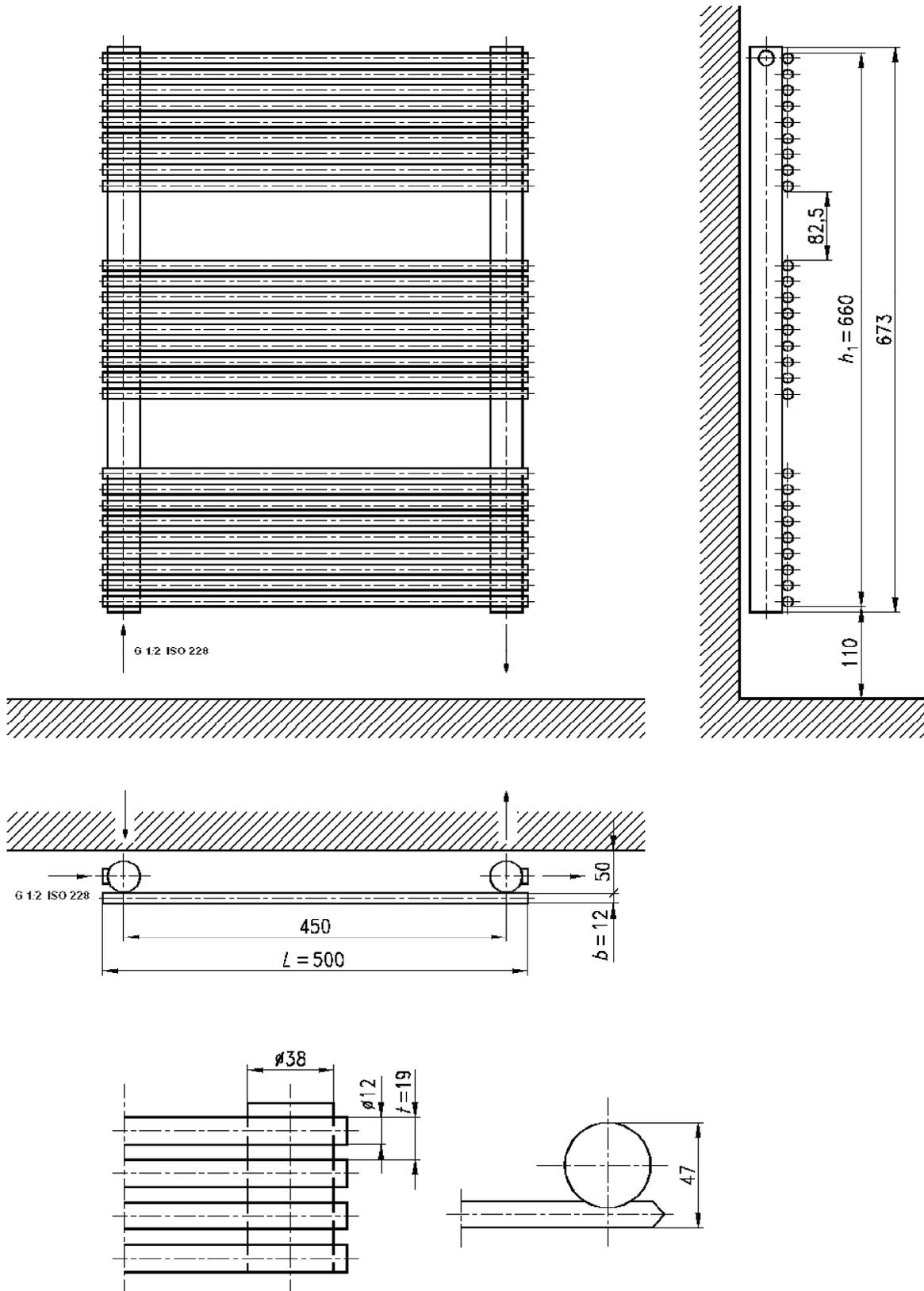
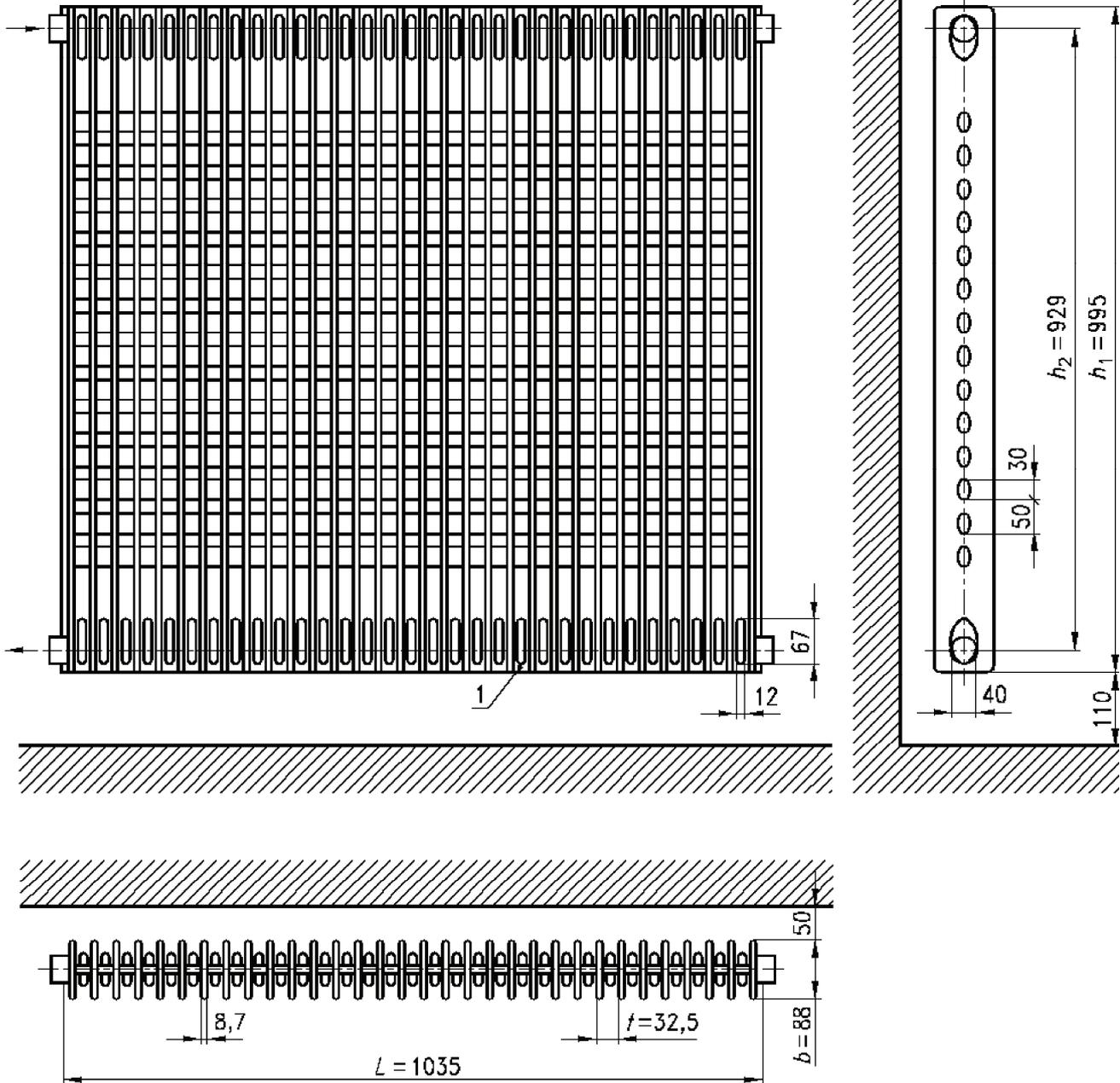


Bild G.3 — Horizontal durchströmte Heizkörper / Handtuchheizkörper

Maße in Millimeter

G 1:2 ISO 228

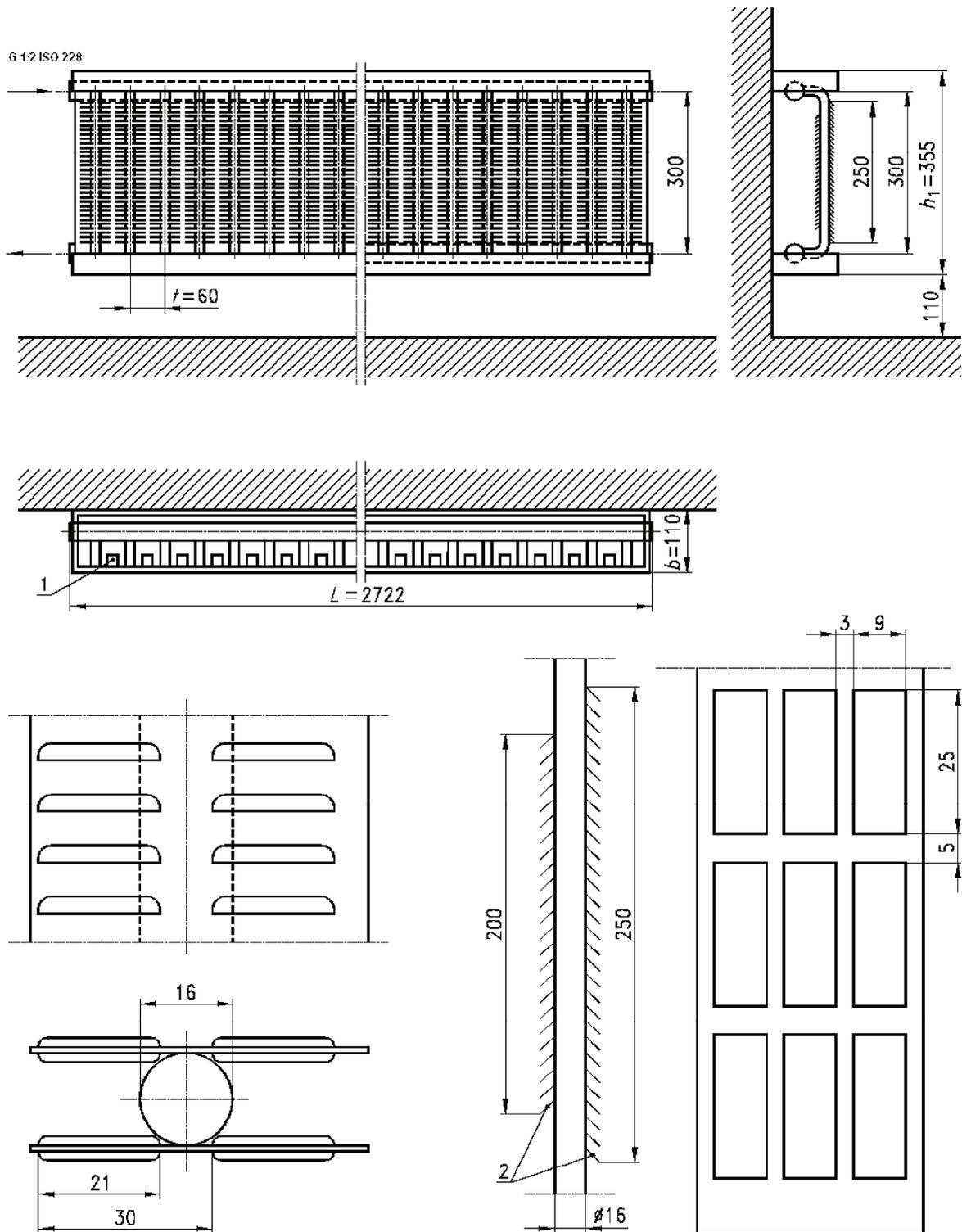


**Legende**

1 32 Module

Bild G.4 — Faltenheizkörper

Maße in Millimeter



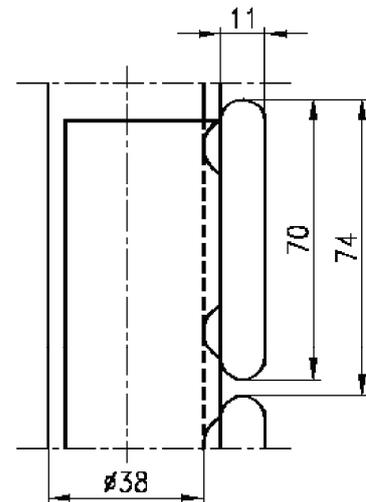
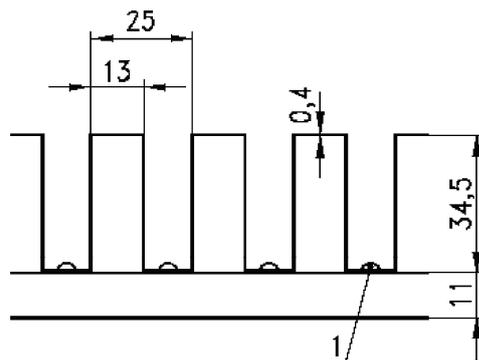
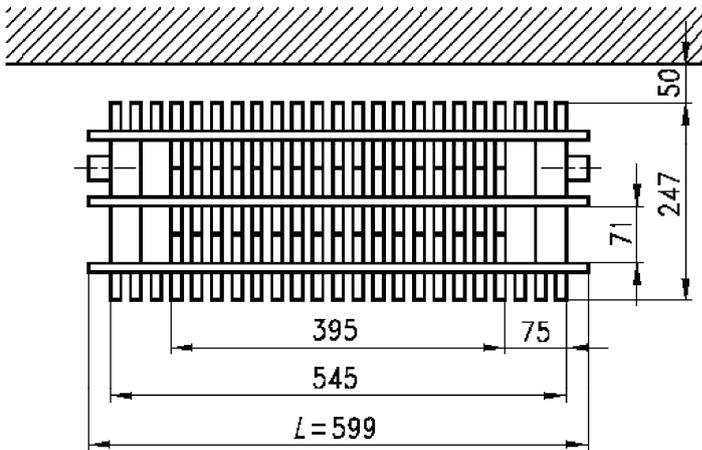
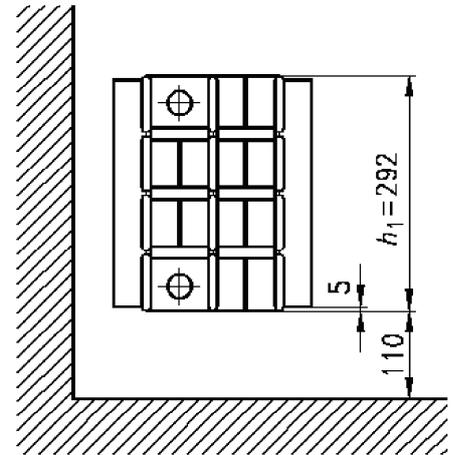
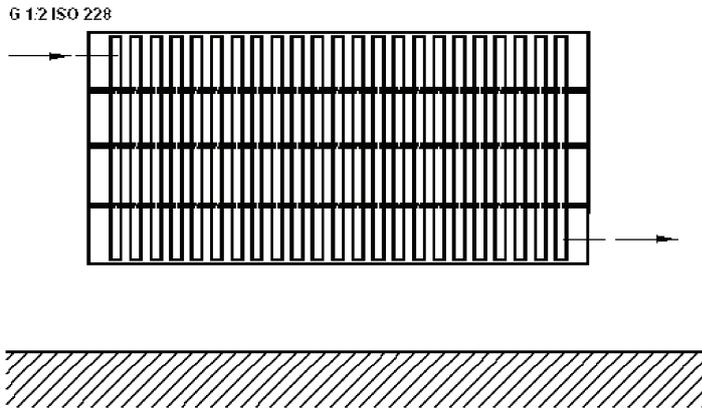
**Legende**

- 1 Luftführungsöffnung in unterer Verkleidung
- 2 Lufteinlässe

**Bild G.5 — Rohrregisterheizkörper**



Maße in Millimeter



- 4 × 16 Konvektorschächte 60 mm hoch
- 2 × 22 Konvektorschächte 282 mm hoch

**Legende**

- 1 3 Schweißpunkte je Rohr

**Bild G.7 — mehrlagiger Flachrohrheizkörper mit Konvektionsteilen**

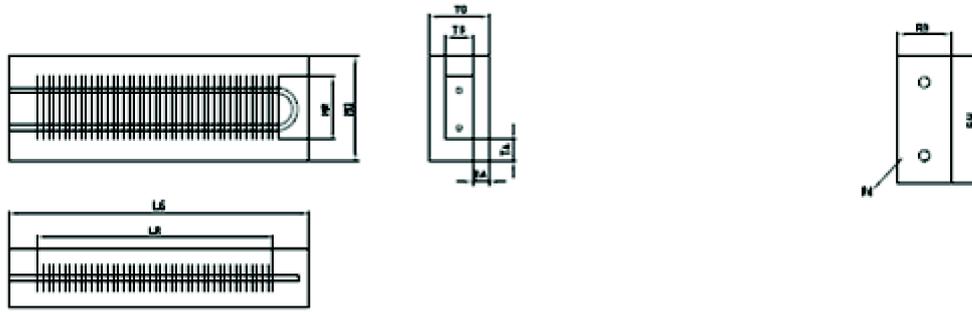
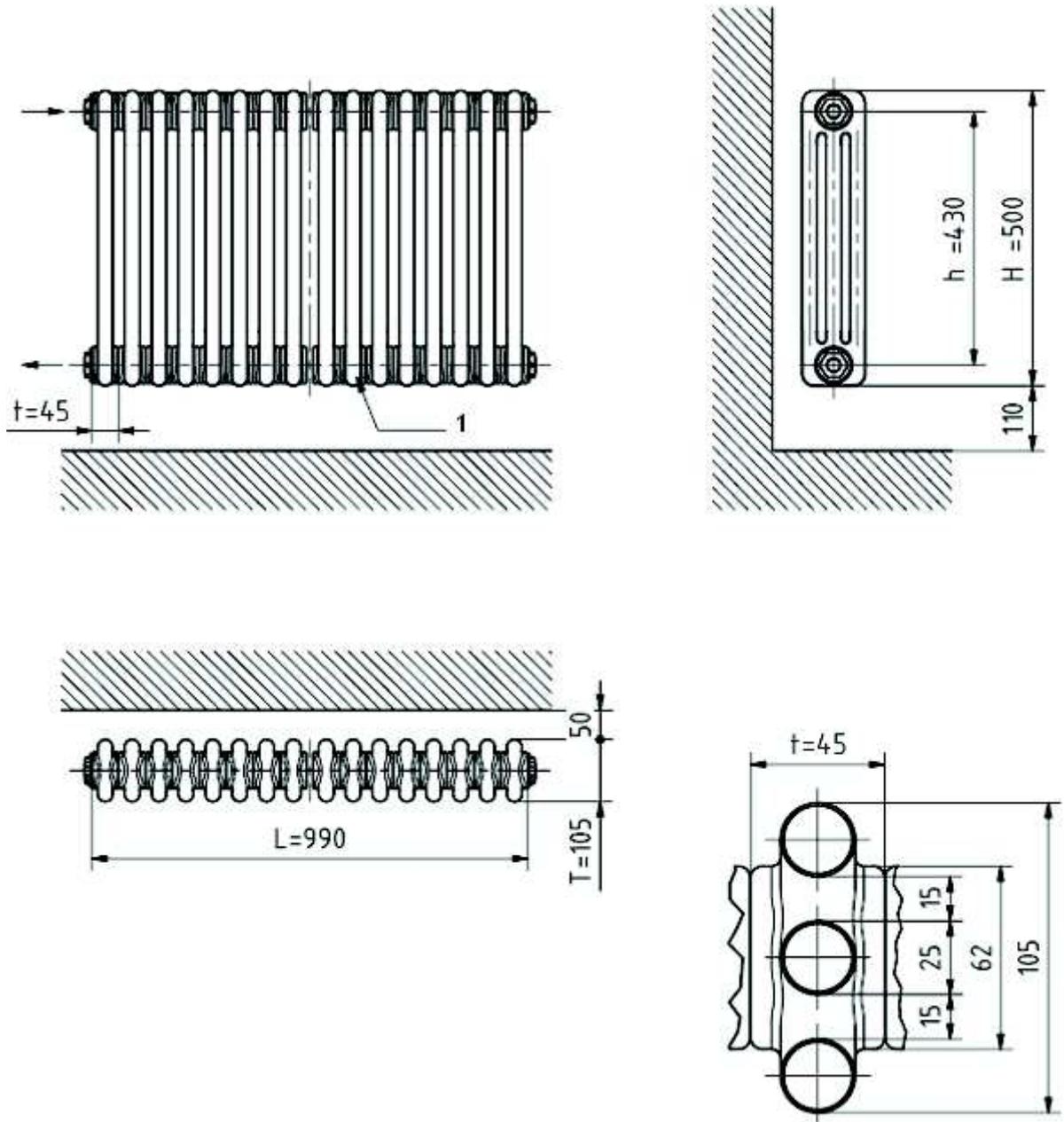


Bild G.8 — Rippenrohr-Konvektor

Maße in Millimeter



**Legende**

- 1 22 Säulen

**Bild G.9 — mehrsäuliger Stahl-Röhrenheizkörper**

## Anhang H (normativ)

### Bestimmung der $\Phi_M$ -Werte der Master-Heizflächen (erster Satz)

Dieser Anhang enthält die Bezugswerte  $\Phi_M$  des ersten Satzes der Master-Heizflächen nach dieser Norm. Diese Werte  $\Phi_M$  wurden durch eine Ringprüfung entsprechend den Festlegungen in 6.2.4.1 bestimmt.

Die Prüfstände, die diese Ringprüfung durchführten, arbeiten nach EN 45001 und wurden durch ein nationales Normungsinstitut akkreditiert.

Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Bezugswerte  $\Phi_M$  sind die Mittelwerte, die aus den Werten errechnet wurden, die jeder einzelne Referenz-Prüfstand gemessen hat.

Master-Radiator Nr.	Entsprechendes Bild in der Norm	$\Phi_M$ -Bezugswert
Master-Heizfläche Nr. 1 — Einzelplatten	Bild 6	788 W
Master-Heizfläche Nr. 2 — Einzelrohr	Bild 7	1Ø72 W
Master-Heizfläche Nr. 3 — Doppelrohr	Bild 8	2Ø92 W

## Anhang J (normativ)

# Rückverfolgbarkeit der Ermittlung der Wärmeleistung von Heizkörpern und Konvektoren

### Vorwort

Anhang H enthält die  $\Phi_M$ -Referenzwerte eines ersten Satzes von Master-Heizflächen, die mit dieser Europäischen Norm übereinstimmen. Wie in 6.2.3 angegeben, wurden diese Bezugswerte in einem Ringversuch von einer Gruppe Prüflaboratorien<sup>2)</sup> mit Prüfeinrichtungen ermittelt, die den Anforderungen dieser Norm – wie sie in 6.2.4.2.1 aufgeführt sind – entsprechen. Es wird davon ausgegangen, dass Prüflaboratorien nach den spezifischen Anforderungen dieser Norm arbeiten, wenn sie die Konformität mit dieser Norm und die Rückverfolgbarkeit der Leistungen zeigen, die sie mit ihren Master-Heizflächen im Vergleich zu den in Anhang H wiedergegebenen Bezugs-Normwärmeleistung jedes Heizkörper des Ersten Satzes erzielt haben.

### J.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang legt das Verfahren fest, mit dem sowohl Referenz- als auch anerkannte Prüfstände die Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm und die Kalibrierung der Einrichtungen verifizieren und nachweisen. Das in dieser Europäischen Norm beschriebene Verfahren betrifft sowohl die Anfangsbewertung als auch die Fortführung der Rückverfolgbarkeit von Messungen für Referenz- und anerkannte Prüfstände.

### J.2 Rückverfolgbarkeit der Wärmeleistung

#### J.2.1 Referenzprüfstände

Alle Referenzprüfstände müssen Daten der Wiederholpräzision und Vergleichspräzision nach 6.2.4.2.1 vorweisen.

Eine Bestätigung anhand des Ersten Satzes Master-Heizflächen muss innerhalb eines Zeitraums von jeweils maximal 24 Monaten erfolgen. Sämtliche erhaltene Prüfdaten müssen für eine Überprüfung durch nationale Normungs- oder Akkreditierungsgremien verfügbar sein.

Alle Referenzprüfstände müssen von ihren nationalen Normungsgremien benannt werden. Diese Laboratorien müssen sämtliche Anforderungen dieser Europäischen Norm erfüllen, insbesondere die in 6.2.2. enthaltenen Bauanforderungen und die Bestätigung der in 6.2.4.2.1 enthaltenen Anforderungen zur Wiederhol- und Vergleichspräzision des Prüfstandes. Die Nichteinhaltung jeglicher in den Normen enthaltener Anforderungen schließt die Anerkennung als Referenzprüfstand aus.

Alle Referenzprüfstände sind verpflichtet, den Ersten Satz Master-Heizflächen zu erhalten und zwischen den Referenzprüfstellen herumzureichen.

---

<sup>2)</sup> Folgende Prüflaboratorien haben die im Anhang H enthaltenen Bezugswerte für  $\Phi_M$  ermittelt:

BSRIA	Referenzprüflaboratorium	Vereinigtes Königreich
CETIAT	Referenzprüflaboratorium	Frankreich
LHR/FGHLK	Referenzprüflaboratorium	Deutschland
MRT	Referenzprüflaboratorium	Italien

Darüber hinaus hat das spanische Referenzprüflaboratorium LGAI im Rahmen des Projekts SMT – CT97-2127 die ermittelten Werte bestätigt.

### J.2.2 Anerkannte Prüfstände

Die Rückverfolgbarkeit von Wärmeleistungsmessungen anerkannter Prüfstände geschieht durch den Nachweis der zulässigen Abweichungen (wie in 6.2.4.3.2 und 6.2.4.3.3 beschrieben) der Wiederhol- und Vergleichspräzision und zwar unter Verwendung von Master-Heizflächen **oder anderer Heizkörper**.

Die Überprüfung der zulässigen Abweichung der Wiederholpräzision muss unter Verwendung von Heizkörpern eines Referenzprüfstandes innerhalb eines Zeitraums von jeweils maximal 24 Monaten erfolgen. Sämtliche Prüfungen der Vergleichspräzision muss durch das Referenz-Laboratorium unterzeichnet werden.

Alle anerkannten Prüfstände, die eine Akkreditierung für Prüfungen nach dieser Europäischen Norm durch Dritte beantragen, müssen die Rückverfolgbarkeit von Messungen durch einen Referenzprüfstand aufzeigen.

### J.3 Umgang mit den Master-Heizflächen

Alle Master-Heizflächen müssen sicher verpackt werden, um Beschädigungen vorzubeugen, und sie müssen an einem trockenen Ort gelagert werden.

Falls ein Master-Heizfläche beschädigt wird, so muss er ausgesondert werden, damit er nicht mehr verwendet wird.

## Anhang K (normativ)

### Kalibrierungsverfahren

Jedes Laboratorium muss **alle zwei Jahre** an einer Ringprüfung (RRT, en: round robin test) teilnehmen. Diese Prüfung ist von sämtlichen Laboratorien nach den in 6.2.4.2. von EN 442-2 festgelegten Verifizierungen durchzuführen.

**Für die Kalibrierung ist die bestehende SG03-WG1 zuständig, eine Gruppe notifizierter Stellen, die auf der Nando-Webseite registriert ist. Der Leiter der Gruppe wird vom technischen Bereich der CPD ernannt.**

#### K.1 Organisatorischer Ablauf der Ringprüfung

Die **SG03-WG1** muss unter Berücksichtigung der möglichen Ratschläge von Laboratorien die Konstruktionsweise des Heizkörper-Prüflings (Plattenheizkörper, Aluminium usw.) für die nächste Prüfung auswählen.

Der Prüfling ist von der **SG03-WG1** auszuwählen und zu Beginn und am Ende der Ringprüfung zu kontrollieren.

Der Prüfling muss für alle Teilnehmer der Ringprüfung unbekannt sein.

Die **SG03-WG1** muss den Zeitplan für das gesamte Verfahren vorbereiten und ihren Entwurf bei einem Eröffnungstreffen vorstellen, wobei Folgendes zu berücksichtigen ist:

- jedes Laboratorium muss mindestens 3 Wochen im Voraus über das Datum seiner nächsten Prüfung informiert werden;
- jedem teilnehmenden Laboratorium müssen zur Durchführung der Prüfung zwei Arbeitstage zur Verfügung stehen.

Die Kosten der Prüfung sowie für den Transport des Prüflings zum nächsten Laboratorium sind vom prüfenden Laboratorium zu tragen.

Falls ein Teilnehmer den Ablaufplan aus irgendeinem Grund nicht einhalten kann, informiert er die **SG03-WG1**, die den Prüfling sofort zum nächsten Teilnehmer auf der Liste sendet. Der Teilnehmer, der den Ablaufplan nicht einhalten konnte, kann am Ende wieder in das Ringprüfungs-Programm aufgenommen werden und hat erneut sämtliche Kosten für den Versand des Prüflings zu tragen.

Laboratorien, die zum zweiten Mal die geplante Prüfung nicht durchführen, werden für ein Jahr von der Liste der anerkannten Prüfstellen gestrichen.

Auf Beschluss und durch Benennung von **SG03-WG1** kann ein Sachverständiger die Prüfungen bei denjenigen Laboratorien begleiten, die zum ersten Mal an der Ringprüfung teilnehmen; die Kosten sind durch das Laboratorium zu tragen.

*Gleichzeitig mit der Ringprüfung kontrolliert jedes Referenz-Laboratorium (EN 442-2, Anhang J) ebenfalls unter Verwendung der Master-Heizflächen des Ersten Satzes (PMRs, en: Primary Master Radiators) sich selbst. Die Übereinstimmung der Prüfergebnisse mit den Tabellen in Anhang H und J garantiert die Kalibrierung des Referenz-Laboratoriums.*

Falls ein Referenz-Laboratorium außerhalb der in der RRT zulässigen Abweichung liegt, muss es unter Aufsicht eines Sachverständigen den unbekanntem Prüfling erneut prüfen und außerdem einen PMR des zweiten Satzes; wenn das Laboratorium die Prüfung besteht, muss es die Ursache für die vorherige Abweichung begründen.

Auch bei Referenz-Laboratorien sind sämtliche Kosten, die mit der Durchführung der Prüfung auf dem eigenen Referenz-Prüfstand sowie durch den Transport des Prüflings/der Prüflinge an die nächste Adresse entstehen, vom geprüften Laboratorium zu tragen.

Die relativen Kosten für die Fahrt und die Unterkunft des Sachverständigen werden dem Laboratorium in Rechnung gestellt, das die Prüfung nicht bestanden hat.

Die Prüfungsergebnisse der PMR werden der **SG03-WG1** übermittelt.

## K.2 Durchführung der Prüfung und Vorlage der Ergebnisse

Das Prüfergebnis ist durch eine einzelne Prüfung zu ermitteln.

Unmittelbar nach Abschluss der Prüfung ist die ausgefüllte Checkliste zusammen mit den Prüfergebnissen, d. h. der gemessenen Wärmeleistung und der Kennlinie, der **SG03-WG1** vorzulegen.

## K.3 Analyse und Beurteilung der Prüfung

Der Bezugswert zum Vergleich von Prüfergebnissen muss der errechnete Mittelwert entsprechend dem nachstehenden Formblatt sein (siehe ISO/DIS 16269-7):

### Durchführung

#### Vorbereitung

Ordne die Beobachtungswerte in aufsteigender Reihenfolge,  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$

#### Notwendige Angaben

Stichprobenumfang,  $n = \dots$ : Fall auswählen: **a)** Stichprobenumfang ist ungerade **b)** Stichprobenumfang ist gerade

#### Erforderliche Ausgangsrechnung

Falls = **a)** dann  $m = (n + 1)/2$   $m = \dots$

Falls = **b)** dann  $m = n/2$   $m = \dots$

#### Berechnung des Medians der Stichprobe, $X$ :

Falls = **a)** dann ist  $X$  der  $m$ -te kleinste (oder größte) Beobachtungswert, d. h.  $X = X_m$

Falls = **b)** dann ist  $X$  der arithmetische Mittelwert des  $m$ -ten und des  $(m+1)$ -ten kleinsten (oder größten) Beobachtungswertes,

d. h.  $X = (X_m + X_{m+1})/2$

#### Ergebnis

Der Median der Stichprobe (Schätzwert für den Median der Grundgesamtheit) ist  $X = \dots$

Dieses Verfahren ist zu wiederholen, indem die Ausreißerwerte einzeln entfernt werden bis die verbleibenden Werte innerhalb von  $\pm 1,0$  % liegen.

**ANMERKUNG** Der in der oben genannten Bewertung für das Laboratorium, das für die Ringprüfung zuständig ist, berücksichtigte Wert ist der arithmetische Mittelwert zwischen dem Wert der ersten Prüfung (Erstprüfung) und dem Ergebnis der letzten geplanten Prüfung (abschließende Kontrollprüfung), vorausgesetzt die Differenz zwischen den beiden Ergebnissen liegt innerhalb von  $\pm 1,0$  %.

Falls ein Laboratorium ein Prüfergebnis vorlegt, das die zulässige Abweichung von  $\pm 1,0$  % überschreitet, muss es die folgenden Bedingungen klären:

- a) der Grund für die auftretende Abweichung muss identifiziert werden;
- b) der Zeitraum, in dem die Abweichung aufgetreten sein könnte, muss eindeutig identifiziert werden;
- c) es sind Maßnahmen zu ergreifen, um derartige Abweichungen zukünftig zu verhindern;
- d) mit Hilfe angemessener Kontrollen ist sicherzustellen, dass die ergriffenen Maßnahmen ihren Zweck erfüllen;
- e) die Durchführung und die Ergebnisse der oben genannten Schritte müssen aufgezeichnet und der **SG03-WG1** zur Untersuchung vorgelegt werden.

Falls ein Prüfergebnis nur leicht überschritten wird, muss **SG03-WG1** den Verantwortlichen der notifizierten Stelle anhören und darüber entscheiden, wie in diesem Fall verfahren wird.

Der notifizierten Stelle ist das Recht vorbehalten, Verifizierungsprüfungen für denjenigen Prüfbericht zu veranlassen, der auf Messungen basiert, die innerhalb der unter b) genannten Zeitspanne erfolgten.

Beim sonstigen Überschreiten der zulässigen Abweichung werden der verantwortlichen Benannten Stelle die folgenden zusätzlichen Maßnahmen empfohlen:

- f) die durch die Benannte Stelle erteilte Zulassung ist solange aufzuheben, bis nachgewiesen werden kann, dass korrekte Messungen durchgeführt werden;
- g) Prüfberichte, die beginnend mit der letzten regelmäßigen Verifizierung des Prüfstands erstellt wurden, sind zurückzuziehen;
- h) im Einvernehmen mit der die Zulassung erteilenden Benannten Stelle wird **SG03-WG1** eine erneute Ringprüfung für diejenigen Laboratorien vorschlagen, die außerhalb der zulässigen Abweichung liegen. Die neue Prüfung muss durch einen Sachverständigen bezeugt werden, der durch **SG03-WG1** benannt wird. Sämtliche Fahrtkosten des Sachverständigen sind von dem betreffenden Laboratorium im Voraus direkt an den Sachverständigen zu entrichten.

Ein Laboratorium, das die zulässige Abweichung zum zweiten Mal nicht einhält, wird für ein Jahr von der Liste der anerkannten Prüfstellen gestrichen.

## **Anhang L** (normativ)

### **Verfahren zur Prüfung der Vorbehandlung und Lackierung**

Der Anwendungsbereich dieser Prüfung ist der Nachweis, dass nach 100 h Luftfeuchte keine Oberflächenkorrosion auftritt.

Die Prüfung ist in einer Kammer durchzuführen, in der die Lufttemperatur und die Luftfeuchte zu steuern sind.

Es ist ein Heizkörper-Prüfling je Modellfamilie zu prüfen. Der Heizkörper-Prüfling muss leer sein.

Die relative Luftfeuchte muss innerhalb von 60 % und 100 % periodisch schwanken, damit eine Kondensation auf der Oberfläche des Heizkörper-Prüflings erreicht wird. Die Dauer des Zyklus muss mindestens eine Stunde betragen.

Die Lufttemperatur muss um den Mittelwert von 45 °C periodisch schwanken.

Nach Abschluss der Prüfung dürfen bei einer Sichtprüfung keine Hinweise auf eine Beschädigung der Oberflächenbeschichtung wie beispielsweise Blasenbildung, Flecken, Rostflecken oder Farbänderungen vorhanden sein.

Falls es vom Hersteller gewünscht wird, ist eine Salznebelprüfung für eine Mindestdauer von 100 h als zulässige Alternative zum oben beschriebenen Verfahren anzusehen.