

# *Berechnung von Einrohrheizungen*

Die rechnergestützte Berechnung von Rohrnetzen steckt z.T. auch heute noch in den Kinderschuhen. Basiswissen und Fachkenntnisse sind gefragt, um die Leistungsfähigkeit moderner PC-Berechnungsprogramme zu nutzen. Anhand praktischer Beispiele soll gezeigt werden, welche Möglichkeiten ein modernes Berechnungsprogramm zur Dimensionierung von Einrohranlagen dem Projektanten heute bietet.

In Teil 1 werden die **Grundlagen** und ein Berechnungsbeispiel mit 3-Wege-Thermostatventilen gezeigt. Bei der Heizkörperdimensionierung wird der *Auslegungszuschlag  $x$  nach DIN 4701 T3* berücksichtigt.

In Teil 2 werden **Optimierungsmöglichkeiten** dargestellt, durch die optimale Heizkörperleistungen erreicht werden können.

In Teil 3 wird am Beispiel einer vertikalen Einrohrheizung der **Einfluß des Auftriebs und des Wärmeverlustes von unisolierten Rohrleitungen** auf die Dimensionierung der Einrohrheizung dargestellt.

## *Autoren:*

**Dipl.-Ing. Frank Mattioli**  
**Buderus Heiztechnik GmbH**  
**Sophienstr. 30-32**  
**35573 Wetzlar**

**Dipl.-Ing. Bernd Scheithauer**  
**Danfoss Wärme- und Kältetechnik GmbH**  
**Kleiner-Seligenstädter Grund 1**  
**63150 Heusenstamm**

**Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Heinz Haag**  
**Markert Welfens & Partner GmbH**  
**Ubierring 11**  
**50678 Köln**

*Wetzlar, Heusenstamm, Köln, den 23. September 1993*

Die rechnergestützte Berechnung von Rohrnetzen steckt z.T. auch heute noch in den Kinderschuhen. Basiswissen und Fachkenntnisse sind gefragt, um die Leistungsfähigkeit moderner PC-Berechnungsprogramme zu nutzen. Anhand praktischer Beispiele soll gezeigt werden, welche Möglichkeiten ein modernes Berechnungsprogramm zur Dimensionierung von Einrohranlagen dem Projektanten heute bietet.

**In Teil 1** werden die **Grundlagen** und ein Berechnungsbeispiel mit 3-Wege-Thermostatventilen gezeigt. Bei der Heizkörperdimensionierung wird der *Auslegungszuschlag  $x$  nach DIN 4701 T3* berücksichtigt.

**In Teil 2** werden **Optimierungsmöglichkeiten** dargestellt, durch die optimale Heizkörperleistungen erreicht werden können.

**In Teil 3** wird am Beispiel einer vertikalen Einrohrheizung der **Einfluß des Auftriebs und des Wärmeverlustes von unisolierten Rohrleitungen** auf die Dimensionierung der Einrohrheizung dargestellt.

## EINFÜHRUNG

Warum gibt es sowohl Einrohr- als auch Zweirohrheizungen? Oder besser gefragt, wann installiert man eine Einrohr- und wann eine Zweirohrheizung?

Bei der Zweirohrheizung wird jeder Heizkörper mit der selben Vorlauftemperatur versorgt. Somit ist seine Größe entsprechend des ermittelten Wärmebedarfs und unter Berücksichtigung des Norm-Massenstroms relativ leicht zu bestimmen.

Anders bei der Einrohrheizung. Im Gegensatz zur Zweirohrheizung sinkt bei der Einrohrheizung die Vorlauftemperatur von Heizkörper zu Heizkörper. Für die Größenbestimmung des Heizkörpers ist es aber zwingend notwendig, die jeweilige Vorlauftemperatur zu kennen. Außerdem wird die Leistungsabgabe des Heizkörpers vom prozentualen Anteil der Strangwassermenge beeinflusst, die über den Heizkörper geleitet wird. Das heißt, auch diese muß bekannt sein.

Dabei sind die Anwendungsmöglichkeiten der Einrohrheizung vielfältig und reichen vom Einfamilienhaus bis zum Hochhaus. Die einfache und materialsparende Rohrführung eignet sich für Etagenheizungen, z.B. von Büro- und Verwaltungsgebäuden, und die wohnungsweise Verlegung in großen Wohnhäusern.

Je nach Art der Rohrleitungsführung unterscheidet man zwischen Einrohrheizungen mit vertikalen und horizontalen Heizkreisen.

Bei vertikalen Heizkreisen werden von einer oberen Verteilung senkrechte Fallstränge nach unten geführt, an denen die Heizkörper mit entsprechenden Ventilarmaturen und Kurzschluß- bzw. Bypassstrecken angeschlossen sind. Durch die vertikalen Fallstränge sind Heizkörper verschiedener, übereinander liegender Wohneinheiten miteinander verbunden. Vertikale Heizkreise sind in den mehrgeschossigen Wohngebäuden der neuen Bundesländer sehr verbreitet.

Horizontale Heizkreise bieten die Möglichkeit, alle Heizkörper einer Wohnungseinheit hintereinander an eine Ringleitung anzuschließen. Die Heizkreise sind an eine gemeinsame Vorlauf- und Rücklaufsteigeleitung angeschlossen, so daß mehrere übereinander liegende Wohneinheiten über eine gemeinsame Vorlauf- und Rücklaufsteigeleitung versorgt werden können.

In den neuen Bundesländern sind die waagerechten Einrohrheizungen i.d.R. als Forsterheizungen mit Entlüftung an den Ventilen ausgelegt worden.

**Die seit dem 1.1.1991 auch in den neuen Bundesländern geltende HeizAnIV (Heizungsanlagen-Verordnung) sieht u.a. vor, daß heizungstechnische Anlagen mit selbständig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten sind.**

Unabhängig davon besteht nach VOB DIN 18380 die Forderung:

**"3.5.1 Die Anlagenteile sind so einzustellen, daß die geforderten Funktionen und Leistungen erbracht und die gesetzlichen Bestimmungen erfüllt werden. Der hydraulische Abgleich ist so vorzunehmen, daß bei bestimmungsmäßigem Betrieb, also z.B. auch nach Raumtemperaturabsenkung oder Betriebspausen der Heizanlage, alle Wärmeverbraucher entsprechend ihrem Wärmebedarf mit Heizwasser versorgt werden."**

Der Austausch vorhandener Handregulier-Ventile gegen Heizkörperthermostatventile stellt eine Umrüstvariante dar, die mit dem geringsten Montage- und Materialaufwand die notwendigen Modernisierungsmaßnahmen erreicht.

Ein wesentlicher Teil der vorhandenen Zentralheizungsanlagen in den neuen Bundesländern sind als vertikale Einrohrheizungen ausgeführt, bei denen für die raumweise Heizkörperregelung Dreiwege-Thermostatventile als Umrüstventile eingesetzt werden können.

Das in den neuen Bundesländern verwendete System "**vertikal Einrohr**" wurde in den alten Bundesländern nur selten eingesetzt, da in einem Strang mehrere getrennte Wohnungen versorgt werden und dies über das Einrohrsystem nicht unerhebliche Wechselwirkungen zwischen den Wohnungen mit sich bringt. Ähnliche Probleme treten auf, wenn die Räume für teilweise eingeschränkte Beheizung ausgelegt worden sind. Bei der Abrechnung gibt es Komplikationen, da die vertikalen Rohre entsprechend der geschosswisen Wassertemperatur unterschiedliche Wärmemengen abgeben, die nicht gerecht verteilt werden können.

Werden Heizkörper am Ende des Stranges geschlossen, führt dies zu einer Verkleinerung des Gesamt-Kv-Wertes im Strang; d.h., der Widerstand im Einrohrkreis wird größer. Bei einem konstanten Strangdifferenzdruck führt dies zu einer Reduzierung der Strangwassermenge und somit zu einer Leistungsminderung der davor eingebauten Heizkörper.

Schließen die Ventile der Heizkörper am Anfang des Einrohrkreises, verkleinert sich ebenfalls der Gesamt-Kv-Wert. Die Reduzierung der Strangwassermenge wird jedoch durch die höhere Vorlauftemperatur bei den folgenden Heizkörpern bei weitem kompensiert.

Ein Austausch der Ventile kann demnach nur dann erfolgen, wenn der max. mögliche Massenstrom durch den Heizkörper (mit neuem 3-Wegeventil) ausreicht, um mit dem vorhandenen Heizkörper den erforderlichen Normwärmebedarf zu decken. Ist der Heizkörper zu groß, so ist der Massenstromanteil über den Heizkörper mittels einer Voreinstellung am Ventil zu drosseln, bis über den Heizkörper nur noch der Massenstrom fließt, der zur Deckung des Wärmebedarfs ausreicht.

Die wesentliche Struktur einer "Nachrechnung" ist wie folgt:

- 1. Vorgabe der Normheizleistung des Raumes und der vorhandenen Heizkörper.*
- 2. Berechnung des Einrohrheizkreises mit der Werkseinstellung des Heizkörperdurchflußanteiles am Ventil.*
- 3. Ermittlung der Über-/Unterleistung des Heizkörpers.*
- 4. Vergrößerung/Verkleinerung des Heizkörper-Durchflußanteiles am Thermostatventil innerhalb des möglichen Einstellbereiches.*
- 5. Weitere Optimierungsmöglichkeiten, z.B. Erhöhung/Reduzierung der Rücklauftemperatur, zum Ausgleich bei Über- bzw. Unterleistung der Heizkörper.*

Um eine Nachrechnung einer vorhandenen Anlage überhaupt erst zu ermöglichen, wurde das Rohrnetzrechnungsprogramm **IBM Haustechnik Teil II der Firma MW Software** erweitert. Neben der Rohrauskühlung und der Berücksichtigung des Auftriebes wurde das Einrohr-Programm um das Modul "**vorhandene Heizkörper nachrechnen**" ergänzt.

Ein Heizkörper-Datensatz für die neuen Bundesländer, der die bisherigen Heizkörpertypen

- **Flachheizkörper Modell 70**
- **Flachheizkörper Modell 73**
- **Gußradiatoren**
- **Konvektoren**
- **Konvektortruhen**
- **Plattenheizkörper/Januar 85**
- **Plattenheizkörper Modell Gera + Neukirchen**
- **Stahlradiatoren**

enthält, kann von **MW Software Köln** direkt bezogen werden.

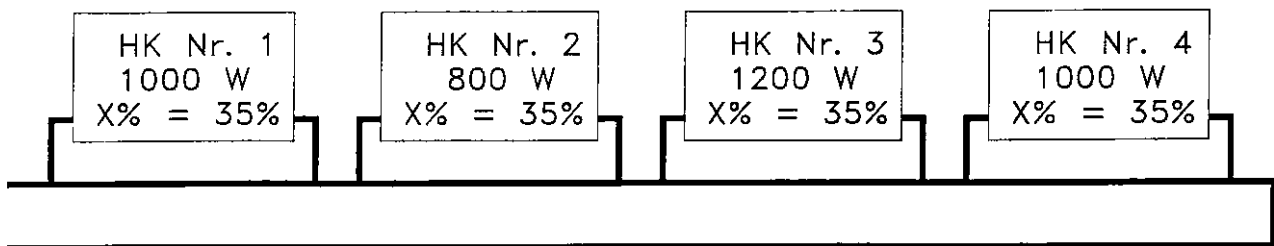
Bei der Umrüstung dürfen jedoch folgende Punkte nicht außer acht gelassen werden:

Als Berechnungsgrundlage wurde bei vorhandenen Zweiwegeventilen in den neuen Bundesländern ein Massenstrom von 100 % der Strangwassermenge durch den Heizkörper zugrunde gelegt. Konstruktionsbedingt wird aber bei den Dreiwegeventilen der Heizkörper nur von einem Teil der Strangwassermenge durchströmt. Beim Ventil TYP RA-D der Firma Danfoss beträgt z.B. der Heizkörperdurchflußanteil max. 50 %. Demzufolge besteht der erste Schritt der notwendigen Nachrechnung einer Altanlage in der Überprüfung der vorhandenen Heizkörpergröße. Dies weicht von der "klassischen Vorwärtsrechnung" einer Einrohrheizung grundlegend ab, bei der über eine vorgegebene *Temperaturdifferenz*, einer festgelegten *Strangwassermenge* und einem festen *Verteilverhältnis der Ventile* die Dimensionierung der Heizkörpergröße erfolgt.

Im Falle vorhandener Heizkörper ist eine Anpassung der Heizkörperleistung jedoch nur über eine einstellbare Verteilverhältnis-Regulierung des Massenstroms durch den Heizkörper möglich.

In der nachfolgenden Berechnung wird anhand eines ausführlichen Beispiels die Problematik der Be- und Nachrechnung von Einrohranlagen gezeigt.

**Bild 1: Beispielskizze**



**Beispieldaten**

Vorlauftemperatur:	$\vartheta_v$	= 70 °C
Rücklauftemperatur:	$\vartheta_r$	= 55 °C
Raumtemperatur aller Räume:	$\vartheta_i$	= 20 °C
Zuschlagsfaktor x nach DIN 4701 T3:	x	= 0.15
Heizkörper-Durchflußanteil:	X%	= 35 %

Die Gesamtleistung des Stranges beträgt:  $Q_N = 4000 \text{ W}$

Der Massenstrom des Heizkreises (Ringmassenstrom) ergibt sich demnach nach Gl. (1):

$$\dot{m}_{ges} = \frac{\dot{Q}_N}{c \cdot \Delta\vartheta} = \frac{4000}{1,163 \cdot (70 - 55)} = 229 \text{ kg / h} \quad \text{Gl. (1)}$$

$\dot{Q}_N$  = Norm-Wärmebedarf in W  
 c = spezifische Wärmekapazität in Wh/kg K  
 $\Delta\vartheta$  = Temperaturdifferenz in K

Der 1. Heizkörper in der Ringleitung muß zuerst berechnet werden. Die Heizkörperdimensionierung soll bei einem gewünschten Heizkörper-Durchflußanteil X% von 35 % erfolgen.

Daraus ergibt sich der Heizkörper-Massenstrom nach **Gl.(2)**:

$$\dot{m}_{HK} = \frac{X\%}{100\%} \cdot \dot{m}_{ges} = \frac{35}{100} \cdot 229 = 80 \text{ kg / h} \quad \text{Gl. (2)}$$

Da alle Heizkörper mit X% = 35 % ausgelegt werden sollen, gilt dieser Massenstrom für alle Heizkörper.

Die Vorlauftemperatur des 1. Heizkörpers ist mit 70 °C bekannt. Die Rücklauftemperatur ist noch unbekannt, muß jedoch für die Berechnung der Normleistung des Heizkörpers vorhanden sein.

Die Temperaturspreizung im Heizkörper wird berechnet nach **Gl.(3)**:

$$\Delta \vartheta = \frac{\dot{Q}_N}{c \cdot \dot{m}_{HK}} = \frac{1000}{1,163 \cdot 80} = 11 \text{ K} \quad \text{Gl. (3)}$$

Die Rücklauftemperatur ergibt sich danach nach **Gl.(4)**:

$$\vartheta_r = \vartheta_v - \Delta \vartheta = 70 - 11 = 59^\circ \text{ C} \quad \text{Gl. (4)}$$

Die Mischtemperatur nach dem 1. Heizkörper stellt im Einrohrkreis die Vorlauftemperatur für den nächsten Heizkörper dar. Sie ergibt sich aus dem Heizkörper-Massenstrom mit dessen Rücklauftemperatur und dem Bypass-Massenstrom, der, da nicht abgekühlt, die Vorlauftemperatur dieses Heizkörpers besitzt.

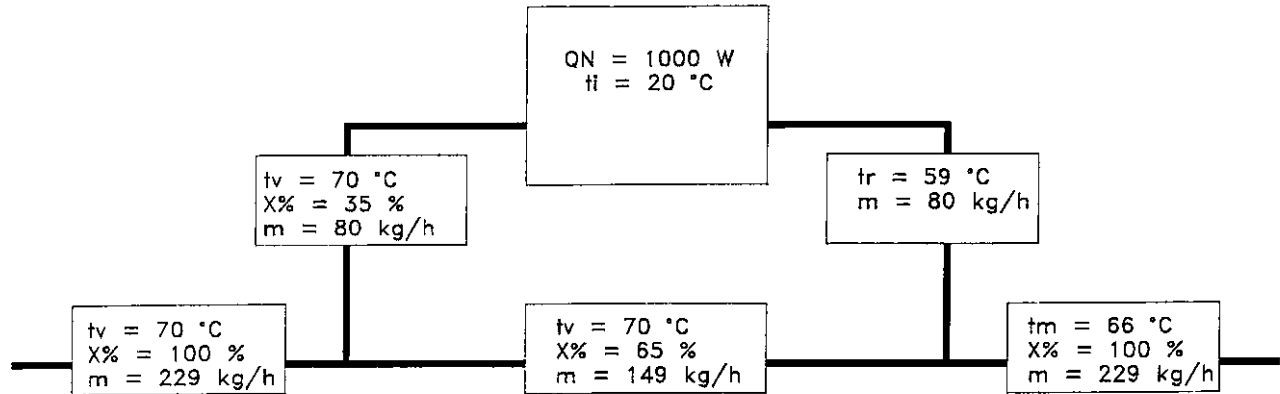
Sie wird nach der Mischungsgleichung **Gl.(5)** ermittelt.

$$\vartheta_{m1} = \frac{\vartheta_{v, HK1} \cdot \dot{m}_{Bypass1} + \vartheta_{r, HK1} \cdot \dot{m}_{HK1}}{\dot{m}_{Bypass1} + \dot{m}_{HK1}} \quad \text{Gl. (5)}$$

$$\vartheta_{m1} = \frac{70 \cdot 149 + 59 \cdot 80}{149 + 80} = 66^\circ \text{ C}$$

Danach ergeben sich folgende Verhältnisse am 1. Heizkörper.

**Bild 2: Verteilverhältnisse am 1. Heizkörper**



Der 2. und jeder weitere Heizkörper wird nach der gleichen Methode berechnet, wobei die Mischtemperatur  $\vartheta_m$  des davor liegenden Heizkörpers als Vorlauftemperatur  $\vartheta_v$  einzusetzen ist.

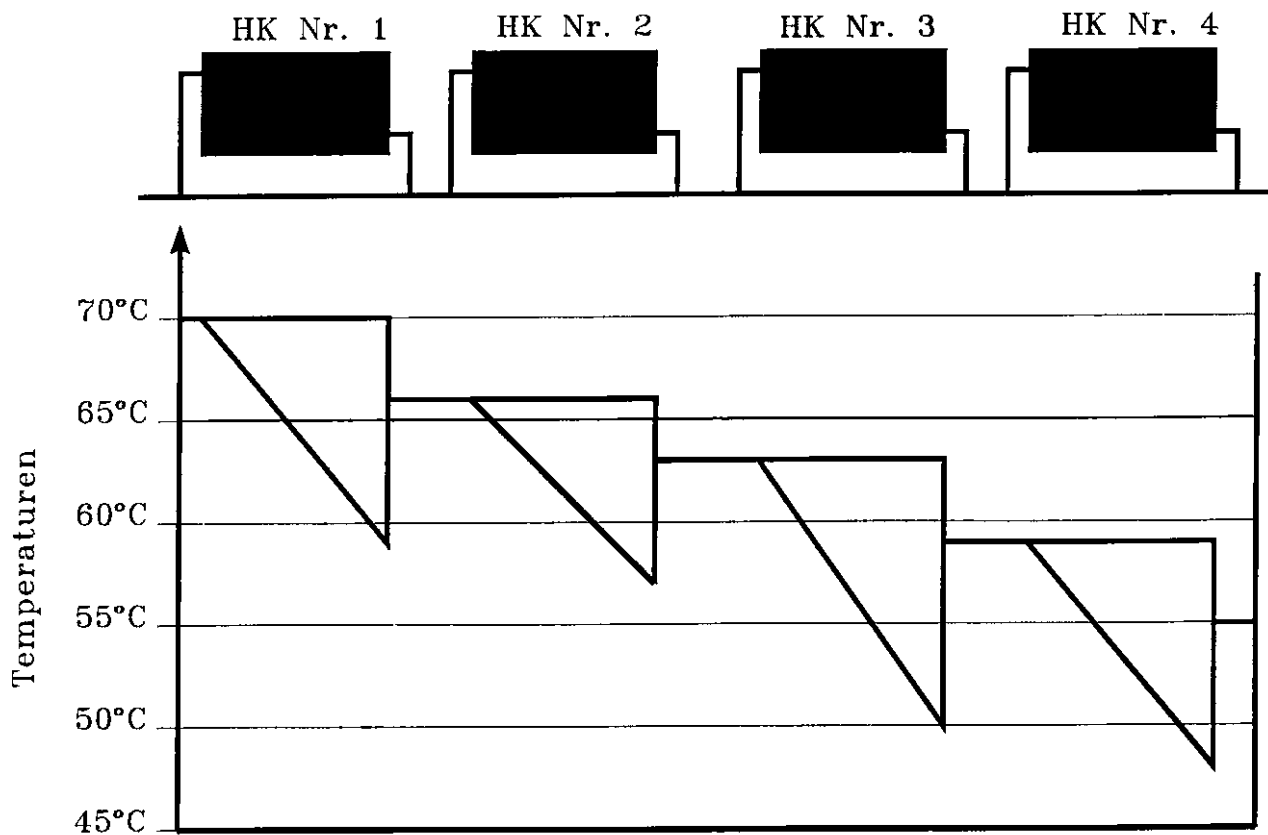
Die vollständigen Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

**Tabelle 1: Ergebnisse Beispielberechnung**

Nr.	$\dot{Q}_N$	X% <sub>HK</sub>	$\dot{m}_{HK}$	$\vartheta_v$	$\vartheta_r$	$\vartheta_m$	$\vartheta_i$
1	1000 W	35%	80 kg/h	70 °C	59 °C	66 °C	20 °C
2	800 W	35%	80 kg/h	66 °C	57 °C	63 °C	20 °C
3	1200 W	35%	80 kg/h	63 °C	50 °C	59 °C	20 °C
4	1000 W	35%	80 kg/h	59 °C	48 °C	55 °C	20 °C

Die errechneten Temperaturen und das Temperaturgefälle sind in der folgenden Grafik noch einmal dargestellt.

**Bild 3: Grafische Darstellung des Temperaturverlaufes im Einrohrkreis**



Wie aus der bisherigen Berechnung ersichtlich, ergibt sich im Einrohrkreis für jeden Heizkörper eine unterschiedliche Vorlauf- und Rücklauftemperatur.

Um einheitliche Vergleichsgrundlagen für Heizkörper zu haben, weisen Heizkörperhersteller in ihren technischen Unterlagen Leistungsangaben für Normbedingungen (90/70/20 °C) und für definierte Temperaturen (z.B. 70/55/20 °C) aus. Für die Auswahl der Heizkörper nach Herstellerangaben müssen deshalb die berechneten Heizkörperleistungen auf Normbedingungen umgerechnet werden.

Die Norm-Wärmeleistung des Heizkörpers ergibt sich nach Gl.(6):

$$\dot{Q}_{N-HK} = \frac{\dot{Q}_N \cdot (1+x)}{f} \quad \text{Gl. (6)}$$

- $\dot{Q}_N$  = Norm-Wärmebedarf des Raumes nach DIN 4701
- $x$  = Auslegungszuschlag nach DIN 4701 T3
- $f$  = Umrechnungsfaktor für andere Temperaturen
- $\dot{Q}_{N,HK}$  = Norm-Wärmeleistung des Heizkörpers bei 90/70/20 °C



Der Umrechnungsfaktor  $f$  kann berechnet oder aus Tabellen entnommen werden. Die folgende Tabelle zeigt Umrechnungsfaktoren für Standardwerte:

**Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren  $f$  für eine Raumtemperatur  $\vartheta_i = 20\text{ °C}$  und einen Heizkörper-Exponenten  $n = 1,30$ .**

$\vartheta_r/\vartheta_v$	65°C	70°C	75°C	80°C	85°C	90°C	95°C	100°C
55°C	0,59	0,64	0,68	0,72	0,77	0,81	0,85	0,89
60°C	0,65	0,69	0,74	0,78	0,83	0,87	0,92	0,96
65°C		0,75	0,80	0,84	0,89	0,94	0,98	1,03
70°C			0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10
75°C				0,96	1,01	1,06	1,11	1,16
80°C					1,07	1,12	1,17	1,23
85°C						1,18	1,23	1,29
90°C							1,29	1,35
95°C								1,41

Für keinen der Beispiel-Heizkörper kann ein Faktor abgelesen werden. Hinzu kommt noch, daß der Heizkörper-Exponent mit 1,3 festgelegt ist. Moderne Plattenheizkörper weisen jedoch Werte zwischen 1,2 und 1,4 auf (Beispiel: **Buderus "Solidoflux-LS", BH 500 mm, Typ 10:  $n = 1,25$** ).

Der Umrechnungsfaktor  $f$  wird nach Gl.(7) ermittelt:

$$f = \left( \frac{\Delta \vartheta_m}{\Delta \vartheta_n} \right)^n \tag{Gl. (7)}$$

$n$  = Heizkörper - Exponent

$\Delta \vartheta_m$  = Heizmittelübertemperatur

$\Delta \vartheta_n$  = Norm - Heizmittelübertemperatur = 59.44 K

Da die Heizkörper-Exponenten z.T. von der Bauhöhe und der Bautiefe abhängig sind, wird für die Beispielberechnung der Wert  $n = 1,3$  benutzt.

Nach folgender Gl.(8) berechnet sich die Heizmittelübertemperatur  $\Delta\vartheta_m$ :

$$\Delta\vartheta_m = \frac{\vartheta_v - \vartheta_r}{\ln\left(\frac{\vartheta_v - \vartheta_i}{\vartheta_r - \vartheta_i}\right)} \quad \text{Gl. (8)}$$

Für den 1. Heizkörper ergibt sich damit ein Umrechnungsfaktor  $f$  nach Gl.(9):

$$f = \left( \frac{\frac{\vartheta_v - \vartheta_r}{\ln\left(\frac{\vartheta_v - \vartheta_i}{\vartheta_r - \vartheta_i}\right)}}{\Delta\vartheta_N} \right)^n = \left( \frac{\frac{70 - 59}{\ln\left(\frac{70 - 20}{59 - 20}\right)}}{59,44} \right)^{1,3} = 0,682 \quad \text{Gl. (9)}$$

Daraus ermittelt sich die Norm-Heizkörperleistung des 1. Heizkörpers. Es soll dabei der Zuschlagsfaktor  $x = 0,15$  berücksichtigt werden unter der Annahme, daß eine Erhöhung der Heizkessel-Vorlauftemperatur nicht möglich ist.

$$\dot{Q}_{N, HK} = \frac{1000 \cdot (1 + 0,15)}{0,682} = 1466 \cdot 1,15 = 1686W$$

Alle Beispielergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt:

**Tabelle 3: Ergebnisse der Berechnung**

Nr.	$\dot{Q}_N$	X%HK	$\dot{m}_{HK}$	$\vartheta_v$	$\vartheta_r$	$\vartheta_m$	$\vartheta_i$	f	x	$\dot{m}_{N, HK}$
1	1000 W	35%	80 kg/h	70 °C	59 °C	66 °C	20 °C	0,682	0,15	1686 W
2	800 W	35%	80 kg/h	66 °C	57 °C	63 °C	20 °C	0,624	0,15	1475 W
3	1200 W	35%	80 kg/h	63 °C	50 °C	59 °C	20 °C	0,523	0,15	2639 W
4	1000 W	35%	80 kg/h	59 °C	48 °C	55 °C	20 °C	0,469	0,15	2425 W

Mittels der berechneten Norm-Heizkörperleistungen kann nun die Heizkörper-Dimensionierung erfolgen.

Für das Beispiel wird der **Buderus Fertighetzkörper "Planflux"** gewählt. Die Bauhöhe soll 500 mm, die max. Baulänge darf 2000 mm betragen.

Die Leistungsangaben sind auszugsweise in Tabelle 4 dargestellt:

**Tabelle 4: Norm-Heizleistung des Buderus Platten-HK Planflux BH 500 mm in W**

TYP/BL	1000	1200	1400	1600	1800	2000
10	677	812	948	1083	1219	1354
11	991	1189	1387	1586	1784	1982
21	1499	1799	2099	2398	2698	2998
22	1903	2284	2664	3045	3425	3806
33	3046	3655	4264	4874	5483	6092

Da kein Heizkörper mit 1686 W lieferbar ist, wird der nächst größere Heizkörper mit der Baulänge 1800 mm gewählt.

Der 1. Heizkörper kann als **Typ 11** mit einer Baulänge von **1800 mm** abgelesen werden.

In Tabelle 5 sind die gewählten Heizkörper für den Beispiel-Einrohrkreis eingetragen. Alle sind etwas überdimensioniert.

**Tabelle 5: Ergebnisse Beispielberechnung Heizkörperauswahl mit Buderus Plattenheizkörpern Planflux**

Nr.	$\dot{Q}_N$	X%HK	$\dot{Q}_{N, HK}$	BH	max. BL	tat. BL	Typ	$\dot{Q}_{HK}$
1	1000 W	35%	1686 W	500 mm	2000 mm	1800 mm	11	1784 W
2	800 W	35%	1475 W	500 mm	2000 mm	1800 mm	11	1487 W
3	1200 W	35%	2639 W	500 mm	2000 mm	1800 mm	21	2698 W
4	1000 W	35%	2425 W	500 mm	2000 mm	1800 mm	21	2698 W

Die Überdimensionierung der Heizkörper ist jedoch gem. VOB nicht zulässig.

In DIN 18380 heißt es auf Seite 12:

**"3.2.10.1 Die Wärmeleistung der Raumheizflächen ist auf den nach DIN 4701 ermittelten Wärmebedarf auszulegen."**

Die Überdimensionierung wird ggfs. durch das Heizkörper-Thermostatventil reduziert, was jedoch immer zu einer Verschlechterung der Regelungscharakteristik führt.

Deshalb muß die Überdimensionierung des Heizkörpers durch eine reduzierte Einstellung des Heizkörper-Durchflußanteils ausgeglichen werden. Dazu ist der notwendige Massenstrom  $\dot{m}_{HK}$  zu ermitteln, der die erforderliche Heizmittelübertemperatur als Funktion der Rücklauf-temperatur sicherstellt.

Diese kann jedoch nur iterativ ermittelt werden und beeinflusst den gesamten Einrohrkreis (z.B. ergibt sich für den 1. Heizkörper danach ein Massenstrom  $\dot{m}_{HK}$  von 57,3 kg/h bei einer Rücklauf-temperatur von 55,0 °C).

Die Berechnung kann manuell nur mit hohem zeitlichen Aufwand durchgeführt werden. Daher sei an dieser Stelle auf das Einrohrheizungs-Berechnungsprogramm von IBM/MW Software hingewiesen, welches diese Optimierung der Einrohrkreise automatisch durchführt.

In Bild 4 ist die Auslegung des Beispiel-Einrohrkreises mit dem Programm "IBM Haustechnik Teil II Version 2.00" von MW Software dargestellt.

**Bild 4: Beispielberechnung mit IBM HTT II "Einrohrheizung Version 2.00"**

IBM Haustechnik HTT-H9-4		Einrohr-Heizung Kreis-Auslegung		MW Software Köln 08.07.1993	
Beispielberechnung		15.0	169	0.60	25.0
Zimmernummer		1	2	3	4
0	1 Wohnzimmer	1000	20	1000	35
0	2 Wohnzimmer	800	20	800	35
0	3 Wohnzimmer	1200	20	1200	35
0	4 Wohnzimmer	1000	20	1000	35

Aus der Computerberechnung ist ersichtlich, daß bei Überdimensionierungen bedingt durch die Baulängenabstufungen bereits eine Reduzierung des Heizkörper-Durchflußanteils von bis zu 10 % notwendig wird (siehe Bild 4, Spalte X/% Ein).

Der Heizkörper-Durchflußanteil des 1. Heizkörpers muß z.B. statt mit 35 % mit 25 % eingestellt werden. Bei dem 3-Wege-Ventil **RA-D von Danfoss** entspricht dies einer Einstellung **E = 5,5**.

Auf weitere Optimierungsmöglichkeiten bei nicht ausreichender Heizkörperleistung durch Anheben der Rücklauftemperatur oder bei Überdimensionierung aller Heizkörper durch Absenken der Rücklauftemperatur wird in Teil 2 dieses Fachaufsatzes eingegangen.

***Bilder:***

**MW Software Markert Welfens & Partner GmbH, Köln**

***Programm:***

**IBM Haustechnik Teil II; IBM Deutschland GmbH, Stuttgart**

***Literaturverzeichnis:***

**Buderus Handbuch für Heizungs- und Klimatechnik 32. Auflage 1975**

**Recknagel/Sprenger/Hönmann Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik 92/93**

**Rietschel/Raiß "Heiz- und Klimatechnik, 15. Auflage"**

**DIN 4701 Teil 3 August 1989**

**Heizungsanlagen-Verordnung (HeizAnIV) 1991**

**VOB DIN 18380 1990**

**Technische Unterlagen 1993 Fa. Danfoss Wärme- und Kältetechnik GmbH, Heusenstamm**

**Technische Unterlagen 1993 Fa. Buderus Heiztechnik GmbH, Wetzlar**