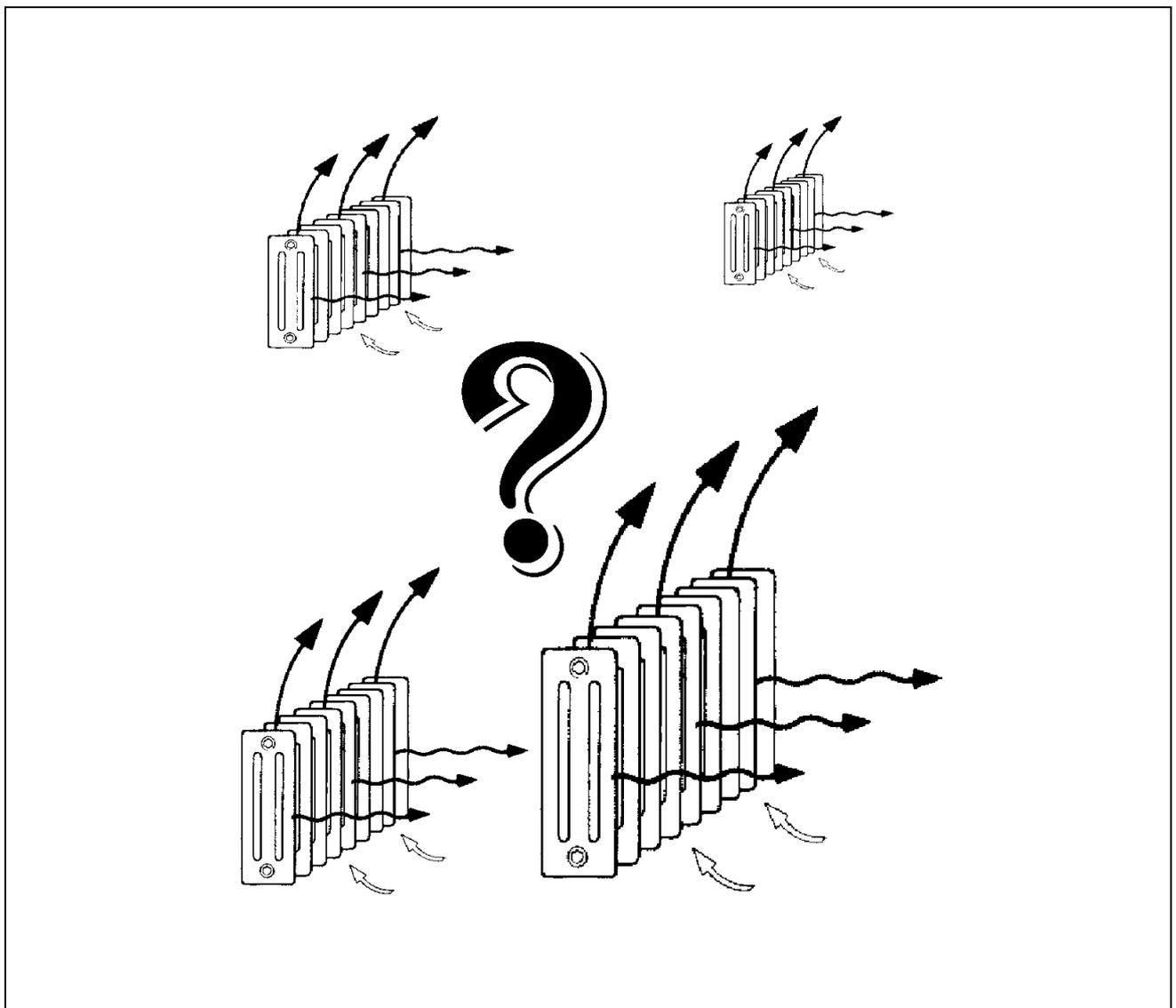


Auslegung von Heizflächen



1 Auslegung von Heizflächen

1.1 Allgemeines

Durch das Wärmeabgabesystem wird die von der Wärmeerzeugungsanlage (Heizkessel, Wärmetauscher, usw.) erzeugte Wärme an die vorgesehene Umgebung (Raumluft, Brauchwasser) abgegeben. Die Wärmeabgabe kann durch die Wärmeübertragungsmechanismen Wärmeleitung, Wärmestrahlung (Radiation) und Wärmeströmung (Konvektion) erfolgen.

1.2 Wärmeleistungsberechnung für Wärmetauscher

Für die Übertragung von Wärmeleistung von einem Medium (Primär- oder Erzeugerkreislauf) auf ein anderes Medium (Sekundär- oder Verbraucherkreislauf), ist eine bestimmte Heizfläche erforderlich. Es gilt ohne Berücksichtigung der Verluste

$$P = k \cdot A \cdot \Delta \vartheta_m$$

P	[W]	Leistung des Heizregisters
k	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Wärmedurchgangszahl
A	[m ²]	Wärmetauscherfläche
$\Delta \vartheta_m$	[K]	Berechnungstemperaturdifferenz

- **k-Werte für die Berechnung von Wärmetauscherflächen**

Überschlägig können bei der Wärmetauscherberechnung folgende k-Werte angenommen werden:

Primärmedium	Material	Sekundärmedium	k-Wert [W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Wasser	Stahl	Luft	13
	Stahl	Wasser	350
	Kupfer	Wasser	400
Wasserdampf	Stahl	Luft	16
	Stahl	Wasser	1000
	Kupfer	Wasser	1150
	Gußeisen	Wasser	950
Luft (Rauchgas)	Stahl	Luft	7

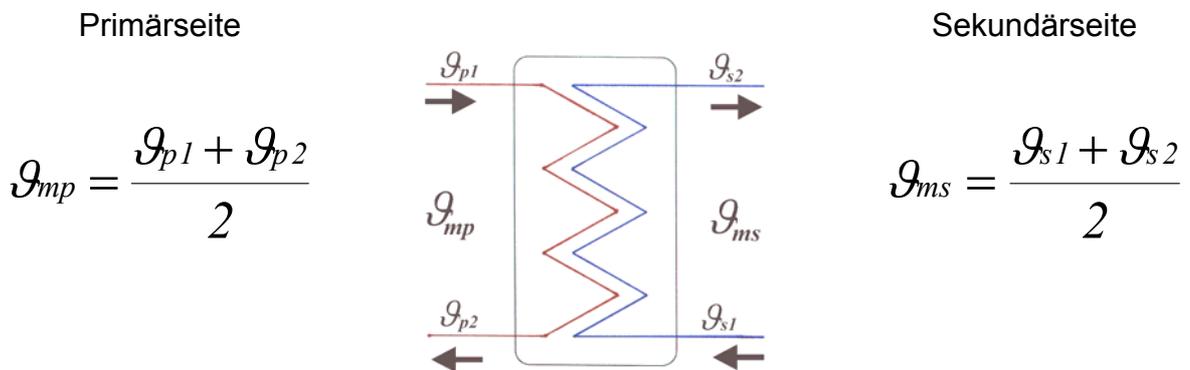
• **Temperaturdifferenz für die Berechnung von Wärmetauscherflächen**

$\Delta \vartheta_m$ ist die Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur des **Primärmediums** und der Temperatur des **Sekundärmediums**.

Bei überschlägigen Dimensionierungen gilt für Gegenstrom-, Kreuzstromwärmetauscher und Warmwasserbereitungsregistern

$$\Delta \vartheta_m = \vartheta_{mp} - \vartheta_{ms}$$

wobei, wenn erforderlich, die gemittelten Temperaturen für das primäre und sekundäre Medium einzusetzen ist



$\Delta \vartheta_m$	[K]	Berechnungstemperaturdifferenz
ϑ_{mp}	[°C]	Temperatur des Primärmediums
ϑ_{ms}	[°C]	Temperatur des Sekundärmediums
ϑ_{p1}	[°C]	Eintrittstemperatur des Primärmediums
ϑ_{p2}	[°C]	Austrittstemperatur des Primärmediums
ϑ_{s1}	[°C]	Eintrittstemperatur des Sekundärmediums
ϑ_{s2}	[°C]	Austrittstemperatur des Sekundärmediums

1.3 Auslegung von Heizkörpern für Warmwasserheizungen

Heizkörper in Zentralheizungsanlagen haben die Aufgabe, die vom Wärmeträger (Wasser oder Dampf) gelieferte Wärme in den zu heizenden Räumen durch Wärmeströmung (Konvektion) und Wärmestrahlung (Radiation) an die Raumluft zu übertragen.

Die Leistung eines Heizkörpers wird hauptsächlich von der mittleren Übertemperatur beeinflusst. Diese berechnet sich überschlägig nach der Formel:

$$\Delta \vartheta_m = \frac{\vartheta_{VL} + \vartheta_{RL}}{2} - \vartheta_R$$

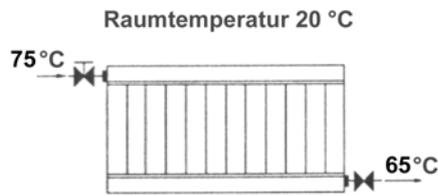
$\Delta \vartheta_m$	[K]	mittlere Übertemperatur
ϑ_{VL}	[°C]	Vorlauftemperatur
ϑ_{RL}	[°C]	Rücklauftemperatur
ϑ_R	[°C]	Raumtemperatur (entspricht der Normraumtemperatur ϑ_{ni})

Die genaue Ermittlung der mittleren Übertemperatur muss mit der untenstehenden logarithmischen Gleichung erfolgen.

$$\Delta \vartheta_m = \frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL}}{\ln\left(\frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_R}{\vartheta_{RL} - \vartheta_R}\right)}$$

$\Delta \vartheta_m$	[K]	mittlere Übertemperatur
ϑ_{VL}	[°C]	Vorlauftemperatur
ϑ_{RL}	[°C]	Rücklauftemperatur
ϑ_R	[°C]	Raumtemperatur

Normbedingungen nach ÖNORM M 7513:



$$\Delta\vartheta_{m, norm} = \frac{\vartheta_{VL} + \vartheta_{RL}}{2} - \vartheta_R = \frac{75 + 65}{2} - 20 = 50 \text{ K}$$

$$\Delta\vartheta_{m, norm} = \frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL}}{\ln\left(\frac{\vartheta_{VL} - \vartheta_R}{\vartheta_{RL} - \vartheta_R}\right)} = \frac{75 - 65}{\ln\left(\frac{75 - 20}{65 - 20}\right)} = 49,83 \text{ K}$$

Da diese Betriebsbedingungen für den praktischen Einsatz nicht immer zutreffend sind, erfolgt die Umrechnung der Heizkörperleistung nach der Formel

Da diese Temperaturen für den praktischen Einsatz nicht immer zutreffend sind, muss die bei den tatsächlichen Temperaturen (Betriebsbedingungen) erforderliche Heizkörperleistung (zu deckende Normheizlast) mit dem Niedertemperaturfaktor umgerechnet werden.

$$P'_{korr} = \frac{P_n \cdot f_1}{f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5} = \frac{P_n \cdot NTF}{f_3 \cdot f_4 \cdot f_5}$$

P'_{korr}	[W]	erforderliche Normwärmeleistung des Heizkörpers
P_n	[W]	durch den Heizkörper zu deckende Normheizlast
f_1	[-]	Übertemperaturfaktor
f_2	[-]	Spreizungsfaktor
f_3	[-]	Berücksichtigungsfaktor für die Anschlussart
f_4	[-]	Berücksichtigungsfaktor für Heizkörperverbauten
f_5	[-]	Berücksichtigungsfaktor für den Luftdruck
NTF	[-]	Niedertemperaturfaktor

Übertemperaturfaktor f_1 :

Der Übertemperaturfaktor berücksichtigt die von den Normbedingungen abweichenden Übertemperaturen des Heizkörpers.

Er kann entweder aus einer Tabelle (**Buch Seite 288**) abgelesen, oder nach folgender Formel mit ausreichender Genauigkeit berechnet werden.

$$f_1 = \left(\frac{\Delta \vartheta_{m, NORM}}{\Delta \vartheta_m} \right)^n$$

f_1	[-]	Übertemperaturfaktor
$\Delta \vartheta_{m, NORM}$	[K]	mittlere Übertemperatur bei Normbedingungen
$\Delta \vartheta_m$	[K]	mittlere Übertemperatur
n	[-]	Heizkörperexponent (Buch Seite 285)

Wobei sich der **Heizkörperexponent** n in Abhängigkeit von der **Anschlußart**, dem **Heizmittelstrom** und dem **Strahlungsanteil** (je höher der Strahlungsanteil, desto geringer der Heizkörperexponent) des Heizkörpers ändert.

Heizflächenart	Heizkörperexponent
Radiatoren	1,30
Glattrohrheizkörper	1,25
Rippenrohrheizkörper	1,25
Plattenheizkörper	1,20 1,30
Konvektoren	1,25 1,45
Fußbodenheizungen	1,00 1,10

Spreizungsfaktor f_2 :

Der Spreizungsfaktor berücksichtigt die von den Normbedingungen abweichenden Temperaturspreizungen zwischen der Vor- und Rücklaufftemperatur des Heizkörpers. Wie aus untenstehendem Diagramm zu ersehen ist, nähert sich der Wert für f_2 mit steigendem Wert c der Zahl 1. Eine Berücksichtigung des f_2 kann somit bei Werten $\geq 0,7$ (bei 75/65/20 °C Normtemperatur) entfallen.

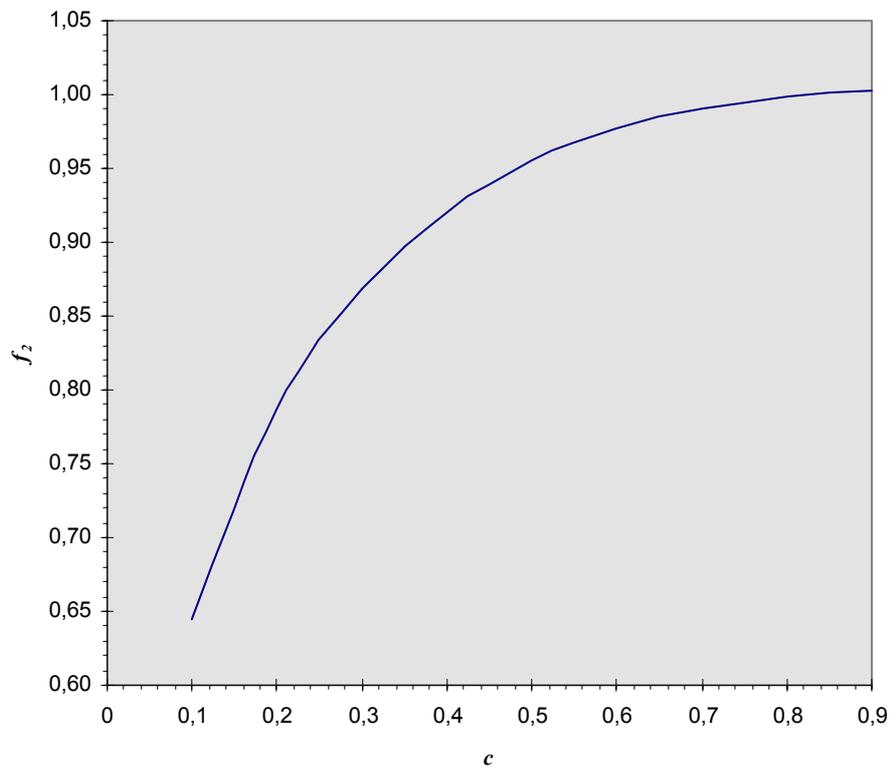
Für das Temperaturverhältnis c gilt:

$$c = \frac{\vartheta_{RL} - \vartheta_R}{\vartheta_{VL} - \vartheta_R}$$

c	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,1	0,64	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,75	0,76	0,78
0,2	0,79	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86
0,3	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92
0,4	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95
0,5	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
0,6	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
0,7	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Spreizungsfaktor c für 75/65/20 °C und Exponent 1,3

Berichtigungsfaktor bei großer Temperaturspreizung



Berichtigungsfaktor f_2 für große Temperaturspreizungen

Die Berechnung des **Spreizungsfaktors** f_2 kann nach den folgenden Formeln erfolgen:

$$f_2 = \frac{\left(\frac{\frac{\mathcal{G}_{VL} - \mathcal{G}_R}{\ln\left(\frac{\mathcal{G}_{VL} - \mathcal{G}_R}{\mathcal{G}_{RL} - \mathcal{G}_R}\right)}}{\mathcal{G}_{VL, Norm} - \mathcal{G}_{R, Norm}} \right)^n}{\left(\frac{\frac{\mathcal{G}_{VL} + \mathcal{G}_{RL}}{2} - \mathcal{G}_R}{\frac{\mathcal{G}_{VL, Norm} + \mathcal{G}_{RL, Norm}}{2} - \mathcal{G}_{R, Norm}} \right)^n} = \frac{\left(\frac{\frac{1 - c}{\ln\left(\frac{1}{c}\right)}}{10} \right)^n}{\left(\frac{\frac{1 + c}{2}}{\frac{\mathcal{G}_{VL, Norm} + \mathcal{G}_{RL, Norm}}{2} - \mathcal{G}_{R, Norm}} \right)^n}$$

In der Praxis werden der **Übertemperaturfaktor** f_1 und der **Spreizungsfaktor** f_2 nach der untenstehenden Formel zum sogenannten **Niedertemperaturfaktor** **NTF** zusammengefasst. Dieser Niedertemperaturfaktor wird auch in den diversen Heizkörperleistungstabellen der Hersteller angegeben (**Buch Seite 286**).

$$NTF = \frac{f_1}{f_2}$$

NTF	[-]	Niedertemperaturfaktor
f_1	[-]	Übertemperaturfaktor
f_2	[-]	Spreizungsfaktor

Berücksichtigungsfaktor für die Anschlußart f_3 :

Zur Prüfung der Heizkörperleistung werden die Heizkörper generell gleichseitig mit oberen Vorlauf- und unteren Rücklaufanschluß angeschlossen. Die Normheizleitung des Heizkörpers bezieht sich deshalb auch auf diese Anschlußart.

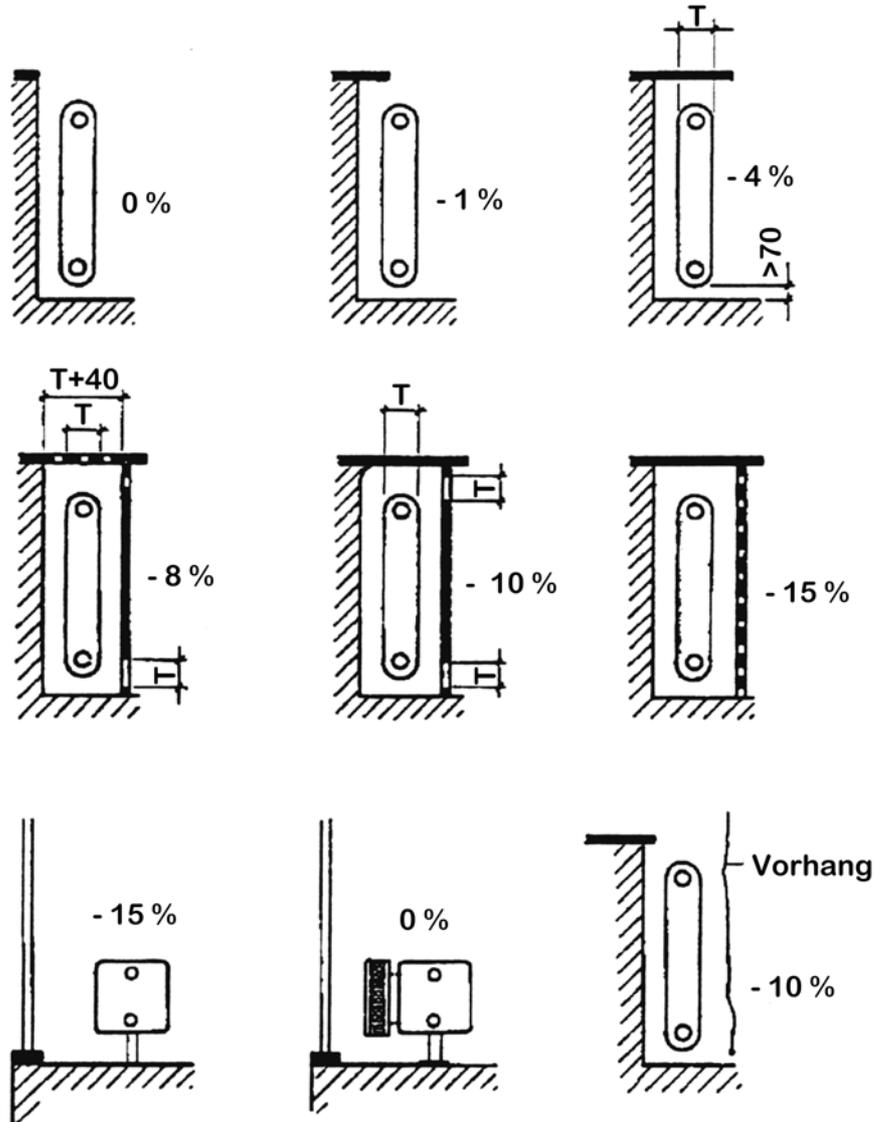
Andere Anschlußarten können unter Umständen zu unterschiedlichen, unter Umständen auch zu negativen, Durchströmungsbedingungen („tote Zonen“, „Kurzschluß“) führen und dadurch die Wärmeabgabe des Heizkörpers beeinträchtigen.

Eine Berücksichtigung dieses Faktors erfolgt in der Praxis nur selten!

Berücksichtigungsfaktor für Heizkörperverbauten f_d :

Durch Heizkörperverkleidungen kann es zu gravierenden Verminderungen der Heizkörperleistungen kommen.

Anhaltswerte für die Leistungsminderung durch verschiedene Arten von Heizkörperverkleidungen können der folgenden Abbildung entnommen werden.



Leistungsminderung durch verschiedene Heizkörperverkleidungen

Berücksichtigungsfaktor für den Luftdruck f_5 :

Der Einfluss des Luftdruckes wird durch den Korrekturfaktor f_5 erfasst. Die Beeinflussung der Heizkörperleistung durch den Luftdruck hängt im wesentlichen vom Konvektionsanteil des Heizkörpers ab, da die Wärmestrahlung unabhängig vom Medium, und damit von der Dichte der Luft erfolgt.

Für Heizkörper mit hohem Konvektionsanteil gilt somit folgender Zusammenhang:

$$f_5 = \left(\frac{p_0}{p} \right)^{0,75}$$

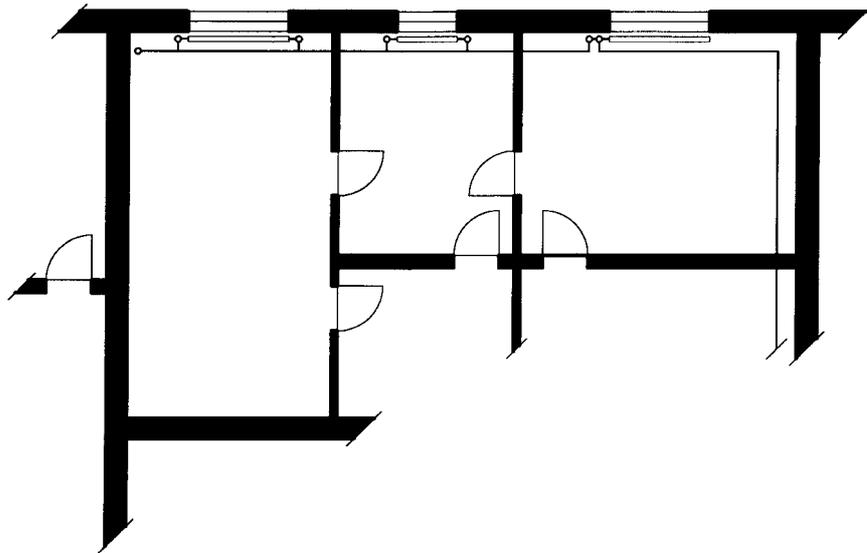
Wobei p_0 der **Normdruck** (1013 mbar) und p der **tatsächliche Luftdruck** in [mbar] ist.

Seehöhe [m]	Luftdruck [mbar]
0	1013
500	955
1000	899
2000	795

1.4 Dimensionierung von Heizkörpern für Einrohrheizungen

1.4.1 Allgemeines

Im Gegensatz zur Zweirohranlage wird beim Einrohrsystem der Vor- und Rücklauf im selben Rohr geführt. Dabei wird je nach Anlagenart das gesamte, oder ein Teil des im Strang fließenden Wassers abgezweigt und dem Heizkörper zugeführt.



Als **wesentliche Vorteile** des Einrohrsystems können im Wesentlichen die Vereinfachung bei der Montage und somit die geringeren Montagezeiten und Montagekosten angeführt werden.

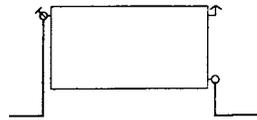
Dem stehen gegenüber:

- die Vergrößerung der Heizkörper gegen Strangende,
- die Beeinflussung der Wärmeabgabe nachfolgenden Heizkörper bei der Abschaltung eines Heizkörpers,
- der Mehraufwand für die sorgfältigere Berechnung und
- die Schwierigkeiten bei einer nachträglichen Änderung (Erweiterung) des Systems

Im Gegensatz zur Zweirohranlage bei welcher alle Heizkörper die selbe Vor- und Rücklauftemperatur haben, hat bei der Einrohranlage jeder Heizkörper eine eigene Vor- und Rücklauftemperatur.

Nach der Anbindung der Heizkörper unterscheidet man:

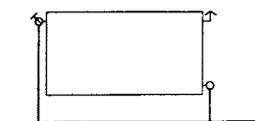
- **Zwangsdurchlaufsystem**, bei welchem das gesamte durch den Strang fließende Wasser durch den Heizkörper geleitet wird.



Einrohrheizung mit Zwangsdurchlauf

Auslegungshinweise:

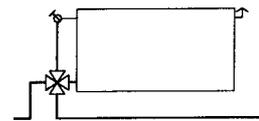
- Bei der Dimensionierung der Ringleitung sollte die Rohrdimension **nicht über DN 15** bzw. bei Kupfer- oder Präzisionsstahlrohren **nicht über 18 x 1 mm** gewählt werden, da in dieser Dimension auch die Heizkörperanschlüsse auszuführen sind.
 - Die **Gesamtabkühlung im Ring** $\Delta\vartheta_{gesamt}$ sollte zwischen **8 und 15 K** liegen und wird im Normalfall mit **10 K** angenommen.
 - Die **Fließgeschwindigkeit** im Ring sollte bei etwa **0,5 bis 0,8 m/s** liegen.
- **Nebenschlußsystem¹**, bei welchem ein Teil des durch den Strang fließenden Wassers durch den Heizkörper geleitet wird.



konventioneller Einrohranschluss



Einrohranschluss mit Dreiwegeventil



Einrohranschluss mit Vierwegeventil

Merkmale des Nebenschluss-systemes:

- Durch den Heizkörper geht auch bei voller Auslastung **nur ein Teil des durch den Ring strömenden Massenstromes**. Die Aufteilung des Massenstromes vor dem Heizkörper wird entweder durch **die Dimensionierung von Heizkörperanbindungsleitung und Bypassstrecke**, oder durch die **Verwendung von speziellen Einrohrventilen**, bei denen die Bypassstrecke durch eine Durchtrittsbohrung am Verteilpunkt ersetzt wird, bestimmt.
- **Regelungstechnisch** ist das System mit Nebenschluss-system gegenüber jenem mit Zwangsdurchlauf zu bevorzugen, da durch den (in Bezug auf das

¹ In Österreich häufig als „Einrohr reitend“ bezeichnet

Zwangsdurchlaufsystem) kleineren Heizkörpermassenstrom die Spreizung vergrößert wird, was zu einer flacheren und somit proportionaleren Leistungskennlinie führt. Im Gegensatz zum Zwangsdurchlaufsystem, wo eine Heizkörperregelung über den Massenstrom (Thermostatventile) nicht möglich ist, können beim Nebenschlussystem Thermostatventile eingesetzt werden.

- Im Gegensatz zum Zwangsdurchlaufsystem, wo die Dimension der Ringleitung durch die Dimension der Heizkörperventile begrenzt wird, kann beim Nebenschlussystem die Ringleitung in beliebiger Dimension ausgeführt werden.
- Nachteilig beim Nebenschlussystem sind die etwas **niedrigeren Heizmitteltemperaturen**, welche etwas größere Heizkörper (2% bis 6% größer als beim Zwangsdurchlaufsystem) erfordern.

Auslegungshinweise:

- Je kleiner die jeweilige Heizkörperleistung, desto geringer ist die Abkühlung des Strangmassenstromes und damit auch die Beeinflussung der nachfolgenden Heizkörper im Falle einer Abschaltung des Heizkörpers daher sind an einem Strang mehrere kleine Heizkörper vorteilhafter als große Heizkörper. **Große Heizkörper** sollten daher **in mehrere kleinere Heizkörper** aufgeteilt werden.
- Eine geringe Spreizung führt zu höheren Mitteltemperaturen und somit kleineren Heizkörpern, jedoch wird der Strangmassenstrom und somit der Strangdurchmesser erhöht.
- Die **Gesamtabkühlung im Ring** $\Delta\vartheta_{gesamt}$ sollte zwischen **8 und 15 K** liegen und wird im Normalfall mit **10 K** angenommen.

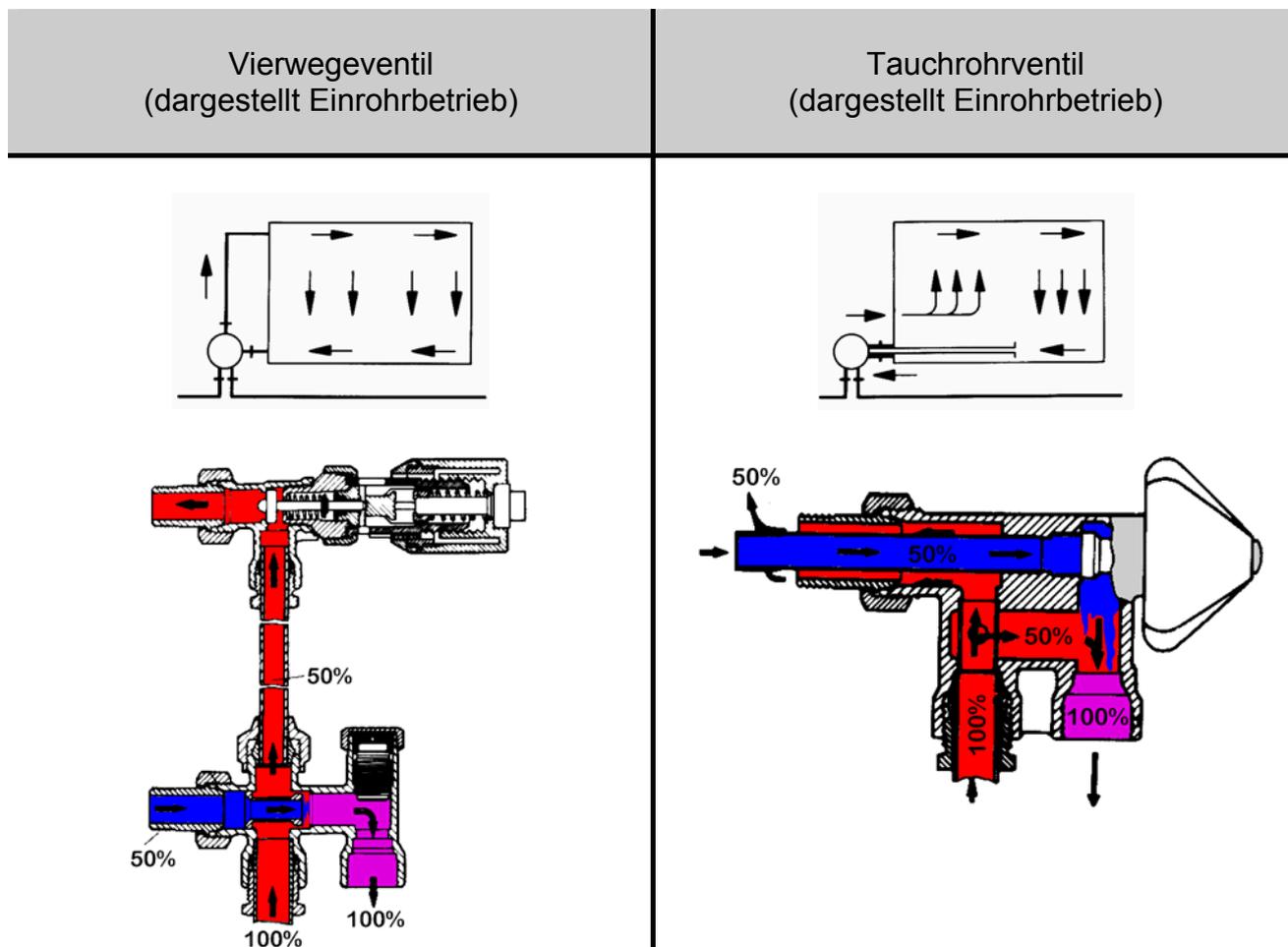
Wasseraufteilung Kurzschlussstrecke – Heizkörperanbindungsleitung

- Der Druckverlust in der Kurzschlussstrecke (Bypassstrecke) und der Druckverlust in der Heizkörperanbindungsleitung sind immer genau gleich groß. Dabei muss beachtet werden, dass sich **in der Heizkörperanbindungsleitung wesentlich mehr ξ -Werte** befinden (Rohrleitung und Formstücke, Heizkörperventil, Heizkörper und Rücklaufverschraubung) **als in der Bypassstrecke**, die Fließgeschwindigkeit durch die Bypassstrecke (wird meist in der Dimension des Heizringes ausgeführt) ist jedoch wesentlich größer als die Fließgeschwindigkeit durch die Heizkörperstrecke. Damit die Fließgeschwindigkeit durch die Anbindungsleitung nicht zu gering wird, sollte diese erfahrungsgemäß mindestens eine Dimension kleiner ausgeführt werden als der Heizring.
- Besonders schwierig wird die Anpassung des Druckverlustes zur Erreichung der richtigen Wasseraufteilung dann, wenn besonders große Massenströme durch den Heizkörper erforderlich sind (große Heizkörperleistung).
- **Erfahrungsgemäß sollte die Wassermenge über den Heizkörper etwa 10 bis 20%, auf keinen Fall jedoch mehr als 30% des Strangdurchflusses betragen.**

- Zu **Problemen** kann es kommen, wenn die Kurzschlussstrecke sehr kurz ist (zum Beispiel bei sehr hohen Heizkörpern) und damit zu viel Massenstrom durch die Kurzschlussstrecke fließen würde. Dann sind folgende Maßnahmen empfehlenswert:
 - Auswahl eines größeren Heizkörpers, damit steigt die Spreizung und der Massenstrom durch den Heizkörper kann geringer sein.
 - Einschnürung der Kurzschlußstrecke.
 - Einschweißen von Drosselscheiben.
 - Verlängerung der Kurzschlußstrecke.
 - Verwendung von Saugfittings.

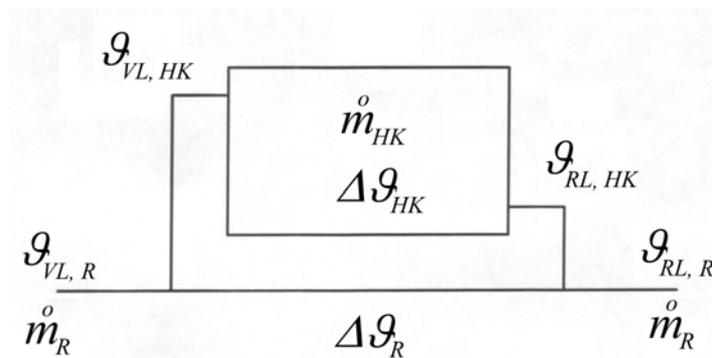
Spezialarmaturen für die Einrohrheizung

- Um die vorhergehende Problematik bei der Berechnung und Dimensionierung von Einrohrheizungen nach dem Teilstromprinzip wird durch die Verwendung von Einrohrspezialventilen stark vereinfacht. Diese Ventile werden zur Vereinfachung der Montage in zunehmenden Maße eingebaut und teilen den Ringwasserstrom im Nebenschlussystem auf. Da der Druckverlust dieser Ventile wesentlich höher ist als der Druckverlust im Heizkörper und der Druckverlust in der Bypassstrecke kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil des Heizkörpermassenstromes unabhängig vom Widerstand des eingebauten Heizkörpers ist. Je nach Art des Ventils ist der Anteil des Bypassmassenstrom am Ringmassenstrom konstant oder kann verändert werden, wobei eine Vielzahl von verschiedenen Tabellen und Nomogrammen als Hilfsmittel verwendet werden können. **Der übliche werkseitige Einstellwert liegt bei 50%.**



1.4.2 Berechnung der erforderlichen Heizkörperleistung

Um die gewünschte Leistungsabgabe zu erreichen müssen daher für alle Heizkörper die entsprechenden Vor- und Rücklauftemperaturen ermittelt und daraus die Niedertemperaturfaktoren NTF berechnet werden.



$$\dot{m}_R = \frac{P_{gesamt}}{\Delta \mathcal{G}_{gesamt} \cdot c} \cdot 3,6$$

$$\mathcal{G}_R = \frac{P_{HK} \cdot 3,6}{\dot{m}_R \cdot c}$$

$$\mathcal{G}_{RL,R} = \mathcal{G}_{VL,R} - \Delta \mathcal{G}_R$$

$$\Delta \mathcal{G}_{HK} = \frac{P_{HK}}{\dot{m}_{HK} \cdot c} \cdot 3,6$$

$$\mathcal{G}_{RL,HK} = \mathcal{G}_{VL,HK} - \Delta \mathcal{G}_{HK}$$

\dot{m}_R	[kg/h]	Ringmassenstrom
\dot{m}_{HK}	[kg/h]	Massenstrom über den Heizkörper
P_{gesamt}	[W]	gesamte am Ring angeschlossene Wärmeleistung
c	[kJ/(kg·K)]	Spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgers
$\mathcal{G}_{VL,R}$	[°C]	Vorlauftemperatur Heizring
$\mathcal{G}_{RL,R}$	[°C]	Rücklauftemperatur Heizring
$\mathcal{G}_{VL,HK}$	[°C]	Vorlauftemperatur Heizkörper
$\mathcal{G}_{RL,HK}$	[°C]	Rücklauftemperatur Heizkörper
$\Delta \mathcal{G}_{gesamt}$	[K]	Gesamtabkühlung im Heizring
$\Delta \mathcal{G}_R$	[K]	Abkühlung im Heizring
$\Delta \mathcal{G}_{HK}$	[K]	Abkühlung im Heizkörper (Heizkörperspreizung)

- **Richtwerte für die Dimensionierung von Einrohrheizungen (Kupferrohre):**

Richtwerte für die Dimension des Heizringes:

Massenstrom	Dimension
bis 100 kg/h	12 x 1 mm
bis 200 kg/h	15 x 1 mm
bis 350 kg/h	18 x 1 mm
bis 600 kg/h	22 x 1 mm

Richtwerte für die Dimension des Heizkörperanschlusses:

Leistung	Dimension
bis 500 W	12 x 1 mm
bis 2000 W	15 x 1 mm
bis 4000 W	18 x 1 mm

Richtwerte für den Heizkörperdurchfluss:

Dimension des Heizringes	Dimension des Heizkörperanschlusses	Massenstrom durch den Heizkörper in Prozent des Ringmassenstromes
12 x 1	12 x 1	30 %
15 x 1	12 x 1	17,5 %
15 x 1	15 x 1	30 %
18 x 1	12 x 1	12,5 %
18 x 1	15 x 1	16,5 %
18 x 1	18 x 1	30 %
22 x 1	12 x 1	8 %
22 x 1	15 x 1	11,5 %
22 x 1	18 x 1	17,5 %

- **Richtwerte für die Dimensionierung von Einrohrheizungen (Stahlrohre):**

Richtwerte für die Dimension des Heizringes:

Massenstrom	Dimension
bis 100 kg/h	3/8"
bis 200 kg/h	1/2"
bis 450 kg/h	3/4"
bis 800 kg/h	1"
bis 1400 kg/h	5/4"

Richtwerte für die Dimension des Heizkörperanschlusses:

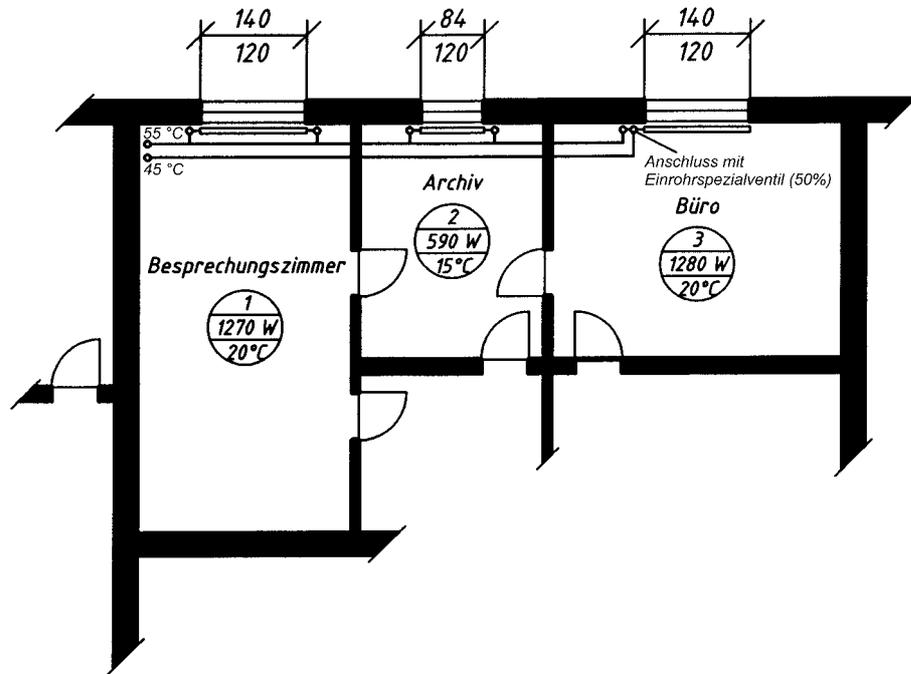
Leistung	Dimension
bis 500 W	3/8"
bis 2000 W	1/2"
bis 4000 W	3/4"

Richtwerte für den Heizkörperdurchfluss:

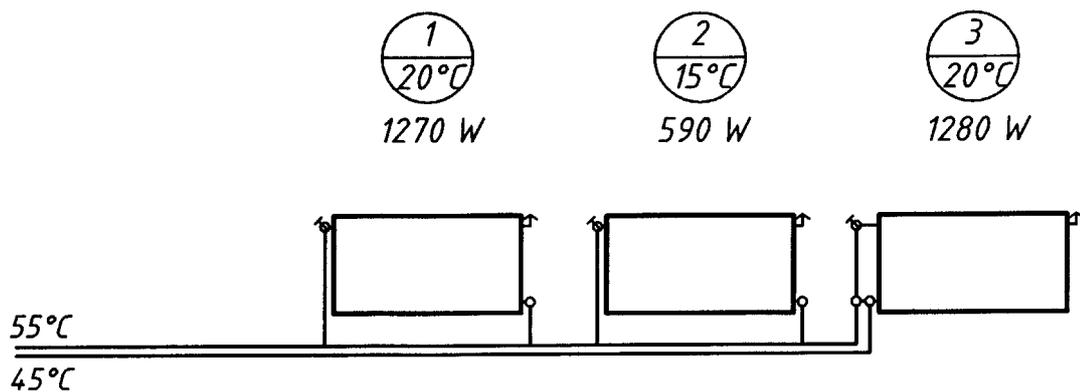
Dimension des Heizringes	Dimension des Heizkörperanschlusses	Massenstrom durch den Heizkörper in Prozent des Ringmassenstromes
3/8"	3/8"	30 %
1/2"	3/8"	17,5 %
1/2"	1/2"	30 %
3/4"	3/8"	10 %
3/4"	1/2"	15 %
3/4"	3/4"	30 %
1"	3/8"	6 %
1"	1/2"	10 %
1"	3/4"	16,5 %
5/4"	3/8"	3,5 %
5/4"	1/2"	6 %
5/4"	3/4"	10 %

Beispiel 13:

Für die dargestellten Geschäftsräumlichkeiten soll eine Einrohranlage aus Kupferrohren mit 55°C Vorlauftemperatur und 45°C Rücklauftemperatur geplant werden. Dimensionieren Sie die Ringleitung, die Heizkörperanschlüsse und wählen Sie die erforderlichen Heizkörper, unter Rücksichtnahme auf die baulichen Gegebenheiten, aus.

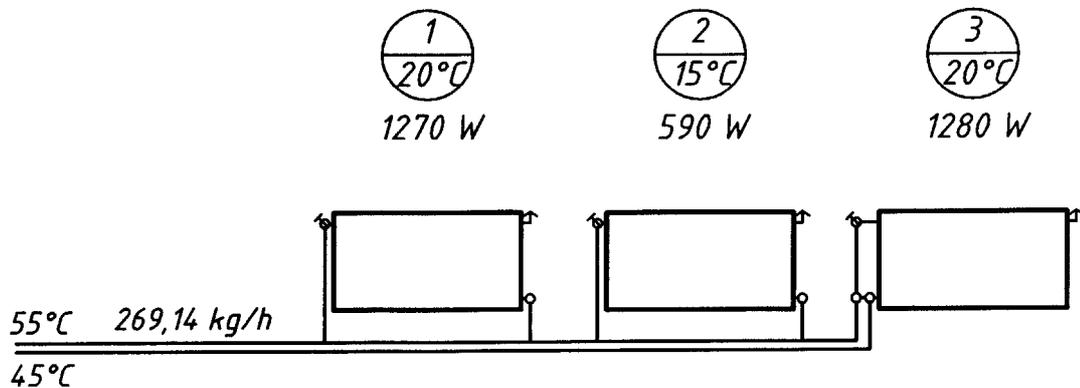


① Anfertigen eines Berechnungsschemas



② Berechnung des durch die Ringleitung fließenden Massenstromes

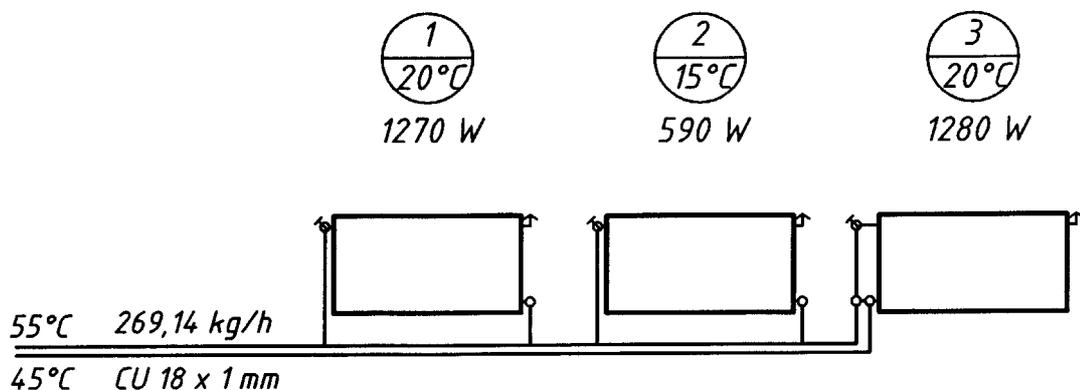
$$\dot{m}_R = \frac{P_{\text{gesamt}}}{\Delta \vartheta_{\text{gesamt}} \cdot c} \cdot 3,6 = \frac{1270 + 590 + 1280}{10 \cdot 4,2} \cdot 3,6 = 269,14 \text{ kg/h}$$



③ Dimensionierung der Ringleitung

Aus den Dimensionierungstabellen für den gewünschten Rohrwerkstoff (Kupfer) kann die erforderliche Dimension der Ringleitung abgelesen werden.

→ Dimension 18 x 1 mm



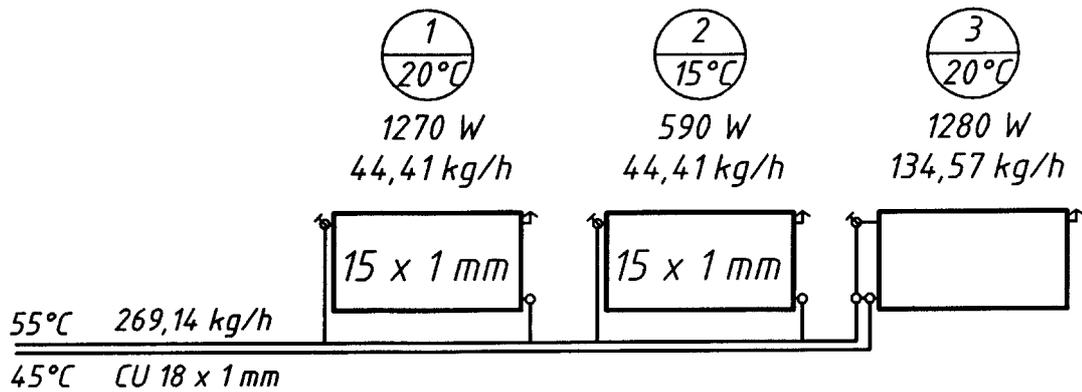
④ Dimensionierung der Heizkörperanschlüsse und Ermittlung des Heizkörperdurchflusses

Richtwerte für den Heizkörperanschluss siehe **Buch Seite 287**

Heizkörper 1	DN 15 (Cu 15 x 1 mm)
Heizkörper 2	DN 15 (Cu 15 x 1 mm)
Heizkörper 3	Einrohrspezialventil

Richtwerte für den Heizkörperdurchfluss siehe **Buch Seite 288 Tabelle 11.2 und Tabelle 11.3**

	Dimension		Massenstrom	
	Heizring	Heizkörper	in [%]	in [kg/h]
Heizkörper 1	18 x 1 mm	15 x 1 mm	16,5 %	44,41 kg/h
Heizkörper 2	18 x 1 mm	15 x 1 mm	16,5 %	44,41 kg/h
Heizkörper 3	18 x 1 mm	15 x 1 mm	50 % (Spezialventill)	134,57 kg/h



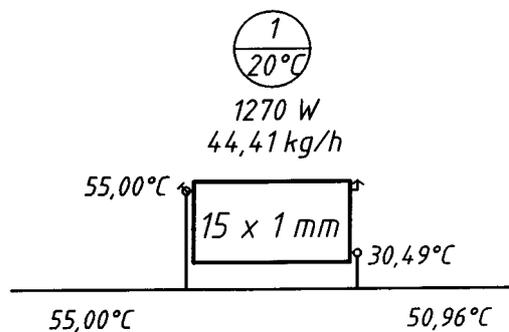
⑤ Berechnung der Vor- und Rücklauftemperaturen

Heizkörper 1:

$$\vartheta_{VL, HK} = 55^{\circ}\text{C}$$

$$\vartheta_{RL, HK} = \vartheta_{VL, HK} - \Delta\vartheta_{HK} = \vartheta_{VL, HK} - \frac{P_{HK}}{\dot{m}_{HK} \cdot c} \cdot 3,6 = 55 - \frac{1270}{44,41 \cdot 4,2} \cdot 3,6 = 30,49^{\circ}\text{C}$$

$$\vartheta_{RL, R} = \vartheta_{VL, R} - \Delta\vartheta_R = \vartheta_{VL, R} - \frac{P_{HK}}{\dot{m}_R \cdot c} \cdot 3,6 = 55 - \frac{1270}{269,14 \cdot 4,2} \cdot 3,6 = 50,96^{\circ}\text{C}$$

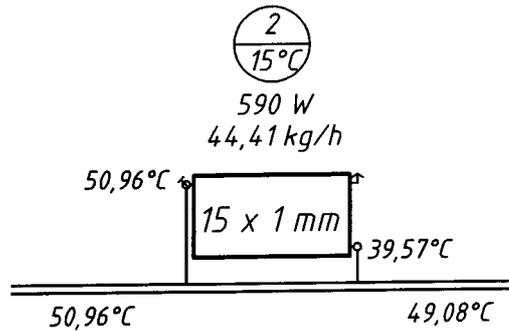


Heizkörper 2:

$$\vartheta_{VL, HK} = 50,96^{\circ}\text{C}$$

$$\vartheta_{RL, HK} = \vartheta_{VL, HK} - \Delta\vartheta_{HK} = \vartheta_{VL, HK} - \frac{P_{HK}}{\dot{m}_{HK} \cdot c} \cdot 3,6 = 50,96 - \frac{590}{44,41 \cdot 4,2} \cdot 3,6 = 39,57^{\circ}\text{C}$$

$$\vartheta_{RL, R} = \vartheta_{VL, R} - \Delta\vartheta_R = \vartheta_{VL, R} - \frac{P_{HK}}{\dot{m}_R \cdot c} \cdot 3,6 = 50,96 - \frac{590}{269,14 \cdot 4,2} \cdot 3,6 = 49,08^{\circ}\text{C}$$

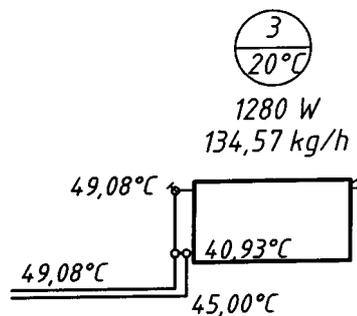


Heizkörper 3:

$$\vartheta_{VL, HK} = 49,08^{\circ}\text{C}$$

$$\vartheta_{RL, HK} = \vartheta_{VL, HK} - \Delta\vartheta_{HK} = \vartheta_{VL, HK} - \frac{P_{HK}}{\dot{m}_{HK} \cdot c} \cdot 3,6 = 49,08 - \frac{1280}{134,57 \cdot 4,2} \cdot 3,6 = 40,93^{\circ}\text{C}$$

$$\vartheta_{RL, R} = \vartheta_{VL, R} - \Delta\vartheta_R = \vartheta_{VL, R} - \frac{P_{HK}}{\dot{m}_R \cdot c} \cdot 3,6 = 49,08 - \frac{1280}{269,14 \cdot 4,2} \cdot 3,6 = 45,00^{\circ}\text{C}$$



⑥ Eintragen der Daten in das Berechnungsformblatt

Raumnummer	Vorlauftemperatur	Rücklauftemperatur	Raumtemperatur	mittlere Übertemperatur	Niedertemperaturfaktor	Normheizlast des Raumes	erforderliche Normwärmeleistung	Heizkörperbezeichnung	Normwärmeleistung laut Tabelle
	ϑ_{VL}	ϑ_{RL}	ϑ_R	$\Delta\vartheta_m$	NTF	P_n	P'_{korr}		P_{NORM}
	[-]	[°C]	[°C]	[K]	[-]	[W]	[W]	[-]	[W]
<i>Ring 1</i>	55,00	45,00				3140			
1	55,00	30,49	20			1270			
2	50,96	39,57	15			590			
3	49,08	40,93	20			1280			

⑦ Berechnung der Niedertemperaturfaktoren und der erforderlichen Wärmeleistung
(siehe dazu auch Kapitel „Auslegung von Heizflächen“)

<i>Ring 1</i>	55,00	45,00				3140			
1	55,00	30,49	20	22,75	2,78	1270	3531		
2	50,96	39,57	15	30,27	1,92	590	1133		
3	49,08	40,93	20	25,01	2,46	1280	3149		

⑧ Auswahl der Heizkörper aus der Auswahltabelle

<i>Ring 1</i>	55,00	45,00				3140			
1	55,00	30,49	20	22,75	2,78	1270	3531	VD 600/130/20 (1520 MM)	3610
2	50,96	39,57	15	30,27	1,92	590	1133	VA 600/60/12(840 MM)	1155
3	49,08	40,93	20	25,01	2,46	1280	3149	VD 500/130/20 (1520 MM)	3085