

Handbuch Hydraulischen Abgleich für Ein- und Zweifamilienhäuser



Abschnitt I

Allgemeine Grundsätze

S. 03 – 06

Abschnitt II

Berechnung mit dem EXCEL-Programm

S. 07 – 33

Abschnitt III

Handrechnung mit Formularen

S. 34 – 74

INHALT

Abschnitt I: Allgemeines.....	3
1 Übersicht.....	3
2 Gründe für eine Optimierung.....	4
3 Konsequenzen der Optimierung.....	5
4 Fachunternehmerbrief.....	5
5 EnEV Anforderungen bei Arbeiten im Bestand.....	6
 Abschnitt II: Berechnung mit dem EXCEL-Programm	7
1 Übersicht über diesen Abschnitt.....	7
2 Optimierung im Überblick	8
3 Verfügbare Menüs und Grundsätze des Programms.....	10
4 Beispielgebäude und -raum.....	12
5 Gebäudeaufnahme.....	13
6 Eingabe der Daten in die Formulare	17
7 Arbeitshilfen für das EXCEL-Programm	25
 Abschnitt III: Handrechnung mit Formularen	34
1 Übersicht über diesen Abschnitt.....	34
2 Optimierung im Überblick	35
3 Vorlagen und Erklärung der Formulare	37
4 Beispielgebäude und -raum.....	45
5 Erkennen und Zuordnen von Bauteilen	46
6 Transmission durch Bauteile.....	47
7 Lüftung	49
8 Raumheizlast	50
9 Heizkörperleistung	51
10 Notwendige Übertemperatur	56
11 Vorlauftemperatur	57
12 Volumenstrom je Raum	58
13 Volumenstrom je Heizkörper	60
14 Durchlasswerte für die Thermostatventile	61
15 Wahl und Voreinstellung von Ventilen.....	62
16 Anlagentyp	68
17 Sonderdruckverluste im Netz	69
18 Notwendige Druckerhöhung	71
19 Ausgefüllte Formulare für das Beispiel.....	72
 Impressum	77

ABSCHNITT I: ALLGEMEINES

1 Übersicht

Das in diesem Handbuch beschriebene "Verfahren für den hydraulischen Abgleich" kann im **Ein- und Zweifamilienhaus** angewendet werden.

Für größere Gebäude wird die Verwendung eines professionellen Rechenprogramms empfohlen, z.B. das von proKlima Hannover und dem TWW Wolfenbüttel entwickelte Programm.

Die Anwendung beschränkt sich auf Gebäude **mit Zweirohrheizung** und **ohne Fußbodenheizung**. Eine ggf. vorhandene Fußbodentemperierung (schlangenförmige Verlegung der Rücklaufleitungen im Fußboden) wird im Verfahren zwar nicht berücksichtigt, verhindert jedoch die Anwendung nicht. Die Optimierung der Anlagentechnik umfasst:

- o den hydraulischen Abgleich mit Einstellung der Förderhöhe im Netz und Voreinstellung von Thermostatventilen und
- o die Einstellung der Vorlauftemperatur am zentralen Regler.

Die Optimierungsberechnung kann wahlweise

- **per EXCEL-Programm (Abschnitt II)**

- **per Handrechnung mit Handbuch (Abschnitt III)**

erfolgen.

Das Verfahren benötigt eine Gebäudebegehung und -aufnahme. Zur Aufnahme und Optimierung wird jeweils ein Satz Formulare bereitgestellt. Als Hilfestellung für die Anwendung des Handrechenverfahrens sind diverse Tabellen und Grafiken vorgesehen.

Die Vorgehensweise sowohl des EXCEL-Programms als auch der Handrechnung wird an einem Beispiel erläutert.

2 Gründe für eine Optimierung

Das hier beschriebene Verfahren zur nachträglichen Optimierung von Heizungsanlagen (vereinfachter hydraulischer Abgleich und Reglereinstellung) dient der Anpassung der in einem Gebäude bereitgestellten an die tatsächlich benötigte Wärmemenge. Damit wird sichergestellt, dass nicht versehentlich Wärme zum Fenster hinaus gelüftet wird. Positive Nebeneffekte der hydraulischen Optimierung sind i.d.R. eine Ersparnis an Pumpenergie, Geräuschminderung in der Anlage und ein gleichmäßigeres Aufheizverhalten der Räume.

Der vereinfachte Ablauf der Optimierung sieht wie folgt aus:

überschlägige Berechnung der Raumheizlast anhand der Außenflächen	Aufnahme der Heizkörperleistungen	Feststellen der Überdimensionierung der Heizkörper	Suche des Heizkörpers der am knappsten bemessen ist und festlegen der Vorlauftemperatur	Bestimmung der Volumenströme für jeden Heizkörper	Ermittlung des Druckverlustes für das Ventil eines jeden Heizkörpers	Bestimmung der Voreinstellung der Thermostatventile	Berechnung der Förderhöhe der Pumpe oder ggf. eines Differenzdruckreglers	Einstellung vor Ort
---	-----------------------------------	--	---	---	--	---	---	---------------------

Warum ist das so ein aufwändiger Ablauf? Warum wird nicht einfach die Raumheizlast mit 40, 70 oder 100 W/m² bestimmt und eine einheitliche Temperaturspreizung von 10 oder 15 K für alle Heizkörper festgelegt? Dann könnten die Thermostatventile doch sehr einfach voreingestellt werden...

In der Praxis, vor allem nach einer Modernisierung hängt die Raumheizlast sehr stark von den Außenflächen eines Raumes ab, nicht von der Grundfläche. Die Wärmeverluste sind viel stärker in Eckräumen als in Innenräumen zu spüren. Weiterhin sind die Heizkörper überaus unterschiedlich bemessen. Dies liegt daran, dass früher oft keine Auslegung stattfand oder die Modernisierung der Außenflächen in den Räumen sehr unterschiedlich wirkt, so dass Heizkörper und Raum nicht (mehr) zueinander passen. Eine Dachdämmung bewirkt z.B. dass die obere Etage plötzlich zu große Heizkörper hat, während für die Untergeschosse alles beim alten bleibt. Diese beiden Effekte führen in realen Bestandsgebäuden dazu, dass es gleichzeitig Heizkörper ohne Überdimensionierung und Heizkörper mit bis zu 6facher Überdimensionierung gibt!

Damit ist auch klar, dass sich bei gleicher Vorlauftemperatur in einer Anlage sehr unterschiedliche Rücklauftemperaturen an den Heizkörpern einstellen müssen. Die am Regler einzustellende Vorlauftemperatur richtet sich dabei nach dem am knappsten bemessenen Heizkörper, der ja auf jeden Fall den betreffenden Raum auch noch ausreichend erwärmen muss.

Die stark überdimensionierten Heizkörper können schon mit kleinen Mitteltemperaturen die benötigte Wärme abgeben. Eine kleine Mitteltemperatur (Übertemperatur) bedeutet aber, dass die Rücklauftemperaturen an diesen Heizkörpern niedrig sind und die Volumenströme entsprechend sehr klein. Genau umgekehrt ist es bei knapp bemessenen Heizkörpern. Hier sind die Rücklauftemperatur und der Volumenstrom hoch. Innerhalb einer Anlage können so Spreizungen von 5 bis über 40 K vorkommen.

Diese Randbedingungen führen dazu, dass die Volumenströme durch einen Heizkörper nur mit einem gewissen Aufwand ermittelt werden können. Die einzustellenden Voreinstellungen der Ventile hängen direkt mit diesem Volumenstrom zusammen. Der zusätzlich zu berücksichtigende Druckverlust über dem Ventil wird im Rahmen des Verfahrens nur überschlägig bestimmt. Es wird aber vorausgesetzt, dass in der Anlage insgesamt geringe Differenzdrücke anzutreffen sind. Ist dies nicht von vornherein möglich, müssen Differenzdruckregler nachgerüstet werden. Dies ist notwendig, damit die Voreinstellungen der Ventile nicht zu groß gewählt werden müssen (die Ventile fast zuggedrosselt sind). Es ist dann nämlich ein schlechtes Regelverhalten und ggf. ein Verstopfen zu erwarten.

3 Konsequenzen der Optimierung

Es ist sinnvoll im Zusammenhang mit einer Optimierung der Heizungsanlage die betroffenen Nutzer über Veränderungen im Heizverhalten aufzuklären. Zur Nutzer- bzw. Mieterinformation über die Konsequenzen einer Optimierung können beispielsweise folgende Hinweise verwendet werden:

Vorteile:

- o die Räume werden nach der Optimierung alle gleichmäßig schnell warm
- o vorhandene Pfeifgeräusche werden beseitigt und Strömungsgeräusche zumindest stark vermindert
- o die Kosten für den Betrieb der Pumpe können vermindert werden (nicht bei Anlagentyp 1!)
- o die Gefahr einer Energieverschwendung bei versehentlich offen gelassenen Fenstern wird vermindert

Mögliche Probleme und Abhilfen:

- o alle Räume werden nicht mehr ausreichend warm → Abhilfe kann durch eine leichte Erhöhung der Vorlauftemperatur (max. 5 °C) geschaffen werden. Dazu ist die Steilheit an der Regelung anzuheben.
- o einzelne Räume werden nicht ausreichend warm → Verbesserung bringt ein leichtes Aufdrehen (z.B. von 3 auf 4) der Voreinstellung am betreffenden Thermostatventil, aber nur um max. 2 Stufen.
- o es dauert sehr lange, bis alle Räume warm sind → hier kann kaum verbessert werden. In extremen Situationen kann die Erhöhung der Förderhöhe der Pumpe (oder der Einstellwert des Differenzdruckreglers) um max. 25 mbar Abhilfe schaffen.

4 Fachunternehmerbrief

Die Optimierung einer Heizungsanlage sollte mit einer schriftlichen Bestätigung der ausgeführten Arbeiten abgeschlossen werden. Als einfachen Fachunternehmerbrief können Sie als Fachhandwerker folgende Schriftstücke verwenden:

1. bei der Berechnung mit dem EXCEL-Programm: die extra bereitgestellte "Fachunternehmererklärung" (4 Seiten) oder
2. bei der Handrechnung: das Formular O "Optimierung" (5 Seiten).

Einfacher und ggf. für spätere Arbeiten an der Anlage ist es, wenn Sie gleich eine Kopie der gesamten Berechnung mit allen Formularen beim Kunden belassen.

5 EnEV Anforderungen bei Arbeiten im Bestand

In vielen Bundesländern wird im Rahmen der EnEV bei Arbeiten an der Anlagentechnik im Bestand gefordert, eine Fachunternehmererklärung zu unterschreiben. Dabei ist es teilweise verschieden, welche Aussagen die einzelnen Länder fordern.

Mit Ihrer Unterschrift unter der Optimierungsberechnung bestätigen Sie, dass Sie gleichzeitig alle Anforderungen der EnEV im Bestand eingehalten haben. Damit ist allen Forderungen der Bundesländer genüge getan.

Die Anforderungen werden im Folgenden kurz erläutert.

"Die Anforderungen der §§ 3, 9, 10, 11 und 12 der EnEV an Heizungs-, Trinkwarmwasser- und Lüftungsanlagen wurden eingehalten" bedeutet:

- o § 3: Eine Berechnung der Anlagenaufwandszahl wurde nicht durchgeführt, da für bestehende Gebäude keine vollständigen Rechenregeln vorliegen.

Für Neuinstallationen von Anlagen im Bestand werden u.U. Berechnungen der Anlagenaufwandszahl gefordert. Dies gilt im Bestand nicht, da keine vollständigen Rechenregeln vorhanden sind. Die Anlagenaufwandszahl kann im Bestand nicht berechnet werden.

- o § 9: Falls notwendig, wurde der Eigentümer über den vorgeschriebenen Kesselaustausch und die vorgeschriebene Leitungsdämmung unterrichtet.

Die EnEV setzt Fristen für den Kesselaustausch und die nachträgliche Dämmung ungedämmter Leitungen in unbeheizten Räumen. Bitte weisen Sie den Kunden auf evtl. vorhandene Fristen hin und lassen sich dies im Zweifelsfall schriftlich bestätigen.

- o § 10: Die Wartung und Instandhaltung der Anlagen erfolgt fachkundig.

Hiermit wird sichergestellt, dass eine Anlage fachkundig gewartet wird.

- o § 11: Sofern der Kessel ersetzt wurde, wurden die Anforderungen an die CE Kennzeichnung eingehalten.

Sofern Sie bei der Optimierung auch einen Kesselaustausch vornehmen mussten, bestätigen sie hiermit, dass der Kessel den geltenden CE-Bestimmungen entspricht. (Unter Umständen können auch andere Kessel eingesetzt werden, siehe EnEV)

- o § 12: Die Regelung der Heizung und Trinkwarmwasseranlage entspricht den gestellten Anforderungen. Ausgetauschte oder neue Leitungen und Speicher sind entsprechend der Verordnung gedämmt.

Wenn Sie Leitungen ändern oder zusätzlich verlegen, sind diese zu dämmen. Die Regelung der Heizung und Trinkwarmwasserbereitung muss bestimmten Anforderungen entsprechen, die in der EnEV erläutert sind. Weisen Sie den Kunden auf diese Anforderungen hin.

ABSCHNITT II: BERECHNUNG MIT DEM EXCEL-PROGRAMM

Sie benötigen für den Start des Programms einen Rechner mit Microsoft EXCEL Version 97 oder höher. Beim Öffnen des Programms müssen Makros aktiviert werden. Erfolgt keine automatische Aktivierung müssen die Makros in EXCEL unter Extras > Makros > Sicherheit manuell zugelassen werden.

1 Übersicht über diesen Abschnitt

In diesem Abschnitt finden Sie

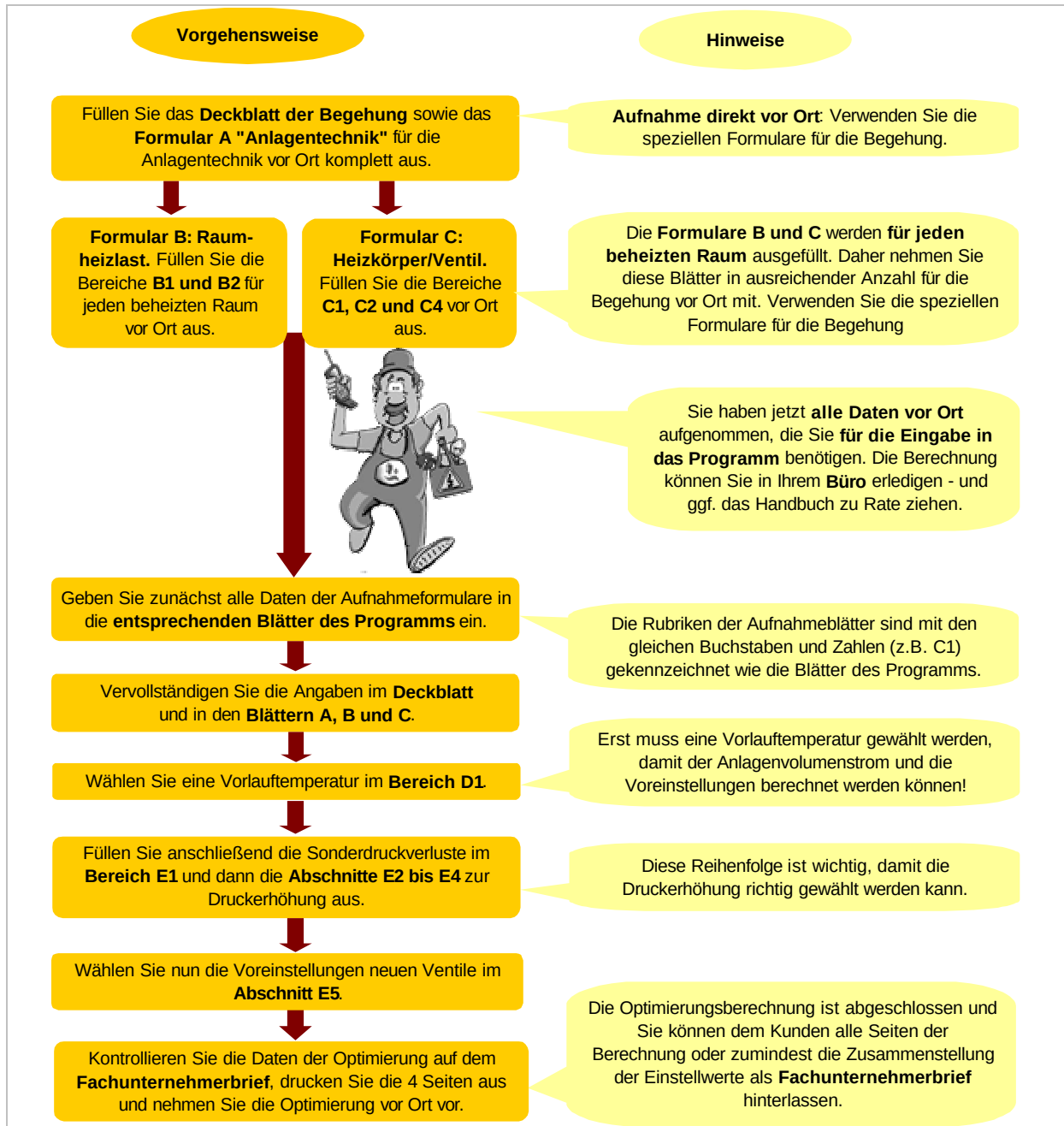
- o Informationen zur Vorbereitung, Begehung, Nachbereitung und Optimierung eines Gebäudes auf Basis der Berechnungen eines EXCEL-Programms zur Optimierung,
- o eine Übersicht über die Menüs und Funktionen des EXCEL-Programms,
- o ein Beispiel, an dem die Gebäudeaufnahme und Eingabe in das Programm demonstriert werden,
- o folgende Arbeitshilfen für die Arbeit mit dem EXCEL-Programm:

Seite

Hilfe 1 Mindestaußentemperaturen verschiedener Standorte	25
Hilfe 2 Anlagentypen.....	25
Hilfe 3 Erkennen der Güte von Außenwänden.....	26
Hilfe 4 Erkennen der Güte von Decken und Dächern	26
Hilfe 5 Erkennen der Güte von Böden und Kellerdecken.....	26
Hilfe 6 Erkennen der Güte von Fenstern	26
Hilfe 7 Lüftungsheizlast	26
Hilfe 8 Normleistung für Handtuchradiatoren.....	27
Hilfe 9 Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Beginn).....	27
Hilfe 10 Erkennungsmerkmale üblicher voreinstellbarer Ventile	30
Hilfe 11 Beispieldiagramme für Sonderdruckverluste.....	32
Hilfe 12 k_v -Werte heute üblicher voreinstellbarer Ventile	33

2 Optimierung im Überblick

Folgender Ablaufplan beschreibt die Vorgehensweise bei der Verwendung des EXCEL-Rechenprogramms zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern.



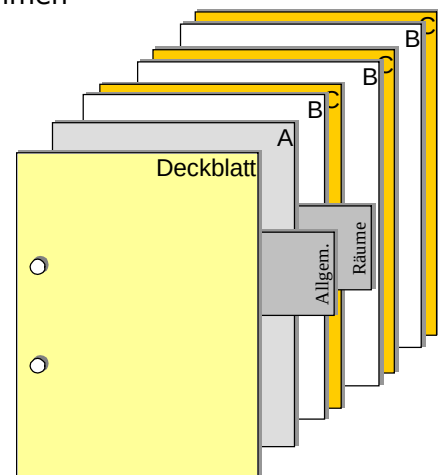
Auf der folgenden Seite folgt die Arbeitsanweisung noch einmal detaillierter.

Vorbereitung vor der Begehung im Büro

- o Vor der Gebäudeaufnahme sollten Sie sich folgendermaßen vorbereiten:
- o Machen Sie **je eine Kopie oder einen Ausdruck** der Formulare
 - "Begehung: Deckblatt" und
 - "Begehung: Vorhandene Anlagentechnik (A)",
- o Machen Sie sich **je ca. 15** (Einfamilienhaus) ... **ca. 30** (Doppelhaus) **Kopien oder Ausdrücke** der Formulare
 - "Begehung: Raumheizlast (B)" und
 - "Begehung: Heizkörper/Thermostatventil (C)"

- o Heften Sie die Formulare sortiert nach Räumen zusammen
Deckblatt → A → B/C → ... → B/C

Das bietet den Vorteil, dass alle Daten, die zu einem Raum gehören (Begrenzungsflächen und Heizkörperdaten) hintereinander stehen.



- o Rüsten Sie sich mit Stift, Maßband oder Zollstock, ggf. Entfernungsmessgerät aus.
- o Vergessen Sie dieses Handbuch nicht, es enthält wertvolle Tipps für die Aufnahme.

Begehung vor Ort

- o Die Begehung erfolgt am besten zu zweit, damit sich der Ansager und der Schreiber optimal ergänzen.
- o Die Aufnahme beginnt am besten im Keller.
- o Anschließend werden alle Räume des Hauses begangen und vermessen.
- o Achten Sie darauf, alle in den Aufnahmeformularen alle Felder auszufüllen.
- o Sie brauchen vor Ort noch nichts rechnen.
- o Zur Unterscheidung der Anlagentypen, Heizkörper oder typischer Wandaufbauten hilft dieses Handbuch mit den Erläuterungen in Abschnitt II. 7.

Nachbereitung im Büro

- o Die aufgenommenen Daten füllen Sie in das Programm an entsprechender Stelle in den Formularen ein. Die Blätter und Rubriken des Programms heißen genauso wie in den Aufnahmeblättern (Abschnitt A1 usw.).
- o Sollten Sie noch Daten brauchen, die das Programm nicht selbst hinterlegt hat, dann verwenden Sie entsprechend das Handbuch (und die genannten Bilder und Tabellen) oder im Einzelfall auch Herstellerdaten.
- o Am Ende haben Sie alle Formulare fertig am Rechner ausgefüllt. Drucken Sie am besten alles, aber mindestens die vierseitige Fachunternehmererklärung "Daten der Optimierung" aus.

Optimierung vor Ort

- o Mit den gesamten Unterlagen erfolgt die Optimierung der Anlage vor Ort.
- o Sie bauen ggf. einen Differenzdruckregler ein. Wenn nicht, stellen Sie auf jeden Fall die vorhandene Pumpe oder den vorhandenen Differenzdruckregler auf die berechnete Druckdifferenz ein.
- o Sie bauen voreinstellbare Thermostatventile ein bzw. tauschen einfacher nur die Ventileinsätze aus – nicht das ganze Ventil. Sind schon voreinstellbare Ventile vorhanden, dann stellen Sie diese auf die berechneten Werte (Voreinstellungen) ein.
- o Sie stellen die zentrale Regelung (Heizkurve) ein.
- o Sie informieren den Mieter über mögliche Konsequenzen der Optimierung – siehe auch Abschnitt I. 3 dieses Handbuchs.

Fachunternehmerbrief

- o Nach der Optimierung lassen Sie am besten eine Kopie der gesamten Unterlagen zur Optimierung als Fachunternehmerbrief im Gebäude. Näheres dazu in Abschnitt I. 4.

3 Verfügbare Menüs und Grundsätze des Programms

Das EXCEL-Programm hat ein Startblatt ("INTRO"), von dem aus Ihnen alle Möglichkeiten der Nutzung offen stehen.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern

Was wollen Sie tun?

► **Aufnahmeblätter für Gebäudebegehung aufrufen (zum Ausdrucken)**

Begehung: Deckblatt | Begehung: vorhandene Anlagentechnik | Begehung: Raumheizlast | Begehung: Heizkörper/Thermostatventil

► **Datenblätter ausfüllen und Optimierungsrechnung am Rechner durchführen**

Deckblatt | A: Vorhandene Anlagentechnik | D: Optimierung Temperatur | E: Optimierung Druck und THKV | Fachunternehmererklärung

Raumdatenblätter B (Heizlastberechnung) und C (Heizkörper/Thermostatventil):

B/C 01	Schlafzimmer	B/C 11	nicht verwendet	B/C 21	nicht verwendet
B/C 02	Küche	B/C 12	nicht verwendet	B/C 22	nicht verwendet
B/C 03	Wohnen	B/C 13	nicht verwendet	B/C 23	nicht verwendet
B/C 04	Flur EG+DG	B/C 14	nicht verwendet	B/C 24	nicht verwendet
B/C 05	WC	B/C 15	nicht verwendet	B/C 25	nicht verwendet
B/C 06	Hobby	B/C 16	nicht verwendet	B/C 26	nicht verwendet
B/C 07	Kind 1	B/C 17	nicht verwendet	B/C 27	nicht verwendet
B/C 08	Kind 2	B/C 18	nicht verwendet	B/C 28	nicht verwendet
B/C 09	Bad	B/C 19	nicht verwendet	B/C 29	nicht verwendet
B/C 10	nicht verwendet	B/C 20	nicht verwendet	B/C 30	nicht verwendet

► **Blätter des Handrechnenverfahrens aufrufen (zum Ausdrucken) und Rechnung dann per Hand durchführen**

Handrechnung: Deckblatt | Handrechnung: Raumheizlast | Handrechnung: Optimierung

Handrechnung: Technik Aufnahme | Handrechnung: Ventil & Heizkörper

Startseite

OPTIMUS
OPTIMAL ENERGIE NUTZEN

Statistik zum Gebäude:

Summe Grundflächen: 143,8 m²

Gesamtheizleistung: 10,1 kW

Mittlere bezogene Leistung: 70,5 W/m²

Gesamtspreizung: 60/43 °C

Bild II - 1 Startbildschirm (INTRO)

Sie können vom Startbildschirm aus:

1. Die Aufnahmeblätter für die Begehung aufrufen und ausdrucken. **HINWEIS:** diese Blätter sind so konzipiert, dass Sie zur Berechnung mit dem EXCEL-Rechenprogramm passen. Die Aufnahmeblätter und das EXCEL-Programm sollten also zusammen verwendet werden.
2. Am Rechner die aufgenommenen Daten in die Datenblätter des EXCEL-Programms übertragen und die Optimierung am Rechner durchführen.
3. Die Blätter des Handrechenverfahrens aufrufen, ausdrucken und später ohne Rechner ausfüllen.

Wenn Sie ein Projekt aufrufen, um es am Rechner zu bearbeiten, finden Sie am **linken oberen Rand aller** zugehörigen **Formulare** die Menüstruktur nach Bild II - 2 (Startseite, Deckblatt, ... , FU Erklärung). Klicken Sie auf eine der Schaltflächen, dann gelangen Sie auf das entsprechende Formular, während sich das aktuelle Formular ausblendet.

Bild II - 2 Menüstruktur bei der Berechnung mit dem EXCEL-Programm

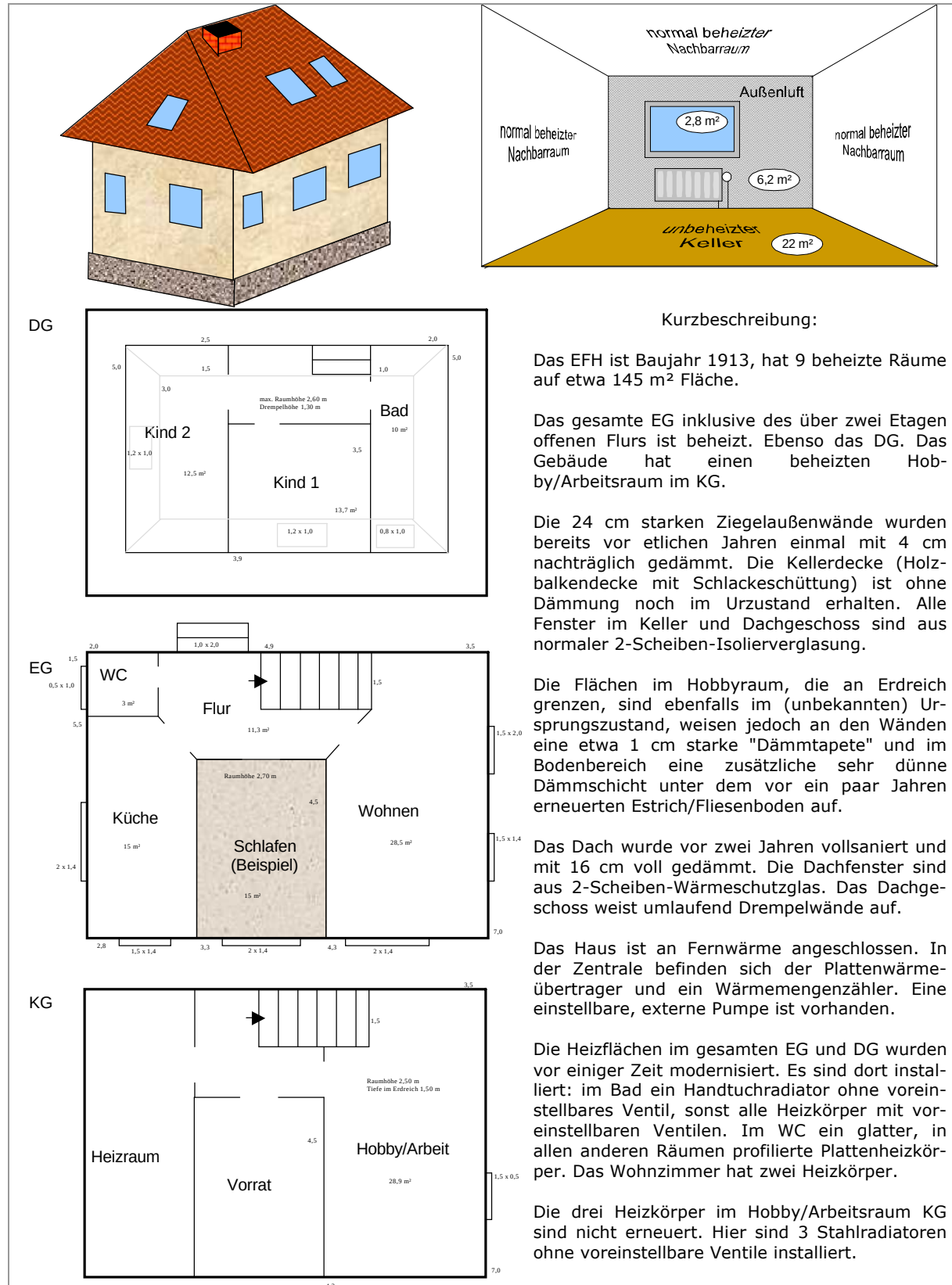
Die Fläche "**Werte löschen**" am linken unteren Rand setzt alle Einstellungen und Eingaben im aktuellen Blatt auf die Ursprungswerte zurück. **Dies kann nicht rückgängig gemacht werden!**

Zusätzlich zu den genannten Schaltflächen haben nur die Formulare B und C weitere drei Schaltflächen in der Mitte des linken Randes. Mit "<<" oder ">>" springen Sie vorwärts oder rückwärts. Sie können von einem Raum in den anderen wechseln oder innerhalb eines Raumes von Formular B zu Formular C und zurück.

Die zum Ausdrucken gedachten Blätter weisen jeweils unten links eine Schaltfläche "Drucken" auf. Wenn Sie diese anklicken, wird das Blatt auf dem Standarddrucker Ihres Rechners gedruckt. Sie können aber auch die normalen Befehle unter Excel verwenden (Datei > Drucken).

4 Beispielgebäude und -raum

Die Anwendung des Verfahrens wird an einem Beispielgebäude- bzw. an einem Beispielraum demonstriert. Das Bild gibt eine Übersicht über das Beispielhaus und zeigt auch den Beispielraum, das Schlafzimmer. Alle weiteren Daten folgen an passender Stelle.



Kurzbeschreibung:

Das EFH ist Baujahr 1913, hat 9 beheizte Räume auf etwa 145 m² Fläche.

Das gesamte EG inklusive des über zwei Etagen offenen Flurs ist beheizt. Ebenso das DG. Das Gebäude hat einen beheizten Hobby/Arbeitsraum im KG.

Die 24 cm starken Ziegelaußenwände wurden bereits vor etlichen Jahren einmal mit 4 cm nachträglich gedämmt. Die Kellerdecke (Holzbalkendecke mit Schlackeschüttung) ist ohne Dämmung noch im Urzustand erhalten. Alle Fenster im Keller und Dachgeschoss sind aus normaler 2-Scheiben-Isolierverglasung.

Die Flächen im Hobbyraum, die an Erdreich grenzen, sind ebenfalls im (unbekannten) Ursprungszustand, weisen jedoch an den Wänden eine etwa 1 cm starke "Dämmtapete" und im Bodenbereich eine zusätzliche sehr dünne Dämmschicht unter dem vor ein paar Jahren erneuerten Estrich/Fliesenboden auf.

Das Dach wurde vor zwei Jahren vollsaniert und mit 16 cm voll gedämmt. Die Dachfenster sind aus 2-Scheiben-Wärmeschutzglas. Das Dachgeschoss weist umlaufend Drenpelwände auf.

Das Haus ist an Fernwärme angeschlossen. In der Zentrale befinden sich der Plattenwärmeübertrager und ein Wärmemengenzähler. Eine einstellbare, externe Pumpe ist vorhanden.

Die Heizflächen im gesamten EG und DG wurden vor einiger Zeit modernisiert. Es sind dort installiert: im Bad ein Handtuchradiator ohne voreinstellbares Ventil, sonst alle Heizkörper mit voreinstellbaren Ventilen. Im WC ein glatter, in allen anderen Räumen profilierte Plattenheizkörper. Das Wohnzimmer hat zwei Heizkörper.

Die drei Heizkörper im Hobby/Arbeitsraum KG sind nicht erneuert. Hier sind 3 Stahlradiatoren ohne voreinstellbare Ventile installiert.

5 Gebäudeaufnahme

Anhand des Beispielgebäudes aus Abschnitt II. 4 werden nachfolgend die Aufnahmeformulare vorgestellt und einzelne Besonderheiten erläutert.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern			
► Projekt Beschreibung:		Begehung Deckblatt 	
Bitte ankreuzen: Optimierung eines Einfamilienhauses ☒ Zweifamilienhauses ☐		Testgebäude	
Projekt-Nr.: 2			
► Aufnahme des Gebäudes			
Aufnehmende/r: K. Maier		Datum der Aufnahme: 24. Mai 04	
H. Schneider			
► Gebäudeanschrift		► Anschrift des Eigentümers	
Name: Elisabeth Kollmann		Name: wie Gebäudeanschrift	
Straße: Hans-Grade-Ring Nr. 16		Straße: Nr.	
PLZ: 12356 Ort: Hoheneggeln		PLZ: Ort:	
Telefon: 02315/3493		Telefon:	

Bild II - 3 Begehung – Deckblatt ausgefüllt

"Projekt" und "Aufnahme des Gebäudes"

Es handelt sich um ein Einfamilienhaus, das am 24. Mai 2004 von K. Maier und H. Schneider aufgenommen wurde.

"Gebäudeanschrift" und "Anschrift des Eigentümers"

Gebäude- und Eigentümeranschrift sind gleich. Das Gebäude gehört Frau Elisabeth Kollmann in 12356 Hoheneggeln.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern		Begehung: Anlagentechnik (A)
A1: Art der Anlage (bitte ankreuzen) (Siehe Handbuch - Hilfe 2)		
☐ Typ1 Beispiel:	Anlage mit vorhandener, nicht einstellbarer Pumpe (nicht einstellbarer Differenzdruckregler, nicht einstellbares Überströmventil). Beispiel: Therme mit optional vorhandenen, zusätzlichen Widerständen in Vor- u./o. Rücklauf	☒ Typ2 Beispiel:
A2: Aufnahme der vorhandenen Widerstände (bitte ankreuzen und ausfüllen)		
☐ Luftabscheider	Hersteller, Typ:	
☐ Schmutzfänger	Hersteller, Typ:	
☐ Rückschlagklappe	Hersteller, Typ:	
☐ Schwerkraftbremse	Hersteller, Typ:	
☒ Wärmeübertrager	Hersteller, Typ:	unbekannt
☒ Flügelradwärmemengenzähler	Hersteller, Typ:	Clausen und Co., Typ 12765, QN 1,5
☐ Ultraschallwärmemengenzähler	Hersteller, Typ:	
☐	Hersteller, Typ:	
A3: Pumpe, Differenzdruckregler, Überströmventil (bitte ankreuzen und ausfüllen)		
Sicherstellung des Drucks durch:	Hersteller, Typ:	
☒ Pumpe	Einstellbereich (siehe Handbuch II Kapitel 5, ggf. nach Herstellerunterlagen)	Rondoto, MAX-C12, 605 W, DN 32
☐ Differenzdruckregler		
☐ Überströmventil	von: mbar	bis: mbar
A4: Vorlauftemperatur bei direkter Fernwärmeversorgung (bitte ausfüllen)		
Vorlauftemperatur (Auslegung) für direkte Fernwärmeversorgung	°C	

Bild II - 4 Begehung – Anlagentechnik (A) ausgefüllt

Abschnitt A1: Die Heizungsanlage der Kollmanns zählt zum Anlagentyp 2. Es ist eine Fernwärmeübergabestation mit indirektem Anschluss vorhanden. Die Pumpe ist nicht Bestandteil der Übergabestation, sondern separat eingebaut. Sie ist regelbar und kann bei Bedarf eingestellt werden.

Abschnitt A2: Das Fabrikat des vorhandenen Wärmeübertragers ist unbekannt. Der sekundär im Heizkreis befindliche Flügelradwärmemengenzähler Größe Qn 1,5 konnte einer konkreten Firma zugeordnet werden. Weitere Sondereinbauten (Luftabscheider, Schmutzfänger u.a. Bauteile mit großem Druckverlust) sind in der Zentrale nicht vorhanden.

Abschnitt A3: Der zum Betrieb notwendige Differenzdruck für die Heizkörper wird durch die Pumpe sichergestellt. Es ist weder ein zusätzlicher Differenzdruckregler noch ein zusätzliches Überströmventil hinter der Pumpe eingebaut, sonst wären diese maßgeblich für die Druckbereitstellung und müssten hier eingetragen werden.

Der Einstellbereich der Pumpe kann vor Ort nicht ermittelt werden. Hier muss später im Büro die Herstellerunterlage beim Hersteller angefragt werden oder im Internet recherchiert werden. Bei Differenzdruckreglern und Überströmventilen kann aber oftmals bereits vor Ort ein Einstellbereich des Geräts abgelesen werden.

Abschnitt A4: Wäre die Heizungsanlage direkt an die Fernwärmeversorgung angeschlossen (ohne Wärmeübertrager), dann wird an dieser Stelle die Auslegungsvorlauftemperatur des Versorgungsnetzes vermerkt. Auf diese Temperatur müssen die vorhandenen Heizkörper angepasst werden.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern							Begehung Raumheizlast (B)
B1: Allgemeine Raumdaten		Raumbezeichnung: Schlafzimmer		Nr.: 1			
B2: Transmission durch Bauteile und Lüftung (bitte ankreuzen und ausfüllen) (für die Zuordnung von Bauteilen siehe auch Handbuch - Hilfe 3 bis 7)							
Außenwände	☐	☐	☒	☐	☐	☐	falls bekannt, U-Wert in W/(m ² K):
Fläche: 50,2 m ²	Fachwerk und Ziegellwände unter 36 cm, keine Dämmung	schlecht: Ziegellwände über 36 cm, Wände mit 0 ... 2 cm Dämmung	normal: alle Konstruktionen mit 3 ... 6 cm Dämmung	gut: alle Konstruktionen mit 7 ... 12 cm Dämmung	sehr gut: alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung		
Dächer und Geschossdecken zum unbeheizten Dach	☐	☐	☐	☐	☐	☐	falls bekannt, U-Wert in W/(m ² K):
Fläche: m ²	sehr schlecht: Steindecke, Betondecke, Steildach mit Putz, keine Dämmung	schlecht: Stahlbetonfächdach, Decken und Dächer mit 0 ... 2 cm Dämmung	normal: Holzbalkendecken, alle Konstruktionen mit 3 ... 6 cm Dämmung	gut: alle Konstruktionen mit 7 ... 12 cm Dämmung	sehr gut: alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung		
Kellerdecken, erdreich-berührte Bauteile, Flächen zu unbeheizten Räumen	☐	☐	☒	☐	☐	☐	falls bekannt, U-Wert in W/(m ² K):
Fläche: 15 m ²	sehr schlecht: Feldsteine, Stahlbeton, Stahlstein, keine Dämmung	schlecht: Gewölbe mit Dielen, mit 0 ... 2 cm Dämmung	normal: Holzbalkendecken, alle Konstruktionen mit 3 ... 6 cm Dämmung	gut: alle Konstruktionen mit 7 ... 12 cm Dämmung	sehr gut: alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung		
Fenster und Türen	☐	☒	☐	☐	☐	☐	falls bekannt, U-Wert in W/(m ² K):
Fläche: 2,8 m ²	schlecht: Einfachverglasung	normal: Doppelverglasung (Isolierverglasung)	gut: doppeltes Wärmeschutzglas	sehr gut: dreifaches Wärmeschutzglas			
Lüftungsheizlast	☐	☐	☒	☐	☐	☐	falls bekannt, Luftwechsel in h ⁻¹ :
Fläche: 15 m ²	sehr hoch: Raucherräume, Zulufräume bei Lüftungsanlagen	hoch: normal genutzte Räume mit undichten Fenstern	normal: normal genutzte Räume mit dichten Fenstern	gering: Ablufräume bei Lüftungsanlagen			

Bild II - 5 Begehung – Raumheizlast (B) ausgefüllt

Abschnitt B1/B2: Das Schlafzimmer grenzt mit drei Seitenwänden an Wohnraum, Flur und Küche, also etwa gleich temperierte Räume, so dass über diese Wände keine Wärme abfließt. Die Decke grenzt an das beheizte Obergeschoss. Maßgeblich für die Wärmeverluste sind also nur die Flächen nach außen (Wände und Fenster) sowie an den unbeheizten Teil des Kellers (Fußboden).

Die Güte der Bauteile hinsichtlich ihrer Dämmwirkung wurde mit Hilfe des Handbuchs (Abschnitt II. 7) abgeschätzt. Bei den 24 cm dicken Ziegellaußenwänden war dies recht einfach, weil hier eine nachträgliche 4 cm dicke Dämmung ausgemacht wurde. Das Fenster des Schlafzimmers besteht aus 2-Scheiben-Isolierverglasung. Die Geschossdecke zum Keller ist eine Holzbalkendecke.

HINWEIS 1: Die Güte von Fenstern (Isolier- oder Wärmeschutzverglasung) kann man mit einem Trick feststellen. Es wird ein Feuerzeug vor die Scheibe gehalten, so dass man das Spiegelbild der Flamme erkennen kann. In einer Zweischeibenverglasung spiegelt es sich insgesamt 4 Mal: auf jeder Glasscheibe jeweils vorn und hinten. Die 4 Spiegelbilder der Flamme sind alle gelb, wenn es sich um eine 2-Scheiben-Isolierverglasung handelt. Ist aber eine Wärmeschutzverglasung eingesetzt, dann erkennen Sie eine Reflexion in einer anderen Farbe, leicht grünlich oder rötlich.

HINWEIS 2: Alle Flächen, die an deutlich niedriger beheizte Nachbarräume (z.B. Treppenhalle, Garagen usw.) grenzen, können unter der Rubrik "Böden, Kellerdecken, Wände an unbeheizte Bereiche" eingegeben werden. Dies gilt auch für Innentüren.

HINWEIS 3: Räume ohne Heizkörper müssen nicht aufgenommen werden.

HINWEIS 4: Hat ein Raum zwei Außenwände unterschiedlicher Wärmedämmqualität, muss ein Mittelwert gebildet werden oder es wird für die Summe aller Quadratmeter ein Kreuz bei der schlechteren Rubrik gemacht.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern				Begehung Heizkörper/Ventil (C)	
C1: Allgemeine Raumdaten		Raumbezeichnung:	Schlafzimmer		Nr.: 1
C2: Vorhandene Heizflächen (bitte ankreuzen und ausfüllen)					
Heizkörper 1		Heizkörper 2		Heizkörper 3	
☒ Flachheizkörper, profiliert	Typ: 21	☐ Flachheizkörper, profiliert	Typ:	☐ Flachheizkörper, profiliert	Typ:
☐ Flachheizkörper, glatt	Höhe: 500	☐ Flachheizkörper, glatt	Höhe:	☐ Flachheizkörper, glatt	Höhe:
☐ Stahlradiator	Länge: 1200	☐ Stahlradiator	Länge:	☐ Stahlradiator	Länge:
☐ Gussradiator	Höhe:	☐ Gussradiator	Höhe:	☐ Gussradiator	Höhe:
	Tiefe:		Tiefe:		Tiefe:
	Glieder:		Glieder:		Glieder:
☐ Sonstige		☐ Sonstige		☐ Sonstige	
C4: Vorhandenes Thermostatventil (bitte ankreuzen und ausfüllen) (Erkennen von Ventilen: siehe auch Handbuch - Hilfe 10)					
☒ Eckventil	☐ Durchgangsventil	☐ Eckventil	☐ Durchgangsventil	☐ Eckventil	☐ Durchgangsventil
☒ voreinstellbar	☐ nicht voreinstellbar	☐ voreinstellbar	☐ nicht voreinstellbar	☐ voreinstellbar	☐ nicht voreinstellbar
DN: 20	Typ: RA-N	DN:	Typ:	DN:	Typ:
☒ Danfoss		☐ Danfoss		☐ Danfoss	
☐ Heimeier		☐ Heimeier		☐ Heimeier	
☐ Honeywell/MNG		☐ Honeywell/MNG		☐ Honeywell/MNG	
☐ Oventrop		☐ Oventrop		☐ Oventrop	
☐ Sonstige		☐ Sonstige		☐ Sonstige	

Bild II - 6 Begehung – Heizkörper/Ventil (C) ausgefüllt

Abschnitt C2: Das Schlafzimmer hat nur einen Heizkörper, einen profilierten Plattenheizkörper des Typs 21. Er ist 500 mm hoch und 1200 mm lang

Abschnitt C4: Das Thermostatventil ist als Eckventil ausgeführt und voreinstellbar (= es hat eine beliebig aussehende, einstellbare Skala unter dem Ventilkopf). Die Dimension ist DN 20. Der Hersteller und Typ wurden mit diesem Handbuch identifiziert.

HINWEIS 5: Die Aufnahme nicht voreinstellbarer Ventile muss nicht so genau sein, da sie sowieso ausgetauscht werden! Es muss aber wenigstens die Dimension bekannt sein und der Vermerk, ob es sich um ein Eck- oder Durchgangsventil handelt. Das erleichtert das Nachbestellen eines voreinstellbaren Ventils. Einstellbare Ventile müssen dagegen möglichst eindeutig identifiziert werden, damit bei der Optimierung auch die richtige Einstellung ermittelt werden kann. Im Handbuch (Abschnitt II. 7) sind Erkennungsmerkmale der wichtigsten Typen dokumentiert, andere Typen müssen mit Hilfe von Herstellerunterlagen bestimmt werden.

HINWEIS 6: Selten oder nicht benutzte Heizkörper sollten nicht aufgenommen werden! Die Optimierung geht davon aus, dass alle hier eingegebenen Heizkörper später auch gebraucht werden, um den Raum ausreichend zu beheizen. Wenn also ein Heizkörper verbaut ist oder sonstige Gründe gegen eine Beheizung mit diesem Heizkörper sprechen, wird er besser nicht aufgenommen.

Die aufgenommenen Raumdatenblätter B (Raumheizlast) und C (Heizkörper und Ventil) für die anderen Räume werden hier nicht abgedruckt. Sie gleichen den hier für das Schlafzimmer aufgeführten. Vorlagen der Formulare für die Gebäudebegehung können auch aus dem Programm heraus ausgedruckt werden.

6 Eingabe der Daten in die Formulare

Die aufgenommenen Daten für das Schlafzimmer des Beispielgebäudes aus Abschnitt II. 4 sowie für alle anderen Räume werden in das EXCEL-Programm eingegeben. Die sich ergebenden Bildschirmansichten des EXCEL-Programms werden hier vorgestellt und erläutert.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern

Projekt
 Projekt-Nr.: 2
 Beschreibung:
 Optimierung eines:
 Einfamilienhauses ☒
 Zweifamilienhauses ☐
 Minimale Außentemperatur (siehe Handbuch - Hilfe !): -12°C

Ausführende Firma
 Name: HFG Haustechnik GmbH
 Straße: Großtalstraße 6
 PLZ: 23456 Ort: Optimusstadt
 Firmenstempel: HFG Haustechnik GmbH, Großtalstraße 6, 23456 Optimusstadt, Tel.: 032 41/845-0

Aufnahme und Optimierung
 Aufnehmende/r: K. Maier, H. Schneider
 Verantwortliche/r bei Optimierung: K. Maier, P. Trogner
 Datum der Aufnahme: 24. Mai 04
 Datum der Optimierung: 16. Aug 04

Gebäudeanschrift
 Name: Elisabeth Kollmann
 Straße: Hans-Grade-Ring 16
 PLZ: 12356 Ort: Hoheneggeln
 Telefon: 02315/3493

Anschrift des Eigentümers
 Name: Elisabeth Kollmann
 Straße: Hans-Grade-Ring 16
 PLZ: 12356 Ort: Hoheneggeln
 Telefon: 02315/3493
 wie Gebäudeanschrift

Bild II - 7 Programm – Deckblatt ausgefüllt

In der Rubrik **"Projekt"** werden die allgemeinen Angaben eingetragen: Projektnummer, Gebäudetyp (Ein- oder Zweifamilienhaus) und ggf. eine Projektbeschreibung.

Die minimale Außentemperatur wird ausgewählt. Sie wird zur Berechnung der Auslegungszustand des Gebäudes benötigt (Wärmebedarf am rechnerisch kältesten Tag). Wird keine Angabe gemacht, dann wird mit -14 °C als Durchschnittswert für alle Orte in Deutschland gerechnet (Spannbreite -10 ... -18 °C). Es ist ein Menü vorhanden, aus dem eine Temperatur ausgewählt wird (➡). Die Entscheidung, welche Temperatur für den Standort des Gebäudes maßgeblich ist, können Sie z.B. mit Hilfe dieses Handbuchs treffen.

Für die **"Ausführende Firma"** werden Firmenadresse, Firmenstempel, Daten und die Verantwortlichen für die **"Aufnahme und Optimierung"** vermerkt.

Die **"Gebäudeanschrift"** und ggf. die abweichende **"Anschrift des Eigentümers"** werden eingetragen. Hier besteht die Möglichkeit durch Anklicken der Schaltfläche "wie Gebäudeanschrift" (➡) die Adresse automatisch übernehmen zu lassen.

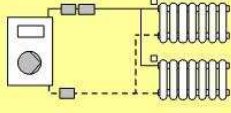
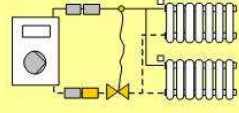
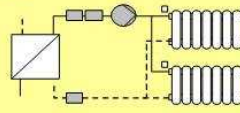
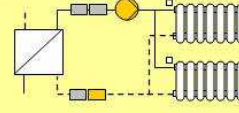
Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern		Formblatt A: vorhandene Anlagentechnik
A1: Art der Anlage (siehe Handbuch - Hilfe 2)		
Typ1 Anlage mit vorhandener, nicht einstellbarer Pumpe (nicht einstellbarer Differenzdruckregler, nicht einstellbares Überströmventil). Beispiel: Therme mit optional vorhandenen, zusätzlichen Widerständen in Vor- u./o. Rücklauf Beispiel: vorher:  nachher:  Differenzdruckregler und Schmutzfänger nachgerüstet	Typ2 Anlage mit vorhandener, einstellbarer Pumpe (einstellbarer Differenzdruckregler oder einstellbares Überströmventil). Beispiel: Fernwärmeübergabestation oder Ölkessel mit externer Pumpe und mit ggf. zusätzlichen Widerständen in Vor- u./o. Rücklauf Beispiel: vorher:  nachher:  Schmutzfänger installiert und Pumpe eingestellt	
A2: Aufnahme der vorhandenen Widerstände		
Bezeichnung	Beschreibung (Typ, DN, usw.)	
Bauteil 1:	Wärmeübertrager	unbekannt
Bauteil 2:	Flügelradwärmemengenzähler	Clausen und Co., Typ 12T65, QN 1,5
Bauteil 3:	nicht vorhanden	
Bauteil 4:	nicht vorhanden	
A3: Pumpe, Differenzdruckregler, Überströmventil		
Sicherstellung des Drucks durch:		Fabrikat,
Pumpe		Typ: Rondoto, MAX-C12, 65 W, DN 32
A4: Vorlauftemperatur bei direkter Fernwärmeversorgung		
Vorlauftemperatur (Auslegung)		°C

Bild II - 8 Programm – Vorhandene Anlagentechnik (A) ausgefüllt

Abschnitt A1: Die Anlage des Typs 2 wird vermerkt. Es muss später kein zusätzlicher Differenzdruckregler installiert werden, weil die vorhandene Pumpe einstellbar ist.

Abschnitt A2: Bis zu vier Sondereinbauten in der Zentrale können eingegeben werden. Es sind Menüs (➔) vorhanden, aus denen die Bauteile ausgewählt werden können. Sonderbauteile sind: Luftabscheider, Schmutzfänger, Rückschlagklappen, Schwerkraftbremsen, Wärmeübertrager, Wärmemengenzähler oder allgemein Bauteile, die in der Zentrale im Fließweg des Heizwassers eingebaut sind und größere Druckverluste aufweisen.

Bei Kompaktgeräten (Wandkessel, Kompaktfernwärmestationen) können einige der genannten Bauteile im Gerät eingebaut und schwer zugänglich sein. Diese müssen i.d.R. nicht aufgenommen werden, wenn der Hersteller des Kompaktgerätes ein Diagramm für die "Restförderhöhe des Gerätes" (Pumpenförderhöhe ab Anschlussstutzen am Gerät). Dann sind in diesem Diagramm bereits alle internen Widerstände des Gerätes berücksichtigt.

Unter "Beschreibung" können Hersteller, Typen oder sonstige Merkmale eingetragen werden. Es sollte wenn möglich immer die Anschlussdimension oder ein Durchlasswert vermerkt werden, damit es später einfacher ist, den Druckverlust zu bestimmen.

Abschnitt A3: Die Daten der vorgefundenen Pumpe werden vermerkt.

Abschnitt A4: Da die Heizungsanlage nicht direkt an eine Fernwärmeversorgung angeschlossen ist, werden hier keine Eintragungen erforderlich. Sonst würde Auslegungsvorlauftemperatur des Versorgungsnetzes vermerkt.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern							Formblatt B: Raumheizlast
B1: Allgemeine Raumdaten		Raumbezeichnung: Schlafzimmer		Nr.: 01			
B2: Bestimmung der Heizlast durch Transmission und Lüftung (siehe Handbuch - Hilfe 3 bis 7)							
Außenwände		Fachwerk und Ziegelmäße unter 36 cm, keine Dämmung Ziegelmäße über 36 cm, Wände mit 0...2 cm Dämmung alle Konstruktionen mit 3...6 cm Dämmung alle Konstruktionen mit 7...12 cm Dämmung alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung				Transmissionslast:	
Fläche: 6,2 m ²	U = ☐ sehr schlecht 1,7...2,5 W/(m ² K) ☐ schlecht 1,2...1,69 W/(m ² K) ☒ normal 0,7...1,19 W/(m ² K) ☐ gut 0,3...0,69 W/(m ² K) ☐ sehr gut unter 0,3 W/(m ² K)					192 W	
Dächer und Geschossdecken zum unbeheizten Dach		Steindecke, Betondecke, Steildach mit Putz, keine Dämmung Stahlbetondecke, Decken und Dach mit 0...2 cm Dämmung Holzbalkendecken, alle Konstruktionen mit 3...6 cm Dämmung alle Konstruktionen mit 7...12 cm Dämmung alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung				Transmissionslast:	
Fläche: m ²	U = ☐ sehr schlecht 1,7...2,5 W/(m ² K) ☐ schlecht 1,2...1,69 W/(m ² K) ☒ normal 0,7...1,19 W/(m ² K) ☐ gut 0,3...0,69 W/(m ² K) ☐ sehr gut unter 0,3 W/(m ² K)					0 W	
Kellerdecken, erdreich-berührte Bauteile, Flächen zu unbeheizten Räumen		Feldsteine, Stahlbeton, Stahlstein, keine Dämmung Gewölbe mit Dielen, 0...2 cm Dämmung Holzbalkendecken, alle Konstruktionen mit 3...6 cm Dämmung alle Konstruktionen mit 7...12 cm Dämmung alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung				Transmissionslast:	
Fläche: 15 m ²	U = ☐ sehr schlecht 1,7...2,5 W/(m ² K) ☐ schlecht 1,2...1,69 W/(m ² K) ☒ normal 0,7...1,19 W/(m ² K) ☐ gut 0,3...0,69 W/(m ² K) ☐ sehr gut unter 0,3 W/(m ² K)					282 W	
Fenster und Türen		Einfachverglasung Doppelverglasung (Isolierverglasung) doppeltes Wärmeschutzglas dreifaches Wärmeschutzglas				Transmissionslast:	
Fläche: 2,8 m ²	U = ☐ schlecht über 2,5 W/(m ² K) ☒ normal 1,7...2,5 W/(m ² K) ☐ gut 1,2...1,69 W/(m ² K) ☐ sehr gut 0,7...1,19 W/(m ² K)					197 W	
Lüftungsheizlast		Raucheräume, Zulufräume bei Lüftungsanlagen normal genutzte Räume mit dichten Fenstern normal genutzte Räume mit dichten Fenstern Ablufräume bei Lüftungsanlagen				Lüftungslast:	
Grundfläche: 15 m ²	n = ☐ sehr hoch 0,7...1,0 h ⁻¹ ☒ normal 0,6...0,69 h ⁻¹ ☐ gering 0,4...0,59 h ⁻¹ ☐ sehr gering 0,1...0,39 h ⁻¹					240 W	
B3: Raumheizlast		Handeingabe: W		Keine Handeingabe? Summe der Werte aus B2:		911 W	

Bild II - 9 Programm - Raumheizlast (B) ausgefüllt

Abschnitt B2: Die vor Ort ermittelten Flächen und Bauteilqualitäten werden übertragen. Sollte Ihnen ein U-Wert für ein konkretes Bauteil bekannt sein, dann können Sie direkt das entsprechende Feld anklicken. In anderen Fällen wurde bereits bei der Aufnahme die Güte der Bauteile hinsichtlich ihrer Dämmwirkung mit Hilfe des Handbuchs (Abschnitt II. 7) abgeschätzt.

HINWEIS 1: Die Außenwandflächen werden ohne den Anteil der Fensterflächen eingegeben. Es zählt nur die reine Wandfläche.

HINWEIS 2: Hat ein Raum zwei Außenwände unterschiedlicher Wärmedämmqualität, muss die gesamte Fläche beider Wände eingegeben werden. Das Kreuz für die Wandgüte wird gewichtet abgeschätzt oder es wird die schlechtere Rubrik gewählt.

Abschnitt B3: Die Raumheizlast wird automatisch berechnet. Sie kann aber auch manuell eingetragen werden (➡), wenn sie beispielsweise aus einer anderen Berechnung bekannt ist.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern				Formblatt C: Heizkörper und Thermostatventil
C1: Allgemeine Raumdaten	Raumbezeichnung:	Schlafzimmer	Nr.	01
C2: Vorhandene Heizflächen	☒ Heizkörper 1	☐ Heizkörper 2	☐ Heizkörper 3	
Bauart:	Flachheizkörper, profiliert	---	---	
Bauhöhe Bautiefe oder -typ	500 21	---	---	
Glieder oder Baulänge:	1200 mm	---	---	
Beschreibung für sonstige Heizkörper:				
C3: Heizkörpernormleistung bei 75/65/20°C	Berechnete Leistung:	1454 W	W	W
Alternativ: manuelle Eingabe (siehe auch Handbuch - Hilfe 8 und 9)		W	W	W
C4: Vorhandenes Thermostatventil	DN Bauform Ventil voreinstellbar?	20 Eckform ja ☒	- - ja ☐	- - ja ☐
Hersteller und Typ (siehe auch Handbuch - Hilfe 10)	Danfoss RA-N	---	---	
Beschreibung für sonstige Typen:				
C5: Typ, Hersteller und Einstellwert für das neue Thermostatventil	Hersteller und Typ des neuen Ventils:	altes Ventil bleibt	-	-
Beschreibung für sonstige Typen:				

Bild II - 10 Programm – Heizkörper und Thermostatventil (C) ausgefüllt

Abschnitt C2: Die vor Ort vorgefundenen Heizflächen werden eingetragen. Durch ein Häkchen (➡) wird markiert, wie viele Heizkörper vorhanden sind. Maximal drei sind möglich. Mit Hilfe der Menüs werden Bauarten, -höhen, -tiefen und -typen ausgewählt. Die Zahl der Glieder oder die Baulänge ist manuell einzutragen. Sind Heizkörper nicht in der Auswahlliste zu finden, beschreiben Sie diese kurz im dafür vorgesehenen Feld – z.B. "Handtuchheizkörper".

Abschnitt C3: Die Heizkörpernormleistung wird automatisch bestimmt, wenn Sie einen der hinterlegten Heizkörper wählen konnten. Sie können die Normleistung aber auch manuell eingeben. Die manuelle Eingabe zählt in diesem Fall! Für nicht vermerkte Heizkörper muss die Leistung immer per Hand eingegeben werden. Für andere Heizkörpertypen ist im Handbuch (Abschnitt II. 7) oder in Herstellerunterlagen nachzuschlagen. Es zählt die Normleistung bei "75/65/20 °C".

Abschnitt C4: Wählen Sie eine Dimension und eine Bauform aus den Menüs. Vermerken Sie, ob das Ventil voreinstellbar ist durch Setzen des entsprechenden Häkchens (➡). Ist im Raum bereits ein voreinstellbares Ventil vorhanden, können Sie es eventuell in der Ventilliste finden. Wenn nicht, vermerken Sie, um welches Ventil es sich dann handelt.

Abschnitt C5: In dieser Rubrik wird das neue Thermostatventil gewählt. Falls das vorhandene Ventil voreinstellbar war, können Sie auswählen, dass es in der Anlage verbleiben soll. Sie können aber auch in diesem Fall ein neues Ventil wählen. War vorher kein einstellbares Ventil vorhanden, müssen Sie nun eines auswählen. Entweder Sie verwenden eines aus der Liste oder Sie geben ein anderes ein. Die wichtigsten voreinstellbaren Ventile sind im Handbuch (Abschnitt II. 7) dokumentiert, andere müssen Herstellerlisten entnommen werden. Es sind möglichst innerhalb eines Gebäudes Ventile eines Herstellers zu verwenden.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern

D1: Vorlauftemperatur

Vorschlag nach Optimierung: °C

Vorgaben bei direkter Fernwärmeversorgung: °C

Gewählt: °C

Steilheit der Heizkurve: Empfohlen: Gewählt:

D2: Übertemperatur, Raumheizlasten und Heizkörpernormleistungen

Raum	Raumheizlast	Summe Heizkörpernormleistungen	notwendige Übertemperatur	Volumenstrom	Hinweise:
1 Schlafzimmer	911 W	1454 W	34,8 K	80 l/h	
2 Küche	1410 W	2812 W	29,4 K	63 l/h	
3 Wohnen	2008 W	3636 W	31,7 K	112 l/h	
4 Flur EG+DG	1173 W	1920 W	34,2 K	92 l/h	
5 WC	419 W	719 W	33,0 K	27 l/h	
6 Hobby	2341 W	5544 W	25,7 K	82 l/h	
7 Kind 1	509 W	1961 W	17,7 K	13 l/h	
8 Kind 2	742 W	2356 W	20,5 K	21 l/h	
9 Bad	628 W	1800 W	22,2 K	19 l/h	
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
Summe				508 l/h	

Bild II - 11 Programm – Optimierung Temperatur (D) ausgefüllt

Abschnitt D1: Nach dem Ausfüllen der Raumdatenblätter B und C für alle Räume wird ein Vorschlag für die ausreichende, optimierte Vorlauftemperatur gemacht. Es wird gleichzeitig die Vorlauftemperatur bei direkter Fernwärmeversorgung angezeigt. Auf Basis dieser beiden Angaben müssen Sie eine Temperatur wählen. Nehmen Sie den höheren der beiden Werte.

Da EXCEL-Programm verlangt an dieser Stelle eine bewusste Entscheidung für eine Temperatur, da Sie am Ende diese Temperatur auch einstellen müssen. Und damit für die Optimierung verantwortlich sind.

HINWEIS 3: Wählen Sie möglichst keine kleinere Vorlauftemperatur als die empfohlene, da dann nicht sichergestellt werden kann, dass alle Räume ausreichend warm werden! Wählen Sie ggf. eine leicht höhere Vorlauftemperatur als die vorgeschlagene optimale Temperatur, wenn Sie in Abschnitt E4 den Hinweis erhalten, dass ein "Größeres Ventil zu wählen" ist.

Abschnitt D2: In diesem Abschnitt sind Raumheizlasten und Heizkörperleistungen aller Räume in einer Übersicht zusammengestellt. Es wird außerdem ein Hinweis gegeben (➡), wenn das EXCEL-Programm keine optimale Vorlauftemperatur wählen kann. Der Hinweis: "Eingaben in den Blättern 'B' und 'C' des Raumes überprüfen!" erscheint, wenn:

- o entweder keine Raumheizlast für den Raum berechnet werden konnte,
- o keine Heizkörperleistung eingegeben oder berechnet werden konnte oder
- o das Verhältnis von Raumheizlast zu Heizkörperleistung so groß ist, dass keine Temperatur unter 100 °C ausreichen würde, um den Raum ausreichend zu beheizen.

Abhilfe wird geschaffen, indem Sie die Eingaben in den Formularen B und C des betreffenden Raumes noch einmal überprüfen. Es kann auch sein, dass die Raumheizlast zu groß berechnet wurde, weil Sie die Außenbauteile des Raumes falsch eingeschätzt haben oder bei der Eingabe der Flächen ggf. in der Kommastelle verrutscht sind.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern									
E1: Druckverluste vorhandener Sondereinbauten Druckverlust (siehe Handbuch - Hilfe 11) Bauteil 1: Wärmeübertrager bei 508 l/h 71 mbar Bauteil 2: Flügelradwärmemengenzähler bei 508 l/h 20 mbar Bauteil 3: Bauteil ohne genaue Bezeichnung bei 508 l/h mbar Bauteil 4: Bauteil ohne genaue Bezeichnung bei 508 l/h mbar					E2: Einstellbereich des Differenzdrucks (im Aufnahmeblatt Formular A, Abschnitt A3) Differenzdruck für das Netz wird bestimmt von einer/einem: Pumpe Einstellbereich des Drucks bei einem Volumenstrom von 508 l/h (ca.): von 120 mbar bis 380 mbar				
E3: Empfehlungen zum Ein- und Ausbau von Komponenten ☐ Vorschlag: Vorhandene Rückschlagklappe deinstallieren! ☐ Vorschlag annehmen. ☒ Vorschlag: zusätzlichen Schmutzfilter installieren! ☒ Vorschlag annehmen. Druckverlust neuer Schmutzfilter bei: 508 l/h 0 mbar (s. Handbuch - Hilfe 11)					E4: Einstellung Druckdifferenz empfohlener Einstellwert: 141 mbar gewählte Druckerhöhung: 141 mbar ☒ Bitte installieren Sie einen (neuen) Differenzdruckregler! Bei Anlagen des Typs 2 ggf. auch eine neue Pumpe. ☒ Bitte stellen Sie die vorhandene Pumpe (ggf. den vorhandenen Differenzdruckregler oder das einstellbare Überströmventil) ein!				
E5: Einstellwerte für die Thermostatventile (Beginn) (siehe auch Handbuch - Hilfe 12)									
Raum	Heizkörper 1		Heizkörper 2		Heizkörper 3				
1 Schlafzimmer	Flachheizkörper, profiliert L: 1200 mm/ 1454 W kV 0,507 mTh altes Ventil bleibt Voreinstellung: Vorschlag: 6 gewählt: 6		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:				
2 Küche	Flachheizkörper, profiliert L: 2000 mm/ 2812 W kV 0,400 mTh altes Ventil bleibt Voreinstellung: Vorschlag: 5 gewählt: 5		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:				
3 Wohnen	Flachheizkörper, profiliert L: 1600 mm/ 1333 W kV 0,377 mTh altes Ventil bleibt Voreinstellung: Vorschlag: 5 gewählt: 5		Flachheizkörper, profiliert L: 1400 mm/ 1 W kV 0,330 mTh altes Ventil bleibt Voreinstellung: Vorschlag: 5 gewählt: 5		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:				
Vereinfachtes Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern									
E5: Einstellwerte für die Thermostatventile (Fortsetzung) (siehe auch Handbuch - Hilfe 12)					Formblatt E: Optimierung Druck & THKV (2/5)				
Raum	Heizkörper 1		Heizkörper 2		Heizkörper 3				
4 Flur EG+DG	Stahlradistor L: 20 Glieder/ 1920 W kV 0,580 mTh Danfoss RA-N Voreinstellung: Vorschlag: N gewählt: N		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:				
5 WC	Flachheizkörper, glatt L: 600 mm/ 719 W kV 0,173 mTh altes Ventil bleibt Voreinstellung: Vorschlag: 4 gewählt: 4		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:				
6 Hobby	Stahlradistor L: 12 Glieder/ 1848 W HoneywellIMNG V Voreinstellung: Vorschlag: 3 gewählt: 3		Stahlradistor L: 12 Glieder/ 1 W HoneywellIMNG V Voreinstellung: Vorschlag: 3 gewählt: 3		Stahlradistor L: 12 Glieder/ 1848 W HoneywellIMNG V Voreinstellung: Vorschlag: 2 gewählt: 3				
7 Kind 1	Flachheizkörper, profiliert L: 1000 mm/ 1361 W kV 0,082 mTh altes Ventil bleibt Voreinstellung: Vorschlag: 2 gewählt: 2		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:				
8 Kind 2	Flachheizkörper, profiliert L: 1000 mm/ 2395 W kV 0,130 mTh altes Ventil bleibt Voreinstellung: Vorschlag: 3 gewählt: 3		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:				
9 Bad	Handrührdistor, 1016 mm Breite, 1000 mm Höhe HoneywellIMNG V Voreinstellung: Vorschlag: 3 gewählt: 3		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:				
10	nicht vorhanden kV mTh Voreinstellung: Vorschlag: gewählt:		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:		nicht vorhanden kV mTh Vorschlag: gewählt:				

Bild II - 12 Programm – Optimierung Druck & THKV (E) ausgefüllt

Formular E besteht aus 5 Seiten. Die Seiten 3 bis 5 sind identisch zu Seite 2 und daher hier nicht abgedruckt.

Abschnitt E1: Dieser Bereich kann erst ausgefüllt werden, wenn der Anlagenvolumenstrom feststeht. Fehlen dafür noch Eingaben, werden Sie aufgefordert diesen Bereich zuerst noch auszufüllen. Ist der Gesamtvolumenstrom der Anlage bekannt, können die Druckverluste der Sonderbauteile in der Zentrale eingegeben werden. Es hilft dieses Handbuch (Abschnitt II. 7), wobei die Verwendung von Herstellerunterlagen eindeutig zu empfehlen ist.

Abschnitt E2: Es wird bei Anlagen des Typs 2 abgefragt, welchen Einstellbereich für den Differenzdruck die vorhandene Pumpe, der vorhandene Differenzdruckregler oder das vorhandene Überströmventil aufweist. Hierzu sind ggf. Herstellerunterlagen zu befragen. Es interessiert der Einstellbereich, der sich ergibt, wenn der berechnete Anlagenvolumenstrom fließt.

Abschnitt E3:

Sofern eine Rückschlagklappe als vorhanden eingegeben wurde, wird vorgeschlagen, diese zu entfernen. Dies ist in den meisten Heizungsanlagen machbar, ohne dass es zum Rückströmen kommt und bietet den Vorteil, dass die vorhandene Pumpe viel weniger Druck erzeugen muss. Das mindert die Pumpenleistung und die Stromkosten. Wenn die Rückschlagklappe aber fest in einem Wärmeerzeuger (z.B. einer Kompakt-Wärmeübergabestation) enthalten ist und nicht ausgebaut werden kann, bleibt sie in der Anlage.

Wenn kein Schmutzfilter angegeben wurde, wird außerdem vorgeschlagen, einen neuen zu installieren. Dieser schützt die Anlage und vor allem die voreingestellten Ventile vor dem Zusetzen. In diesem Fall muss aber der zusätzliche Druckverlust angegeben werden.

Abschnitt E4:

In Anlagen, in denen der Differenzdruck nicht frei eingestellt werden kann, wird die Installation eines Differenzdruckreglers vorgeschlagen. In allen anderen Anlagen wird dies nur vorgeschlagen, wenn der empfohlene Differenzdruck nicht im möglichen Einstellbereich liegt. Die gewählte Druckerhöhung ist per Hand einzugeben, damit die Voreinstellungen der Thermostatventile berechnet werden können.

Abschnitt E5:

Für alle Ventile wird der notwendige k_v -Wert berechnet. Für die Modelle aus der im EXCEL-Programm hinterlegten Liste wird sofort auch der notwendige Einstellwert für die Voreinstellung ausgegeben. Sie müssen die gewählte Voreinstellung aber per Hand eingeben.

Wenn der k_v -Wert noch nicht berechnet werden kann, weil noch keine Vorlauftemperatur gewählt wurde und/oder noch keine Druckerhöhung für die Anlage festgelegt wurde, werden Sie darauf hingewiesen. Die entsprechenden Bereiche ">> D1" oder ">>E4" oder ">>D, E" sind erst auszufüllen.

HINWEIS 4: Für Ventile, die nicht im EXCEL-Programm hinterlegt sind, müssen Sie die Voreinstellung aus den entsprechenden Herstellerunterlagen bestimmen - aber erst, wenn keine Fehlermeldungen mehr angezeigt werden!

HINWEIS 5: Wird als Vorschlag angezeigt: "größeres Ventil" reicht der Durchlasswert des vorhandenen Ventils nicht aus, um den benötigten Volumenstrom für den Heizkörper bereitzustellen.

Hier muss nicht sofort ein größeres Ventil gewählt werden. Abhilfe schafft ggf. auch die Wahl einer höheren Vorlauftemperatur im Formular D1 (Temperatur maximal 10 °C höher als der vorgeschlagene Wert wählen) oder die Wahl einer größeren Druckdifferenz im Formular E4 (maximal 50 mbar höhere Druckdifferenz wählen)! Ansonsten liegt dem Handbuch (Abschnitt II. 7) eine Tabelle mit Ventilen unterschiedlicher Durchlasswerte (k_v) bei.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern				Daten der Optimierung Seite 1/4	
Gebäude: Elisabeth Kollmann - Hans-Grade-Ring 16 - 12356 Hoheneggeln					
Ventile:	Heizkörper 1	Heizkörper 2	Heizkörper 3		
1 Schlafzimmer	Flachheizkörper, profiliert/ L: 1200 mm/ 1454 W altes Ventil bleibt Volumenstrom: 80 l/h VE: 6	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
2 Küche	Flachheizkörper, profiliert/ L: 2000 mm/ 2812 W altes Ventil bleibt Volumenstrom: 63 l/h VE: 5	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
3 Wohnen	Flachheizkörper, profiliert/ L: 1600 mm/ 1939 W altes Ventil bleibt Volumenstrom: 60 l/h VE: 5	Flachheizkörper, profiliert/ L: 1400 mm/ W altes Ventil bleibt Volumenstrom: 52 l/h VE: 5	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
4 Flur EG+DG	Stahlradiator/ L: 20 Glieder/ 1920 W Danfoss RA-N Volumenstrom: 92 l/h VE: N	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
5 WC	Flachheizkörper, glatt/ L: 600 mm/ 719 W altes Ventil bleibt Volumenstrom: 27 l/h VE: 4	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
6 Hobby	Stahlradiator/ L: 12 Glieder/ 1848 W Honeywell/IMG V Volumenstrom: 27 l/h VE: 3	Stahlradiator/ L: 12 Glieder/ W Honeywell/IMG V Volumenstrom: 27 l/h VE: 3	Stahlradiator/ L: 12 Glieder/ 1848 W Honeywell/IMG V Volumenstrom: 27 l/h VE: 3		
7 Kind 1	Flachheizkörper, profiliert/ L: 1000 mm/ 1961 W altes Ventil bleibt Volumenstrom: 13 l/h VE: 2	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
8 Kind 2	Flachheizkörper, profiliert/ L: 1000 mm/ 2355 W altes Ventil bleibt Volumenstrom: 21 l/h VE: 3	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
Vereinfachtes Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern					
	Heizkörper 1	Heizkörper 2	Heizkörper 3	Daten der Optimierung Seite 4/4	
27	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
28	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
29	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
30	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:	nicht vorhanden Volumenstrom: l/h VE:		
Rückschlagklappe:	Keine Klappe vorhanden, keine Klappe einbauen.			Heizkurve/Vorlauftemperatur:	
Schmutzfilter:	Filter einbauen.			Steilheit: 1,1	
Differenzdruckregler:	Keinen neuen Differenzdruckregler installieren.			Vorlauftemperatur: 60 °C (bei -15 °C)	
Druckdifferenz:	Einstellung von 141 mbar an der Pumpe (Empfehlung 141 mbar).				
Erklärung Die Anforderungen der §§ 3, 9, 10, 11 und 12 der EnEV an Heizungs-, Trinkwasser- und Lüftungsanlagen wurden eingehalten: Die Optimierung wurde durchgeführt von: HFG Haustechnik GmbH Großtalstraße 6 23456 Optimusstadt Mitarbeiter: Mit unserer Unterschrift bestätigen wir, die Anlage entsprechend des oben berechneten optimalen Parametern für Regelung und Hydraulik eingestellt zu haben. Die Auflagen der EnEV für Arbeiten an bestehenden Anlagen wurden eingehalten.					

Bild II - 13 Programm – Daten der Optimierung ausgefüllt

Das Formular "Daten der Optimierung" besteht aus 4 Seiten. Die Seiten 2 und 3 sind identisch zu Seite 1 und daher hier nicht abgedruckt. Die Zusammenstellung der Daten für die Optimierung liefert eine Übersicht, welche Arbeiten vor Ort auszuführen sind. Sie wird als Fachunternehmererklärung unterschrieben und dem Kunden ausgehändigt.

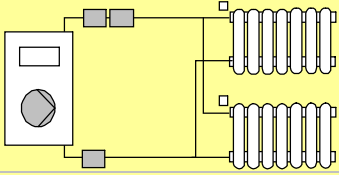
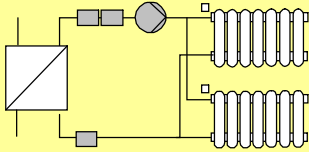
7 Arbeitshilfen für das EXCEL-Programm

Die Zuordnung von Standorten zu einer minimalen Außentemperatur (Auslegungsaußentemperatur) kann anhand von "Hilfe 1" erfolgen. Die Zuordnung wird benötigt beim Ausfüllen des "Deckblatts".

$t_{a,min} =$	Orte
- 18 °C	Fichtelberg, Garmisch-Partenkirchen, Mittelberg, Oberaudorf, Oberstdorf, Weißenstephan
- 16 °C	Bamberg, Bayreuth, Berchtesgaden, Brocken, Burghaslach, Chemnitz, Cottbus, Doberlug-Kirchhain, Donaueschingen, Erlangen, Frankfurt/Oder, Freudenstadt, Görlitz, Göttingen, Großer Inselberg, Gschwend, Heidenheim, Hof, Kaltennordheim, Kirchheim/Teck, Mittenwald, Mühl Dorf, München, Münsingen, Nördlingen, Nürnberg, Plauen, Regensburg, Rosenheim, Sonneberg, St. Blasien, Torgau, Trostberg, Tübingen, Villingen, Weiden, Wernigerode
- 14 °C	Angermünde, Artern, Augsburg, Bad Herrenalb, Bad Hersfeld, Bad Kissingen, Bad Kohlgrub, Bad Nauheim, Bad Salzungen, Badenweiler, Berlin, Birkenfeld, Blankenrath, Braunlage, Braunschweig, Brilon, Buchen, Clausthal, Coburg, Dresden, Erfurt, Gardelegen, Gera, Gilserberg, Grünow, Gütersloh, Halle, Hannover, Herchenhain, Hüll, Isny, Jena, Leipzig, Lindenberg, Magdeburg, Marnitz, Müncheberg, Neuglobsow, Neuruppin, Neustrelitz, Nürburg, Öhringen, Passau, Pommelsbrunn, Potsdam, Ravensburg, Rothenburg, Salzwedel, Ulm, Wahnsdorf, Wittenberg, Wittenberge, Witzenhhausen, Zehdenick
- 12 °C	Aachen, Alzey, Bad Ems, Bad Kreuznach, Baden-Baden, Bergzabern, Boizenburg, Bremen, Darmstadt, Dillenburg, Dortmund, Elsdorf, Frankfurt/Main, Freiburg, Friedrichshafen, Geisenheim, Gelnhausen, Gießen, Goldberg, Greifswald, Hamburg, Hameln, Herford, Hilgenroth, Iserlohn, Karlsruhe, Kassel, Lüdenscheld, Mannheim, Münster, Neumünster, Neuwied, Pforzheim, Pirmasens, Saarbrücken, Schwerin, Stuttgart, Teterow, Trochtelfingen, Ueckermünde, Waren, Weilburg, Wertheim, Wildbad-Sommerberg, Worms, Wuppertal, Würzburg
- 10 °C	Arkona, Aulendorf, Bensheim, Bernkastel, Boltenhagen, Bonn, Borkum, Bremerhaven, Cuxhaven, Duisburg, Düsseldorf, Emden, Essen, Heidelberg, Husum, Kiel, Kleve, Köln, Lingen, List auf Sylt, Lübeck, Neustadt, Norderney, Oldenburg, Putbus, Schleswig, St. Peter, Travemünde, Trier, Warne-münde, Wiesbaden

Hilfe 1 Mindestaußentemperaturen verschiedener Standorte

Die Zuordnung einer Anlage zu einem der beiden Anlagentypen erfolgt mit "Hilfe 2". Die Zuordnung wird u.a. für das Formular "A – vorhandene Anlagentechnik" benötigt.

	Anlagentyp 1	Anlagentyp 2
Beschreibung	Anlage mit vorhandener, - o nicht einstellbarer Pumpe - o nicht einstellbarem Differenzdruckregler - o nicht einstellbarem Überströmventil Beispiel: Therme mit integrierter Pumpe und integriertem Überströmventil 	Anlage mit vorhandener, - o einstellbarer Pumpe - o einstellbarem Differenzdruckregler - o einstellbarem Überströmventil Beispiel: Fernwärmeübergabestation oder Ölkessel mit externer Pumpe 
Vorgehensweise bei der Optimierung	- o die Thermostatventile werden eingestellt - o die Regelung wird eingestellt - o es wird ein Differenzdruckregler hinter der Zentrale eingebaut, der den Differenzdruck nur für das Verbrauchernetz (ohne Sondereinbauten der Zentrale) konstant hält - o der neue Differenzdruckregler wird pauschal auf 50 mbar eingestellt - o die vorhandene Pumpe (das vorhandene Überströmventil) wird nicht eingestellt - o ein vorhandener, nicht einstellbarer Differenzdruckregler wird (sofern er zu groß ist) deinstalliert	- o die Thermostatventile werden eingestellt - o die Regelung wird eingestellt - o die Pumpe (der Differenzdruckregler, das Überströmventil) wird auf einen berechnete neue Druckerhöhung eingestellt

Hilfe 2 Anlagentypen

Das Erkennen der Güte von Außenbauteilen wird mit "Hilfe 3" bis "Hilfe 6" erleichtert. Die Luftwechsel für die überschlägige Heizlastberechnung kann man nach "Hilfe 7" abschätzen. Diese Daten werden für das Formular "B – Raumheizlast" benötigt.

Typ		sehr schlecht	schlecht	normal	gut	sehr gut
U-Wert, in $[W/(m^2K)]$		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Außenwände	Alter	• bis 1948	• 1949 bis 1977	• 1978 bis 1994	• ab 1995 bis heute	• heute im Niedrigenergiehaus
	Art	• Vollziegel bis 38 cm • Fachwerk	• Vollziegel 38 ... 51 cm • Gitterziegel 24 cm • Bimshohlsteine	• Bimsvollsteine • Gitterziegel 36 cm	• Konstruktionen mit Dämmschichten	• Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	• Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	• Konstruktion mit 0 ... 2 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung

Hilfe 3 Erkennen der Güte von Außenwänden

Typ		sehr schlecht	schlecht	normal	gut	sehr gut
U-Wert, in $[W/(m^2K)]$		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Decken und Dächer	Alter	• bis 1948	• 1949 bis 1958	• 1959 bis 1977	• 1978 bis 1983	• 1984 bis heute
	Art	• Stahlsteindecke • Stahlbetondecke • Steildach mit Ziegel und Putz	• Stahlbetonflachdach • Steildach mit Putz und Bimsvollsteinen zwischen Sparren	• Holzbalkendecke • Steildach verputzt mit Heraklithplatten	• Stahlbeton mit Schaumglas und Kiesschüttung	• Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	• Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	• Konstruktion mit 0 ... 2 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung

Hilfe 4 Erkennen der Güte von Decken und Dächern

Typ		sehr schlecht	schlecht	normal	gut	sehr gut
U-Wert, in $[W/(m^2K)]$		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Böden und Kellerdecken	Alter		• vor 1918	• 1919 bis 1977	• 1978 bis heute	• heute im Niedrigenergiehaus
	Art	• Feldsteine • Stahlbeton • Stahlstein mit Gussasphalt	• gemauertes Gewölbe mit Dielen	• Holzbalkendecke • Stahlbeton mit Schlackeschüttung • Stahlbeton mit Trittschall und Estrich	• Konstruktionen mit Dämmschichten	• Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	• Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	• Konstruktion mit 0 ... 2 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung

Hilfe 5 Erkennen der Güte von Böden und Kellerdecken

Typ		schlecht	normal	gut	sehr gut
U-Wert, in $[W/(m^2K)]$		5,5 ... 2,5	2,49 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7
Fenster und Türen	Alter	• vor 1977	• vor 1984	• 1984 bis heute	• heute im Niedrigenergie- und Passivhaus
	Art	• Einfachverglasung	• Doppelverglasung (Isolierverglasung)	• doppeltes Wärmeschutzglas	• dreifaches Wärmeschutzglas

Hilfe 6 Erkennen der Güte von Fenstern

Typ		sehr hoch	hoch	normal	gering
Luftwechsel, in $[h^{-1}]$		1,0 ... 0,7	0,69 ... 0,6	0,59 ... 0,4	0,39 ... 0,1
Raumart		• Raucherräume • Zulufräume bei Lüftungsanlagen • WCs mit Außenfenstern	• normale Raumnutzung • undichte Fenster	• normale Raumnutzung • dichte Fenster	• Ablufräume bei Lüftungsanlagen

Hilfe 7 Lüftungsheizlast

Neben den im EXCEL-Programm hinterlegten Heizkörpertypen gibt es noch diverse andere am Markt. Eine Auswahl von Normleistungen für Handtuchradiatoren und Stahlröhrenradiatoren bieten "Hilfe 8" und "Hilfe 9". Leistungen für weitere Typen sind bei der Temperaturpaarung "75/65/20 °C" beim Hersteller zu erfragen. Die Normleistungen werden für das Formular "C – Heizkörper und Thermostatventil" benötigt.

Normwärmeleistung Handtuchradiatoren nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W				
Maße in mm	Bauhöhe 721	Bauhöhe 1098	Bauhöhe 1475	Bauhöhe 1852
Breite				
516	410	590	760	930
616	480	700	910	1110
766	600	860	1120	1370
1016	780	1130	1470	1800

Hilfe 8 Normleistung für Handtuchradiatoren

Normwärmeleistung Stahlröhrenradiatoren nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W																		
Maße in mm	Bauhöhe 190			Bauhöhe 260					Bauhöhe 300					Bauhöhe 400				
	Bautiefe			Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe				
Anzahl Glieder	65	105	145	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225
1	10	20	30	20	30	30	40	50	20	30	40	50	60	30	40	50	60	80
5	70	100	130	100	130	170	210	240	110	160	200	240	290	140	210	260	320	380
6	80	120	160	110	160	200	250	280	130	190	240	290	340	170	250	310	380	450
7	100	140	180	130	180	230	290	330	150	220	280	340	400	200	290	360	450	530
8	110	160	210	150	210	260	340	380	180	250	320	380	460	220	330	420	510	600
9	130	180	230	170	230	300	380	420	200	280	360	430	510	250	370	470	580	680
10	140	200	260	190	260	330	420	470	220	310	400	480	570	280	410	520	640	750
11	150	220	290	210	290	360	460	520	240	340	440	530	630	310	450	570	700	830
12	170	240	310	230	310	400	500	560	260	370	480	580	680	340	490	620	770	900
13	180	260	340	250	340	430	550	610	290	400	520	620	740	360	530	680	830	980
14	200	280	360	270	360	460	590	660	310	430	560	670	800	390	570	730	900	1050
15	210	300	390	290	390	500	630	710	330	470	600	720	860	420	620	780	960	1130
16	220	320	420	300	420	530	670	750	350	500	640	770	910	450	660	830	1020	1200
17	240	340	440	320	440	560	710	800	370	530	680	820	970	480	700	880	1090	1280
18	250	360	470	340	470	590	760	850	400	560	720	860	1030	500	740	940	1150	1350
19	270	380	490	360	490	630	800	890	420	590	760	910	1080	530	780	990	1220	1430
20	280	400	520	380	520	660	840	940	440	620	800	960	1140	560	820	1040	1280	1500
21	290	420	550	400	550	690	880	990	460	650	840	1010	1200	590	860	1090	1340	1580
22	310	440	570	420	570	730	920	1030	480	680	880	1060	1250	620	900	1140	1410	1650
23	320	460	600	440	600	760	970	1080	510	710	920	1100	1310	640	940	1200	1470	1730
24	340	480	620	460	620	790	1010	1130	530	740	960	1150	1370	670	980	1250	1540	1800
25	350	500	650	480	650	830	1050	1180	550	780	1000	1200	1430	700	1030	1300	1600	1880
26	360	520	680	490	680	860	1090	1220	570	810	1040	1250	1480	730	1070	1350	1660	1950
27	380	540	700	510	700	890	1130	1270	590	840	1080	1300	1540	760	1110	1400	1730	2030
28	390	560	730	530	730	920	1180	1320	620	870	1120	1340	1600	780	1150	1460	1790	2100
29	410	580	750	550	750	960	1220	1360	640	900	1160	1390	1650	810	1190	1510	1860	2180
30	420	600	780	570	780	990	1260	1410	660	930	1200	1440	1710	840	1230	1560	1920	2250
31	430	620	810	590	810	1020	1300	1460	680	960	1240	1490	1770	870	1270	1610	1980	2330
32	450	640	830	610	830	1060	1340	1500	700	990	1280	1540	1820	900	1310	1660	2050	2400
33	460	660	860	630	860	1090	1390	1550	730	1020	1320	1580	1880	920	1350	1720	2110	2480
34	480	680	880	650	880	1120	1430	1600	750	1050	1360	1630	1940	950	1390	1770	2180	2550
35	490	700	910	670	910	1160	1470	1650	770	1090	1400	1680	2000	980	1440	1820	2240	2630
36	500	720	940	680	940	1190	1510	1690	790	1120	1440	1730	2050	1010	1480	1870	2300	2700
37	520	740	960	700	960	1220	1550	1740	810	1150	1480	1780	2110	1040	1520	1920	2370	2780
38	530	760	990	720	990	1250	1600	1790	840	1180	1520	1820	2170	1060	1560	1980	2430	2850
39	550	780	1010	740	1010	1290	1640	1830	860	1210	1560	1870	2220	1090	1600	2030	2500	2930
40	560	800	1040	760	1040	1320	1680	1880	880	1240	1600	1920	2280	1120	1640	2080	2560	3000
41	570	820	1070	780	1070	1350	1720	1930	900	1270	1640	1970	2340	1150	1680	2130	2620	3080
42	590	840	1090	800	1090	1390	1760	1970	920	1300	1680	2020	2390	1180	1720	2180	2690	3150
43	600	860	1120	820	1120	1420	1810	2020	950	1330	1720	2060	2450	1200	1760	2240	2750	3230
44	620	880	1140	840	1140	1450	1850	2070	970	1360	1760	2110	2510	1230	1800	2290	2820	3300
45	630	900	1170	860	1170	1490	1890	2120	990	1400	1800	2160	2570	1260	1850	2340	2880	3380

Hilfe 9 Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Beginn)

Normwärmeleistung Stahlröhrenradiatoren nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W

Maße in mm	Bauhöhe 500					Bauhöhe 600					Bauhöhe 750					Bauhöhe 900				
	Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe				
Anzahl Glieder	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225
1	40	50	70	80	90	40	60	80	100	110	60	80	100	120	140	70	90	110	140	160
5	190	260	330	400	470	220	300	390	480	570	280	380	480	590	690	340	450	560	690	820
6	220	310	390	480	560	260	360	460	570	680	330	450	570	700	820	400	530	670	830	980
7	260	360	460	560	660	310	420	540	670	790	390	530	670	820	960	470	620	780	970	1140
8	300	410	520	640	750	350	480	620	760	900	440	600	760	940	1100	540	710	900	1100	1300
9	330	460	590	720	850	400	540	690	860	1020	500	680	860	1050	1230	600	800	1010	1240	1470
10	370	510	650	800	940	440	600	770	950	1130	550	750	950	1170	1370	670	890	1120	1380	1630
11	410	560	720	880	1030	480	660	850	1050	1240	610	830	1050	1290	1510	740	980	1230	1520	1790
12	440	610	780	960	1130	530	720	920	1140	1360	660	900	1140	1400	1640	800	1070	1340	1660	1960
13	480	660	850	1040	1220	570	780	1000	1240	1470	720	980	1240	1520	1780	870	1160	1460	1790	2120
14	520	710	910	1120	1320	620	840	1080	1330	1580	770	1050	1330	1640	1920	940	1250	1570	1930	2280
15	560	770	980	1200	1410	660	900	1160	1430	1700	830	1130	1430	1760	2060	1010	1340	1680	2070	2450
16	590	820	1040	1280	1500	700	960	1230	1520	1810	880	1200	1520	1870	2190	1070	1420	1790	2210	2610
17	630	870	1110	1360	1600	750	1020	1310	1620	1920	940	1280	1620	1990	2330	1140	1510	1900	2350	2770
18	670	920	1170	1440	1690	790	1080	1390	1710	2030	990	1350	1710	2110	2470	1210	1600	2020	2480	2930
19	700	970	1240	1520	1790	840	1140	1460	1810	2150	1050	1430	1810	2220	2600	1270	1690	2130	2620	3100
20	740	1020	1300	1600	1880	880	1200	1540	1900	2260	1100	1500	1900	2340	2740	1340	1780	2240	2760	3260
21	780	1070	1370	1680	1970	920	1260	1620	2000	2370	1160	1580	2000	2460	2880	1410	1870	2350	2900	3420
22	810	1120	1430	1760	2070	970	1320	1690	2090	2490	1210	1650	2090	2570	3010	1470	1960	2460	3040	3590
23	850	1170	1500	1840	2160	1010	1380	1770	2190	2600	1270	1730	2190	2690	3150	1540	2050	2580	3170	3750
24	890	1220	1560	1920	2260	1060	1440	1850	2280	2710	1320	1800	2280	2810	3290	1610	2140	2690	3310	3910
25	930	1280	1630	2000	2350	1100	1500	1930	2380	2830	1380	1880	2380	2930	3430	1680	2230	2800	3450	4080
26	960	1330	1690	2080	2440	1140	1560	2000	2470	2940	1430	1950	2470	3040	3560	1740	2310	2910	3590	4240
27	1000	1380	1760	2160	2540	1190	1620	2080	2570	3050	1490	2030	2570	3160	3700	1810	2400	3020	3730	4400
28	1040	1430	1820	2240	2630	1230	1680	2160	2660	3160	1540	2100	2660	3280	3840	1880	2490	3140	3860	4560
29	1070	1480	1890	2320	2730	1280	1740	2230	2760	3280	1600	2180	2760	3390	3970	1940	2580	3250	4000	4730
30	1110	1530	1950	2400	2820	1320	1800	2310	2850	3390	1650	2250	2850	3510	4110	2010	2670	3360	4140	4890
35	1300	1790	2280	2800	3290	1540	2100	2700	3330	3960	1930	2630	3330	4100	4800	2350	3120	3920	4830	5710
40	1480	2040	2600	3200	3760	1760	2400	3080	3800	4520	2200	3000	3800	4680	5480	2680	3560	4480	5520	6520
45	1670	2300	2930	3600	4230	1980	2700	3470	4280	5090	2480	3380	4280	5270	6170	3020	4010	5040	6210	7340

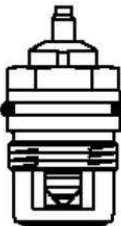
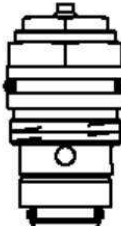
Hilfe 9 Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Fortsetzung)

Normwärmeleistung Stahlröhrenradiatoren nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W

Maße in mm	Bauhöhe 1000					Bauhöhe 1200					Bauhöhe 1500					Bauhöhe 2000				
	Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe				
Anzahl Glieder	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225
1	70	100	120	150	180	90	120	150	180	210	110	140	180	220	250	140	190	240	280	330
5	370	490	620	760	900	430	580	740	900	1050	530	720	900	1080	1250	700	950	1190	1410	1650
6	440	590	740	910	1080	520	700	880	1070	1250	640	860	1080	1290	1500	840	1130	1420	1690	1980
7	510	690	870	1060	1260	600	810	1030	1250	1460	740	1000	1260	1510	1750	980	1320	1660	1970	2310
8	580	780	990	1210	1440	690	930	1180	1430	1670	850	1140	1440	1720	2000	1120	1510	1900	2260	2640
9	660	880	1120	1360	1620	770	1040	1320	1610	1880	950	1290	1620	1940	2250	1260	1700	2130	2540	2970
10	730	980	1240	1510	1800	860	1160	1470	1790	2090	1060	1430	1800	2150	2500	1400	1890	2370	2820	3300
11	800	1080	1360	1660	1980	950	1280	1620	1970	2300	1170	1570	1980	2370	2750	1540	2080	2610	3100	3630
12	880	1180	1490	1810	2160	1030	1390	1760	2150	2510	1270	1720	2160	2580	3000	1680	2270	2840	3380	3960
13	950	1270	1610	1960	2340	1120	1510	1910	2330	2720	1380	1860	2340	2800	3250	1820	2460	3080	3670	4290
14	1020	1370	1740	2110	2520	1200	1620	2060	2510	2930	1480	2000	2520	3010	3500	1960	2650	3320	3950	4620
15	1100	1470	1860	2270	2700	1290	1740	2210	2690	3140	1590	2150	2700	3230	3750	2100	2840	3560	4230	4950
16	1170	1570	1980	2420	2880	1380	1860	2350	2860	3340	1700	2290	2880	3440	4000	2240	3020	3790	4510	5280
17	1240	1670	2110	2570	3060	1460	1970	2500	3040	3550	1800	2430	3060	3660	4250	2380	3210	4030	4790	5610
18	1310	1760	2230	2720	3240	1550	2090	2650	3220	3760	1910	2570	3240	3870	4500	2520	3400	4270	5080	5940
19	1390	1860	2360	2870	3420	1630	2200	2790	3400	3970	2010	2720	3420	4090	4750	2660	3590	4500	5360	6270
20	1460	1960	2480	3020	3600	1720	2320	2940	3580	4180	2120	2860	3600	4300	5000	2800	3780	4740	5640	6600
21	1530	2060	2600	3170	3780	1810	2440	3090	3760	4390	2230	3000	3780	4520	5250	2940	3970	4980	5920	6930
22	1610	2160	2730	3320	3960	1890	2550	3230	3940	4600	2330	3150	3960	4730	5500	3080	4160	5210	6200	7260
23	1680	2250	2850	3470	4140	1980	2670	3380	4120	4810	2440	3290	4140	4950	5750	3220	4350	5450	6490	7590
24	1750	2350	2980	3620	4320	2060	2780	3530	4300	5020	2540	3430	4320	5160	6000	3360	4540	5690	6770	7920
25	1830	2450	3100	3780	4500	2150	2900	3680	4480	5230	2650	3580	4500	5380	6250	3500	4730	5930	7050	8250
26	1900	2550	3220	3930	4680	2240	3020	3820	4650	5430	2760	3720	4680	5590	6500	3640	4910	6160	7330	8580
27	1970	2650	3350	4080	4860	2320	3130	3970	4830	5640	2860	3860	4860	5810	6750	3780	5100	6400	7610	8910
28	2040	2740	3470	4230	5040	2410	3250	4120	5010	5850	2970	4000	5040	6020	7000	3920	5290	6640	7900	9240
29	2120	2840	3600	4380	5220	2490	3360	4260	5190	6060	3070	4150	5220	6240	7250	4060	5480	6870	8180	9570
30	2190	2940	3720	4530	5400	2580	3480	4410	5370	6270	3180	4290	5400	6450	7500	4200	5670	7110	8460	9900

Hilfe 9 Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Ende)

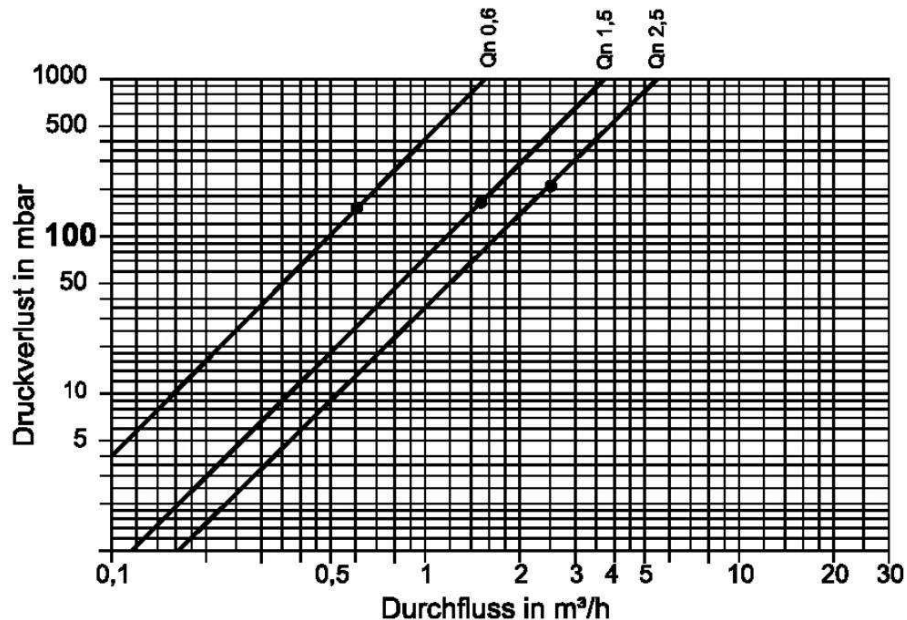
Erkennungsmerkmale von voreinstellbaren Ventilen nach "Hilfe 10" helfen vor Ort und sind für das Ausfüllen von Formular "C – Heizkörper und Thermostatventil" bedeutsam.

Her- steller	Ventilunterteile	Ventileinsätze und Oberteile	
Heimeier	V-exakt:  F-exakt:  Firmenlogo: 	Thermostat-Oberteil für V-exakt: - V-exakt besitzt ein Thermostat-Oberteil in Goldfarbe. - Gegebenenfalls weiße Farbmarkierung auf dem V-exakt Ventil.  Thermostat-Oberteil F-exakt: - F-exakt besitzt ein Thermostat-Oberteil in Silberfarbe. - Gegebenenfalls rote Farbmarkierung auf dem F-exakt Ventil. 	
Oventrop	Baureihe A: o Schutzkappe schwarz Baureihe RF: o Schutzkappe blau Baureihe AV6: o Schutzkappe weiß Baureihe F: o Schutzkappe rot Baureihe ADV6: o Schutzkappe grau Buchstaben "OV": 	Typ A Für Baureihe A und RF:  Typ AV6 für Baureihe AV6 und RFV6: 	Typ F für Baureihe F:  Typ ADV6 für Baureihe ADV6: 

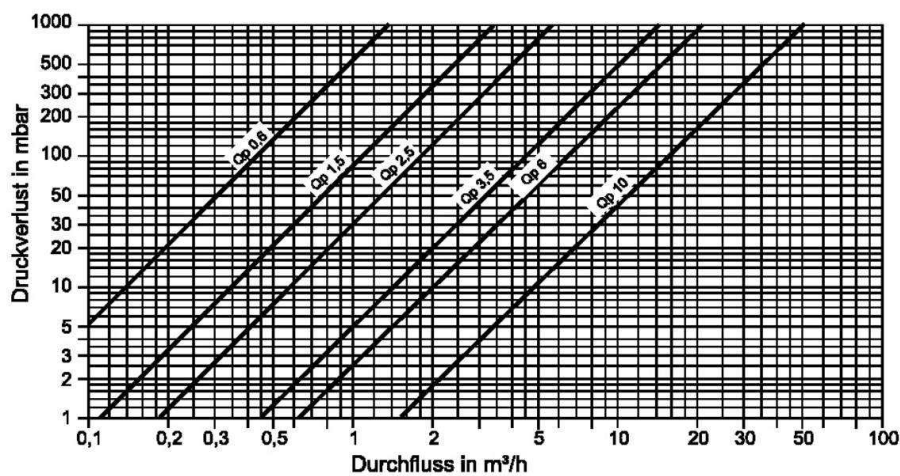
Her- steller	Ventilunterteile	Ventileinsätze und Oberteile
Danfoss	Typ RA-N:  Typ RA-UN:  Buchstabe "D" 	Thermostat-Oberteil für RA-N: - RA-N besitzt einen gelben Einstellring.  - RA-N besitzt bei älteren Baureihen einen silbernen Einstellring.  Thermostat-Oberteil RA-UN: - RA-UN besitzt einen roten Einstellring. 
Honeywell/MNG	Typ V:  Typ FV:  Firmenlogo: 	Typ V: - Typ V besitzt einen weißen Einstellring mit schwarzer Schrift.  Typ FV: - Typ FV besitzt einen Rotguss-Einstellring mit weißer Schrift. 

Die Beispieldiagramme für Sonderdruckverluste nach "Hilfe 11" liefern für typische Komponenten von Heizungszentralen eine Möglichkeit den Druckverlust je nach Anlagenvolumenstrom abzuschätzen. Die Daten werden im Formular "E – Optimierung Druck & THKV" benötigt.

Flügelradwärmemengenzähler Qn 0,6 ... 2,5



Ultraschallwärmemengenzähler Qp 0,6 ... 10

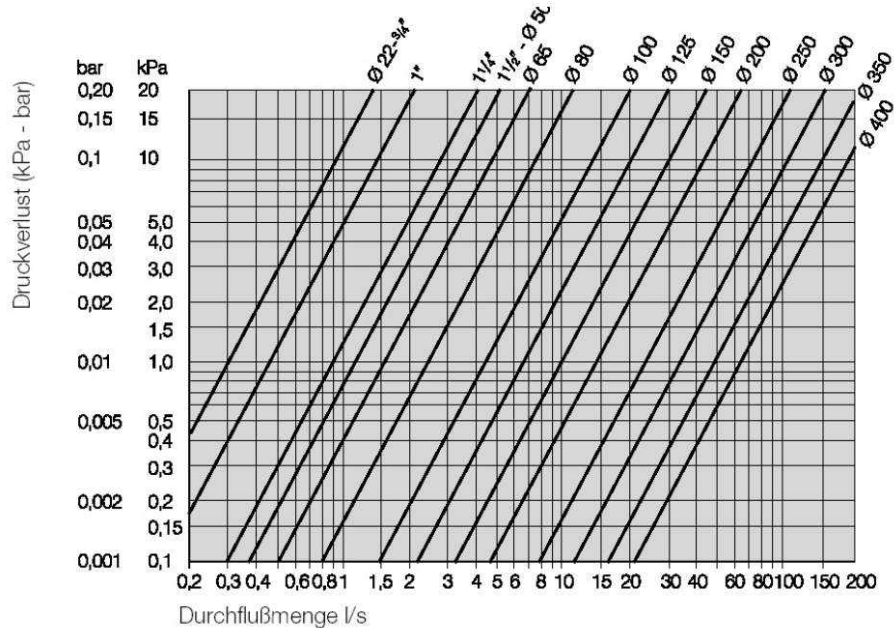


Wärmeübertrager in Fernwärmanlagen

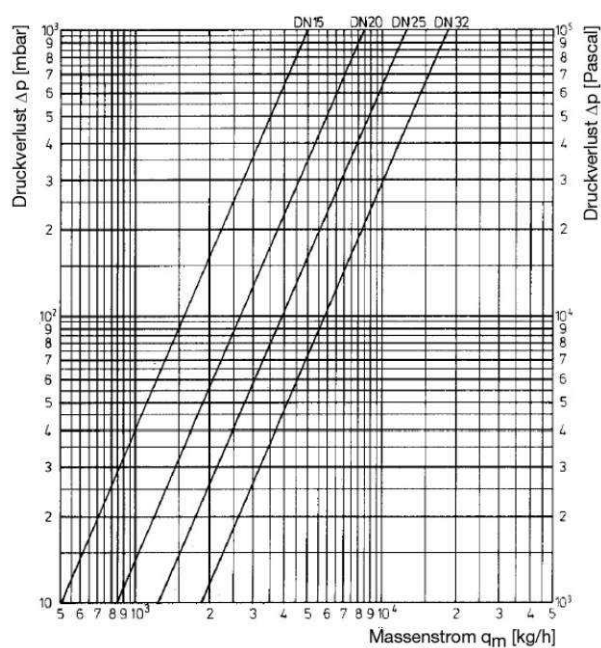
Für Wärmeübertrager kann – sofern keine Herstellerinformationen für das installierte Modell vorliegen – nachfolgend beschriebene Näherungsformel verwendet werden.

$$\text{Druckverlust WÜT [mbar]} = 100 \text{ [mbar]} \cdot \left(\frac{\text{Gesamtvolumenstrom nach Formblatt D2 in [l/h]}}{4,3 \text{ [l/m}^2\text{h]} \cdot \text{beheizte Gebäudegrundfläche [m}^2\text{]}} \right)^2$$

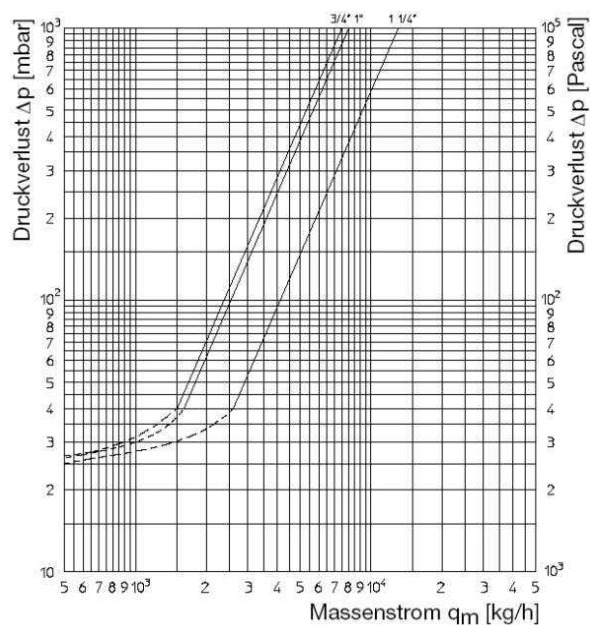
Luftabscheider



Schmutzfänger DN 15 ... 32



Schwerkraftbremse (Sperrventil)



Hilfe 11 Beispieldiagramme für Sonderdruckverluste

Für die Ermittlung von Voreinstellungen der Ventile im Formular "E – Optimierung Druck & THKV" oder auch für die Auswahl eines passenden Thermostatventils im Formular "C – Heizkörper und Thermostatventil" kann "Hilfe 12" verwendet werden.

	k _v -Wert in m³/h in Abhängigkeit von der Voreinstellung (nach DIN EN 215 bei 2 K Regeldifferenz)											
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Oventrop (Ventileinsätze)	G ½"	GHF	-	0,017	0,047	0,095	0,152	0,228	0,32	-	-	-
	G ½"	GH	-	0,047	0,126	0,269	0,417	0,6	0,7	-	-	-
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Danfoss	10	RA-UN	RA 2000	0,02	0,06	0,11	0,17	0,23	0,30	0,35	-	0,48
		RA-UR	RA 2000	0,03	0,03	0,06	0,11	0,18	0,24	0,31	-	0,47
		RA-N	RA 2000	0,04	0,09	0,16	0,25	0,32	0,38	0,42	-	0,56
Heimeier		F-exakt	ET, DT, AT	0,017	0,041	0,063	0,111	0,177	0,316	-	-	-
V-exakt		ET, DT, AT, WET	0,047	0,098	0,161	0,234	0,364	0,468	-	-	-	
Honeywell / MNG		FV	-	0,02	0,04	0,11	0,19	0,25	0,29	0,32	0,35	-
		V	-	0,04	0,08	0,20	0,29	0,33	0,35	0,38	0,41	-
Oventrop		F	-	0,025	0,051	0,095	0,152	0,228	0,323	-	-	-
		AV 6, RFV 6, ADV 6	-	0,055	0,170	0,313	0,446	0,56	0,65	-	-	-
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Danfoss	15	RA-UN	RA 2000	0,02	0,06	0,11	0,17	0,23	0,30	0,35	-	0,48
		RA-UR	RA 2000	0,03	0,03	0,06	0,11	0,18	0,24	0,31	-	0,47
		RA-N	RA 2000	0,04	0,09	0,16	0,25	0,36	0,43	0,52	-	0,73
Heimeier		F-exakt	ET, DT, AT	0,017	0,041	0,063	0,111	0,177	0,316	-	-	-
V-exakt		ET, DT, AT, WET	0,047	0,098	0,161	0,234	0,364	0,468	-	-	-	
Honeywell / MNG		FV	-	0,02	0,04	0,11	0,19	0,25	0,29	0,32	0,35	-
		V	-	0,04	0,08	0,20	0,29	0,33	0,35	0,38	0,41	-
Oventrop		F	-	0,025	0,051	0,095	0,152	0,228	0,323	-	-	-
		AV 6, RFV 6, ADV 6	-	0,055	0,170	0,313	0,446	0,56	0,65	-	-	-
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Danfoss	20	RA-UN	RA 2000	0,02	0,06	0,11	0,17	0,23	0,30	0,35	-	0,48
		RA-N	RA 2000	0,10	0,16	0,24	0,33	0,44	0,56	0,73	-	1,04
		RA-N	RA 2000	0,17	0,25	0,29	0,40	0,52	0,60	0,73	-	0,80
Heimeier		V-exakt	ET, DT	0,047	0,098	0,161	0,234	0,364	0,468	-	-	-
Honeywell / MNG		FV	-	0,02	0,04	0,11	0,19	0,25	0,29	0,32	0,35	-
		V	-	0,04	0,08	0,20	0,29	0,33	0,35	0,38	0,41	-
Oventrop		F	-	0,025	0,051	0,095	0,152	0,228	0,323	-	-	-
		AV 6, RFV 6, ADV 6	-	0,055	0,170	0,313	0,446	0,56	0,65	-	-	-
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Danfoss	25	RA-N	RA 2000	0,10	0,16	0,24	0,33	0,44	0,56	0,73	-	1,04

Hilfe 12 k_v-Werte heute üblicher voreinstellbarer Ventile

ABSCHNITT III: HANDRECHNUNG MIT FORMULAREN

1 Übersicht über diesen Abschnitt

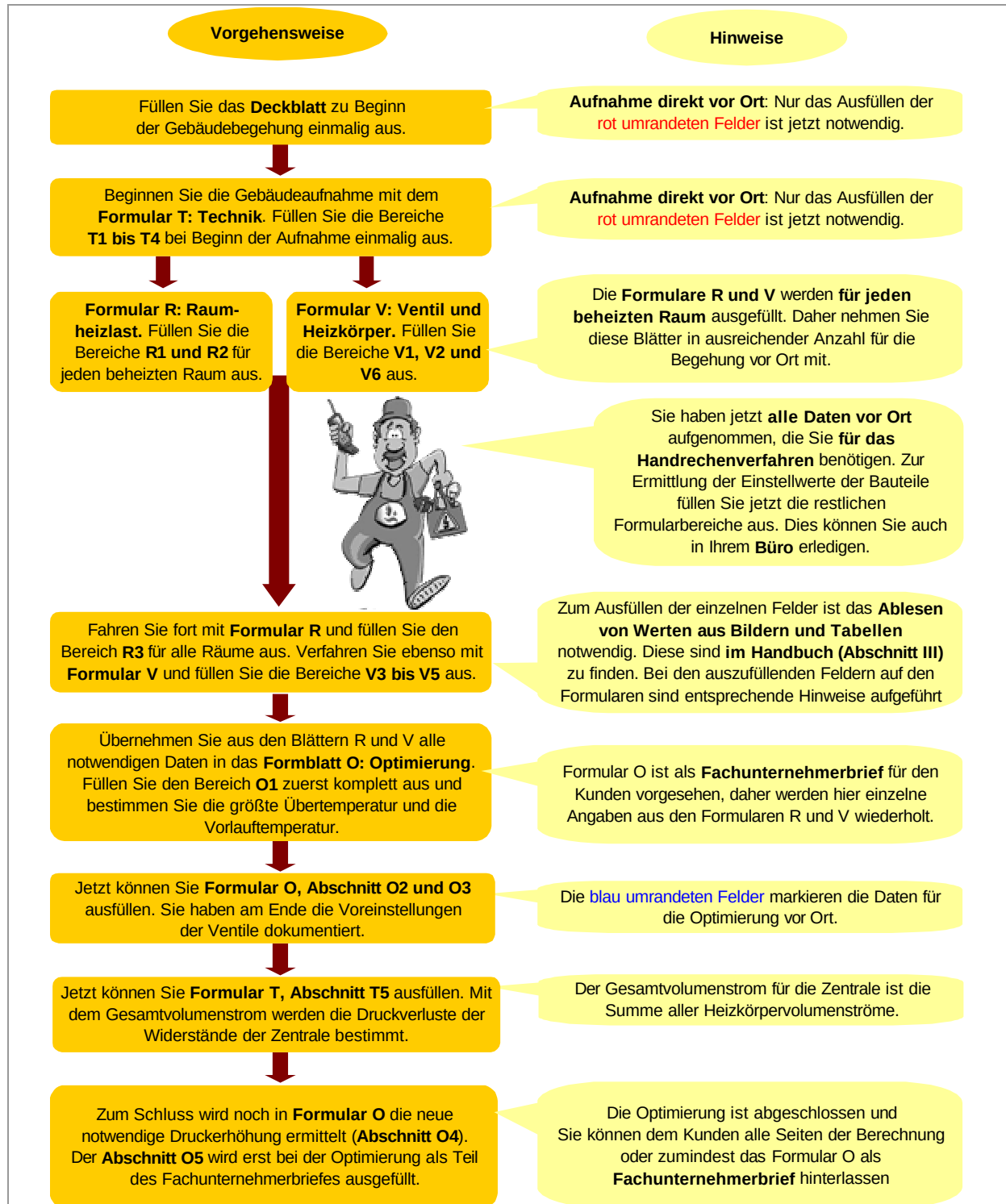
In diesem Abschnitt finden Sie

- o Informationen zur Vorbereitung, Begehung, Nachbereitung und Optimierung eines Gebäudes auf Basis der Handrechnung zur Optimierung,
- o Vorlagen und Erklärungen zu den verwendeten Formularen
- o ein Beispiel, an dem die Gebäudeaufnahme und Handrechnung demonstriert werden,
- o folgende Arbeitshilfen für die Arbeit mit dem Handrechenverfahren:

	Seite
Bild III - 1 Transmissionsheizlast für Außenwände, Decken und Dächer.....	48
Bild III - 2 Transmissionsheizlast für Böden und Kellerdecken	48
Bild III - 3 Transmissionsheizlast für Türen und Fenster	49
Bild III - 4 Lüftungsheizlast.....	50
Bild III - 5 Übertemperatur.....	56
Bild III - 6 Vorlauftemperatur.....	57
Bild III - 7 Spreizung	58
Bild III - 8 Volumenstrom	59
Bild III - 9 k_v -Wert der Thermostatventile.....	61
Bild III - 10 Anlagentypen	68
Bild III - 11 Beispieldiagramme für Sonderdruckverluste	70
 Tabelle III - 1 Erkennen der Güte von Außenwänden	 46
Tabelle III - 2 Erkennen der Güte von Decken und Dächern	46
Tabelle III - 3 Erkennen der Güte von Böden und Kellerdecken	47
Tabelle III - 4 Erkennen der Güte von Fenstern	47
Tabelle III - 5 Lüftungsheizlast.....	50
Tabelle III - 6 Mindestaußentemperaturen verschiedener Standorte.....	51
Tabelle III - 7 Normleistung für senkrecht profilierte Flachheizkörper	52
Tabelle III - 9 Normleistung für Stahlradiatoren	52
Tabelle III - 10 Normleistung für glattwandige Flachheizkörper	53
Tabelle III - 11 Normleistung für Gussradiatoren	53
Tabelle III - 12 Normleistung für Handtuchradiatoren.....	54
Tabelle III - 13 Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Beginn)	54
Tabelle III - 13 Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Fortsetzung)	55
Tabelle III - 14 Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Ende)	55
Tabelle III - 16 k_v -Werte heute üblicher voreinstellbarer Ventile	63
Tabelle III - 17 Erkennungsmerkmale üblicher voreinstellbarer Ventile	66
Tabelle III - 18 Anlagentypen.....	68

2 Optimierung im Überblick

Folgender Ablaufplan beschreibt die Vorgehensweise bei der Verwendung des Handrechenverfahrens zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern.

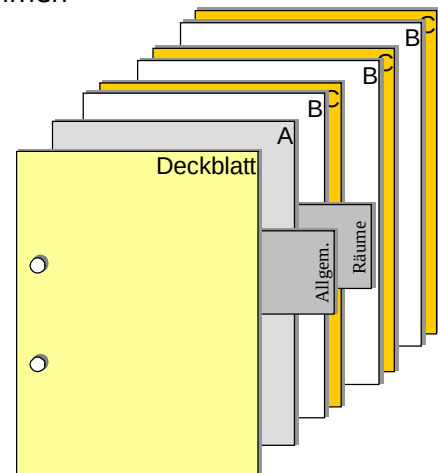


Auf der folgenden Seite folgt die Arbeitsanweisung noch einmal detaillierter.

Vorbereitung vor der Begehung im Büro

- o Vor der Gebäudeaufnahme sollten Sie sich folgendermaßen vorbereiten:
- o Machen Sie **je eine Kopie oder einen Ausdruck** der Formulare:
 - "Handrechnung: Deckblatt",
 - "Handrechnung: Technik Aufnahme (T)" und
 - "Handrechnung: Optimierung (O)" (5 Seiten)
- o Machen Sie sich **je ca. 15** (Einfamilienhaus) ... **ca. 30** (Doppelhaus) **Kopien oder Ausdrücke** der Formulare:
 - "Handrechnung: Raumheizlast (R)" und
 - "Handrechnung: Ventil & Heizkörper (V)"
- o Heften Sie die Formulare sortiert nach Räumen zusammen
Deckblatt → A → B/C → ... → B/C

Das bietet den Vorteil, dass alle Daten, die zu einem Raum gehören (Begrenzungsflächen und Heizkörperdaten) hintereinander stehen.



- o Rüsten Sie sich mit Stift, Maßband oder Zollstock, ggf. Entfernungsmessgerät aus.
- o Vergessen Sie dieses Handbuch nicht, es enthält wertvolle Tipps für die Aufnahme.

Begehung vor Ort

- o Die Begehung erfolgt am besten zu zweit, damit sich der Ansager und der Schreiber optimal ergänzen.
- o Die Aufnahme beginnt am besten im Keller.
- o Anschließend werden alle Räume des Hauses begangen und vermessen.
- o Achten Sie darauf, alle in den Formularen **rot markierten Felder** auszufüllen.
- o Sie brauchen vor Ort noch nichts rechnen oder Werte aus Diagrammen abzulesen.
- o Zur Unterscheidung der Anlagentypen, Heizkörper oder typischer Wandaufbauten hilft dieses Handbuch mit den Erläuterungen der Abschnitte III. 5 bis III. 18.

Nachbereitung im Büro

- o Mit den aufgenommenen Daten des Gebäudes füllen Sie die freien Felder der Formulare aus.
- o Sie können dies mit dem Handbuch und einem Taschenrechner tun oder auch die gesuchten Werte nur aus den Tabellen und Graphiken dieses Handbuchs ablesen.
- o Am Ende haben Sie alle Formulare fertig ausgefüllt.

Optimierung vor Ort

- o Mit den gesamten Unterlagen zur Optimierung, vor allem aber mit dem 5-seitigen "Formular O - Optimierung" erfolgt die Optimierung der Anlage vor Ort. Die Einstellwerte sind **blau umrandet**.
- o Sie bauen ggf. einen Differenzdruckregler ein. Wenn nicht, stellen Sie auf jeden Fall die vorhandene Pumpe oder den vorhandenen Differenzdruckregler auf die berechnete Druckdifferenz ein.
- o Sie bauen voreinstellbare Thermostatventile ein bzw. tauschen einfacher nur die Ventileinsätze aus – nicht das ganze Ventil. Sind schon voreinstellbare Ventile vorhanden, dann stellen Sie diese auf die berechneten Werte (Voreinstellungen) ein.
- o Sie stellen die zentrale Regelung (Heizkurve) ein.
- o Sie informieren den Mieter über mögliche Konsequenzen der Optimierung – siehe auch Abschnitt I. 3 dieses Handbuchs.

Fachunternehmerbrief

- o Nach der Optimierung lassen Sie am besten die gesamten Unterlagen zur Optimierung als Fachunternehmerbrief im Gebäude. Näheres dazu in Abschnitt I. 4.

3 Vorlagen und Erklärung der Formulare

Deckblatt

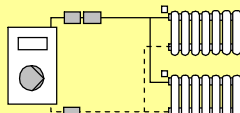
Das Deckblatt wird pro Objekt nur einmal benötigt.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern		Handrechnung Deckblatt
Projekt Projekt-Nr.: Optimierung eines (bitte ankreuzen)... ☐ 8 ... Einfamilienhauses ☐ ... Zweifamilienhauses	Beschreibung:	
Ausführende Firma Name: Straße: Nr. PLZ: Ort		
Gebäudeanschrift Name: Straße: Nr. PLZ: Ort Telefon:		Anschrift des Eigentümers Name: Straße: Nr. PLZ: Ort Telefon:
Aufnahme des Gebäudes Aufnehmende/r: 		Datum:

Füllen Sie Projektdaten, ggf. eine kleine Projektbeschreibung und eine Projektnummer ein und vermerken Sie, ob es sich um ein Ein- oder Zweifamilienhaus handelt. Tragen Sie Gebäude- und Besitzeranschrift ein. Füllen Sie Ihre Firmendaten, das Datum der Gebäudeaufnahme und den oder die Namen der Aufnehmenden aus.

Formular T – Aufnahme der Technik

Formular T wird pro Objekt nur einmal benötigt.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern		Handrechnung Technik Aufnahme (T)																
T1: Art der Anlage (bitte ankreuzen) (Siehe Bild III-10 und Tabelle III-17)																		
☐ Typ1 Anlage mit vorhandener, nicht einstellbarer Pumpe (nicht einstellbarer Differenzdruck-regler, nicht einstellbares Überströmventil). Beispiel: Therme mit optional vorhandenen, zusätzlichen Widerständen in Vor- u./o. Rücklauf		☐ Typ2 Anlage mit vorhandener, einstellbarer Pumpe (einstellbarer Differenzdruckregler oder einstellbares Überströmventil). Beispiel: Fernwärmeübergabestation oder Ölkessel mit externer Pumpe und mit ggf. zusätzlichen Widerständen in Vor- u./o. Rücklauf																
T2: Pumpe, Differenzdruckregler, Überströmventil (bitte ankreuzen und ausfüllen) Sicherstellung des Drucks durch: Hersteller, Typ: ☐ Pumpe ☐ Differenzdruckregler ☐ Überströmventil Einstellbereich (siehe Herstellerangaben) von: mbar bis: mbar		T3: Vorlauftemperatur bei Fernwärme Vorlauftemperatur (Auslegung) bei direkter Fernwärmeversorgung °C																
T4: Vorhandene zentrale Widerstände (bitte ankreuzen und ausfüllen) Hersteller, Typ, DN: <table border="1"> <tr><td>☐ Luftabscheider</td><td> </td></tr> <tr><td>☐ Schmutzfänger</td><td> </td></tr> <tr><td>☐ Rückschlagklappe</td><td> </td></tr> <tr><td>☐ Schwerkraftbremse</td><td> </td></tr> <tr><td>☐ Wärmeübertrager</td><td> </td></tr> <tr><td>☐ Wärmemengenzähler</td><td> </td></tr> <tr><td>☐ </td><td> </td></tr> <tr><td>☐ </td><td> </td></tr> </table>		☐ Luftabscheider		☐ Schmutzfänger		☐ Rückschlagklappe		☐ Schwerkraftbremse		☐ Wärmeübertrager		☐ Wärmemengenzähler		☐		☐		T5: Druckverluste der Widerstände Anlagenvolumenstrom aus O2: l/h Druckverluste der Bauteile, z.B. aus Bild III-11: mbar mbar bitte deinstallieren! mbar mbar mbar mbar
☐ Luftabscheider																		
☐ Schmutzfänger																		
☐ Rückschlagklappe																		
☐ Schwerkraftbremse																		
☐ Wärmeübertrager																		
☐ Wärmemengenzähler																		
☐																		
☐																		

Abschnitt T1: Vermerken Sie die Art der Anlage. Wesentliche Unterscheidung ist: kann die vorhandene Pumpe (oder Differenzdruckregler oder Überströmventil) an das vorhandene Netz angepasst werden oder nicht.

Abschnitt T2: Der zum Betrieb notwendige Differenzdruck für die Heizkörper wird durch die Pumpe sichergestellt. Ist ein zusätzlicher Differenzdruckregler oder ein zusätzliches Überströmventil hinter der Pumpe eingebaut, ist dieses maßgeblich für die Druckbereitstellung und muss hier eingetragen werden. Vermerken Sie Produktdaten, falls Sie später noch Herstellerunterlagen recherchieren müssen.

Tragen Sie ein, in welchem Differenzdruckbereich das maßgebliche Bauteil eingestellt werden kann. Der Einstellbereich der Pumpe kann vor Ort meist nicht noch ermittelt werden. Es interessiert nämlich der Einstellbereich, der sich ergibt, wenn der optimierte, berechnete Anlagenvolumenstrom fließt. Dieser ist bei der Aufnahme aber noch nicht bekannt. Hier muss später im Büro die Herstellerunterlage beim Hersteller angefragt werden oder im Internet recherchiert werden. Bei Differenzdruckreglern und Überströmventilen kann aber oftmals bereits vor Ort ein Einstellbereich des Geräts abgelesen werden.

Abschnitt T3: Wenn die Heizungsanlage direkt an die Fernwärmeversorgung angeschlossen ist (ohne Wärmeübertrager), dann wird an dieser Stelle die Auslegungsvorlauftemperatur des Versorgungsnetzes vermerkt. Auf diese Temperatur müssen die vorhandenen Heizkörper später angepasst werden.

Abschnitt T4: Nehmen Sie vor Ort auf, welche zentralen Widerstände sich im Netz befinden und vermerken Sie einige Produktdaten – damit Sie später den Druckabfall in diesen Bauteilen ermitteln oder zumindest schätzen können.

HINWEIS 1: in Anlagen mit Überströmventil oder Differenzdruckregler zählen nur die Bauteile, die sich auf der "geregelten Seite" (auf der Verbraucherseite) befinden! Son-

derbauteile sind: Luftabscheider, Schmutzfänger, Rückschlagklappen, Schwerkraftbremsen, Wärmeübertrager, Wärmemengenzähler oder allgemein Bauteile, die in der Zentrale im Fließweg des Heizwassers eingebaut sind und größere Druckverluste aufweisen.

Abschnitt T5: Wenn der Anlagenvolumenstrom bekannt ist, d.h. wenn Sie die Formulare R und V komplett sowie die Abschnitt O1 bis O2 fertig ausgefüllt haben, können Sie den Druckverlust der Sondereinbauten bestimmen.

HINWEIS 2: da der Druckverlust stark vom Volumenstrom abhängt, müssen Sie erst den Anlagenvolumenstrom kennen, sonst kommen Sie zu falschen Ergebnissen.

Sofern eine Rückschlagklappe als vorhanden eingegeben wurde, wird immer vorgeschlagen, diese zu entfernen. Dies ist in den meisten Heizungsanlagen machbar, ohne dass es zum Rückströmen kommt und bietet den Vorteil, dass die vorhandene Pumpe viel weniger Druck erzeugen muss. Das mindert die Pumpenleistung und die Stromkosten.

Formular R – Raumheizlast

Formular R wird pro Objekt mehrmals benötigt. Die Anzahl richtet sich nach der vorhandenen Zahl beheizter Räume. Räume ohne Heizkörper müssen nicht vermessen werden.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern										Handrechnung Raumheizlast (R)	
R1: Allgemeine Raumdaten		Raumbezeichnung:				Nr.:					
R2: Transmission durch Bauteile und Lüftung (bitte ankreuzen und ausfüllen)											
Außenwände		Fachwerk und Ziegelmäde unter 36 cm, keine Dämmung Ziegelmäde über 36 cm, Wände mit 0 ... 2 cm Dämmung alle Konstruktionen mit 3 ... 6 cm Dämmung alle Konstruktionen mit 7 ... 12 cm Dämmung alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung						Transmissionslast (siehe Bild III-1):			
Fläche: m ²	x	☐ sehr schlecht x 75	☐ schlecht x 50	☐ normal x 33	☐ gut x 17	☐ sehr gut x 5	=	W			
Dächer und Geschossdecken zum unbeheizten Dach		Steindecke, Betondecke, Steildach mit Putz, keine Dämmung Stahlbetondeck-dach, Decken und Dächer mit 0 ... 2 cm Dämmung Holzbalkendecken, alle Konstruktionen mit 3 ... 6 cm Dämmung alle Konstruktionen mit 7 ... 12 cm Dämmung alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung						Transmissionslast (siehe Bild III-1):			
Fläche: m ²	x	☐ sehr schlecht x 75	☐ schlecht x 50	☐ normal x 33	☐ gut x 17	☐ sehr gut x 5	=	W	+		
Kellerdecken, erdreich-berührte Bauteile, Flächen zu unbeheizten Räumen		Feldsteine, Stahlbeton, Stahlstein, keine Dämmung Gewölbe mit Dielen, mit 0 ... 2 cm Dämmung Holzbalkendecken, alle Konstruktionen mit 3 ... 6 cm Dämmung alle Konstruktionen mit 7 ... 12 cm Dämmung alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung						Transmissionslast (siehe Bild III-2):			
Fläche: m ²	x	☐ sehr schlecht x 44	☐ schlecht x 30	☐ normal x 20	☐ gut x 10	☐ sehr gut x 3	=	W	+		
Fenster und Türen		Einfachverglasung Doppelverglasung (Isolierverglasung) doppeltes Wärmeschutzglas dreifaches Wärmeschutzglas						Transmissionslast (siehe Bild III-3):			
Fläche: m ²	x	☐ schlecht x 140	☐ normal x 75	☐ gut x 50	☐ sehr gut x 33		=	W	+		
Lüftungsheizlast		Raucherräume, Zulufräume bei Lüftungsanlagen normal genutzte Räume mit undichten Fenstern normal genutzte Räume mit dichten Fenstern Abfufräume bei Lüftungsanlagen						Lüftungsheizlast (siehe Bild III-4):			
Raumgrundfläche: m ²	x	☐ sehr hoch x 32	☐ hoch x 23	☐ normal x 17	☐ gering x 8		=	W	+		
R3: Raumheizlast		Korrigierte Raumheizlast: ← Korrekturfaktor (optional, Tabelle III-6):						Summe der Werte (= Raumheizlast): W			

Abschnitt R1: Für jeden Raum ist die Raumbezeichnung und eine fortlaufende Nummer einzutragen. Räume, die nicht beheizt werden und keinen Heizkörper besitzen, müssen nicht aufgenommen werden.

Abschnitt R2: Für jeden Raum sind die Quadratmeter der Begrenzungsflächen aufzunehmen, die an Außenluft oder deutlich niedriger beheizte Räume grenzen. Die Flächen zu etwa auf gleicher Temperatur beheizten Räumen (bis zu 5 °C Temperaturunterschied) müssen nicht aufgenommen werden. Im Wesentlichen handelt es sich also um:

- Außenwände,
- waagerechte Geschossdecken zu unbeheizten Dachräumen, Flachdächer sowie Dachschrägen,
- Fußböden zu unbeheizten Kellerräumen, an Erdreich grenzende Fußböden und Wände, an unbeheizte Räume grenzende Wände und Türen,
- Fenster und Türen nach außen.

HINWEIS 3: Die Außenwandflächen werden ohne den Anteil der Fensterflächen eingegeben. Es zählt nur die reine Wandfläche.

Für jedes Bauteil ist die Güte der Dämmwirkung anzukreuzen. Es gibt jeweils mehrere Auswahlfelder, weitere Informationen zum Ankreuzen finden Sie in diesem Handbuch, Abschnitt III. 5 bis 7.

HINWEIS 4: Die Güte von Fenstern (Isolier- oder Wärmeschutzverglasung) kann man mit einem Trick feststellen. Es wird ein Feuerzeug vor die Scheibe gehalten, so dass man das Spiegelbild der Flamme erkennen kann. In einer Zweischeibenverglasung spiegelt es sich insgesamt 4 Mal: auf jeder Glasscheibe jeweils vorn und hinten. Die 4 Spiegelbilder der Flamme sind alle gelb, wenn es sich um eine 2-Scheiben-Isolierverglasung handelt. Ist aber eine Wärmeschutzverglasung eingesetzt, dann erkennen Sie eine Reflexion in einer anderen Farbe, leicht grünlich oder rötlich.

HINWEIS 5: Hat ein Raum zwei Außenwände unterschiedlicher Wärmedämmqualität, muss die gesamte Fläche beider Wände eingegeben werden. Das Kreuz für die Wandgüte wird gewichtet abgeschätzt oder es wird die schlechtere Rubrik gewählt.

HINWEIS 6: Alle Flächen, die an deutlich niedriger beheizte Nachbarräume (z.B. Treppenfure, Garagen usw.) grenzen, können unter der Rubrik "Böden, Kellerdecken, Wände an unbeheizte Bereiche" vermerkt werden. Dies gilt auch für Innentüren.

Abschnitt R3: Die Transmissionsheizlast ist zu bestimmen. Dazu ist die eingetragene Fläche mit der angekreuzten Zahl zu multiplizieren. Die Zwischenergebnisse werden rechts in den Kästchen vermerkt. Die Summe der Werte ist die Raumheizlast und wird unten eingetragen.

Es kann anschließend ggf. eine Korrektur für die minimale Außentemperatur am konkreten Standort erfolgen. Die minimale Außentemperatur wird zur Berechnung der Auslegung Heizlast des Gebäudes benötigt (Wärmebedarf am rechnerisch kältesten Tag). Wird keine Korrektur gemacht, dann wird mit -14 °C als Durchschnittswert für alle Orte in Deutschland gerechnet (Spannbreite -10 ... -18 °C). Die Entscheidung, welche Temperatur für den Standort des Gebäudes maßgeblich ist, können Sie z.B. mit Hilfe dieses Handbuchs (Abschnitt III. 8) treffen.

Formular V – Ventil und Heizkörper

Formular C wird pro Objekt mehrmals benötigt. Die Anzahl richtet sich nach der vorhandenen Zahl beheizter Räume.

Abschnitt C1: Raumbezeichnung und Nummer sind zu wiederholen.

Abschnitt C2: Die Bauart und -größe der Heizflächen werden bei der Begehung aufgenommen. Dies muss so genau erfolgen, dass nachher in Tabellen die Normleistung bestimmt werden kann. Es ist Platz für maximal 3 Heizkörper pro Raum vorgesehen.

HINWEIS 7: Selten oder nicht benutzte Heizkörper sollten nicht aufgenommen werden! Die Optimierung geht davon aus, dass alle hier eingegebenen Heizkörper später auch zur Beheizung gebraucht werden. Wenn also ein Heizkörper verbaut ist oder sonstige Gründe gegen eine Beheizung mit diesem Heizkörper sprechen, wird er nicht aufgenommen.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern						Handrechnung Ventil und Heizkörper (V)
V1: Allgemeine Raumdaten		Raumbezeichnung:		Nr:		
V2: Vorhandene Heizflächen (bitte ankreuzen und ausfüllen) (siehe auch Tabellen III-7 bis III-14)						
Heizkörper 1		Heizkörper 2		Heizkörper 3		
☐ Flachheizkörper, profiliert ☐ Flachheizkörper, glatt ☐ Stahlradiator ☐ Gussradiator ☐	Baugröße/Höhe/Tiefe/Länge/Typ/Glieder:	☐ Flachheizkörper, profiliert ☐ Flachheizkörper, glatt ☐ Stahlradiator ☐ Gussradiator ☐	Baugröße/Höhe/Tiefe/Länge/Typ/Glieder:	☐ Flachheizkörper, profiliert ☐ Flachheizkörper, glatt ☐ Stahlradiator ☐ Gussradiator ☐	Baugröße/Höhe/Tiefe/Länge/Typ/Glieder:	
V3: Heizkörpernormleistung (bitte ausfüllen)						
... nach Tab. III-7 bis III-14 W		... nach Tab. III-7 bis III-14 W		... nach Tab. III-7 bis III-14 W		
V4: Übertemperatur (bitte ausfüllen)						
Summe der Heizkörperleistungen nach V3: W		Heizlast des Raumes nach R3: W		Übertemperatur nach Bild III-5: K		
V5: Leistungsanteil - Anteil der Heizkörper an der Gesamtleistung						
Leistung Heizkörper 1 (nach V3) geteilt durch Summe der Heizkörperleistungen (nach V4):		Leistung Heizkörper 2 (nach V3) geteilt durch Summe der Heizkörperleistungen (nach V4):		Leistung Heizkörper 3 (nach V3) geteilt durch Summe der Heizkörperleistungen (nach V4):		
V6: Vorhandenes Thermostatventil (bitte ankreuzen und ausfüllen) (siehe Tabellen III-15 und III-16)						
Heizkörper 1		Heizkörper 2		Heizkörper 3		
☐ Eckventil ☐ voreinstellbar ☐ Durchgangsventil ☐ nicht voreinstellbar	☐ Eckventil ☐ voreinstellbar ☐ Durchgangsventil ☐ nicht voreinstellbar	☐ Eckventil ☐ voreinstellbar ☐ Durchgangsventil ☐ nicht voreinstellbar	☐ Eckventil ☐ voreinstellbar ☐ Durchgangsventil ☐ nicht voreinstellbar	☐ Eckventil ☐ voreinstellbar ☐ Durchgangsventil ☐ nicht voreinstellbar	☐ Eckventil ☐ voreinstellbar ☐ Durchgangsventil ☐ nicht voreinstellbar	
DN:	Hersteller, Typ:	DN:	Hersteller, Typ:	DN:	Hersteller, Typ:	

Abschnitt C3: Mit Hilfe von Tabellen des Handbuchs (Abschnitt III. 9) oder Herstellerangaben wird die Normleistung bei 75/65/20 °C ermittelt.

HINWEIS 8: In alten Unterlagen werden Normleistungen für 90/70/20°C angegeben – diese Leistungen dürfen in dieser Berechnung nicht verwendet werden!

Abschnitt C4: Für jeden Raum ist die notwendige Übertemperatur der Heizflächen zu bestimmen (Abschnitt III. 10). Sie ist für alle Heizkörper eines Raumes gleich. Es wird die Summe der Heizkörperleistungen benötigt.

Abschnitt C5: Wenn mehrere Heizkörper in einem Raum vorhanden sind, muss der Anteil bestimmt werden, den jeder Heizkörper zur Deckung der Raumverluste beiträgt. Die jeweilige Heizkörperleistung wird durch die Summe aller Heizkörperleistungen geteilt.

Abschnitt C6: Hier sind Fabrikat, Typ und DN des Thermostatventils einzutragen. Es ist sinnvoll, gleich bei der Begehung zu vermerken, ob es sich um Durchgangs- oder Eckventile handelt. Dann können beim vielleicht notwendigen Tausch gleich die richtigen bestellt werden. Es muss weiterhin festgestellt werden, ob die Ventile voreinstellbar sind.

HINWEIS 9: Die Aufnahme nicht voreinstellbarer Ventile muss nicht so genau sein, da sie sowieso ausgetauscht werden! Es muss aber wenigstens die Dimension bekannt sein und der Vermerk, ob es sich um ein Eck- oder Durchgangsventil handelt. Das erleichtert das Nachbestellen eines voreinstellbaren Ventils. Einstellbare Ventile müssen dagegen möglichst eindeutig identifiziert werden, damit bei der Optimierung auch die richtige Einstellung ermittelt werden kann. Im Handbuch (Abschnitt III. 15) sind Erkennungsmerkmale der wichtigsten Typen dokumentiert, andere Typen müssen mit Hilfe von Herstellerunterlagen bestimmt werden.

Formular O – Optimierung

Das Blatt D wird pro Objekt nur einmal benötigt. Es besteht aus 5 Seiten.

Abschnitt O1: Raumbezeichnung, Heizkörperbezeichnungen und die Übertemperatur werden hier noch einmal eingetragen. Anschließend wird die größte aller Übertemperaturen wird ausgesucht und damit im Abschnitt O1 unten die Vorlauftemperatur festgelegt.

HINWEIS 10: die Bezeichnung der Heizkörper ist wichtig, wenn mehr als ein Heizkörper im Raum vorhanden ist. Sie nur muss nur so genau sein, dass jeder Heizkörper vor Ort eindeutig aufgefunden werden kann.

HINWEIS 11: Der Abschnitt O1 muss erst komplett ausgefüllt werden, bevor mit der Bearbeitung von O2 begonnen wird!

Abschnitt O2: Die Spreizung für die Heizkörper eines Raumes wird bestimmt und zusammen mit der Raumheizlast der Gesamtvolumenstrom aller Heizkörper eines Raumes. Die Summe aller Heizkörpervolumenströme ergibt in Bereich O2 unten den Anlagenvolumenstrom.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern										
O1: Vorlauftemperatur (Beginn)			O2: Spreizung, Gesamtvolumenstrom (Beginn)			O3: kV-Wert und Voreinstellung (Beginn)			Handrechnung Optimierung (O) 1/5	
ZUERST O1 KOMPLETT AUSFÜLLEN!			ZUERST O1 KOMPLETT AUSFÜLLEN!							
Raumnummer und Bezeichnung	Heizkörperbezeichnung	Übertemperatur aus V4:	Spreizung aus Bild III-7:	Raumheizlast nach R3:	Gesamtvolumenstrom aus Bild III-8:	Leistungsanteil aus V5:	Volumenstrom	k _V -Wert aus Bild III-9:	Gewähltes Ventil (Hersteller, Typ) oder Hinweis, dass altes Ventil verbleibt (siehe Tabelle III-15)	Voreinstell. (Tab. III-15)
1	1					x	=			
	2					x	=			
	3					x	=			
2	1					x	=			
	2					x	=			
	3					x	=			
3	1					x	=			
	2					x	=			
	3					x	=			
4	1					x	=			
	2					x	=			
	3					x	=			
5	1					x	=			
	2					x	=			
	3					x	=			
6	1					x	=			
	2					x	=			
	3					x	=			
7	1					x	=			
	2					x	=			
	3					x	=			

Abschnitt O3: Mit dem Leistungsanteilen wird der Gesamtvolumenstrom eines Raumes auf die einzelnen Heizkörper verteilt. Die sich ergebenden Heizkörpervolumenströme bestimmen den Durchlasswert k_v der Ventile. Es wird eingetragen, welches Ventil gewählt wird und welche Voreinstellung vorzunehmen ist. Bleibt das Ventil in der Anlagen, weil es bereits voreinstellbar ist, wird auch dies hier vermerkt.

HINWEIS 12: Die wichtigsten voreinstellbaren Ventile sind im Handbuch (Abschnitt III. 15) dokumentiert, andere müssen Herstellerlisten entnommen werden. Es sind für ein Gebäude möglichst Ventile eines Herstellers zu verwenden.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern											
O1: Vorlauftemperatur (Fortsetzung)			O2: Spreizung, Gesamtvolumenstrom (Fortsetzung)			O3: kV-Wert und Voreinstellung (Fortsetzung)			Handrechnung Optimierung (O) 2/5		
Raumnummer und Bezeichnung	Heizkörperbeschreibung	Übertemperatur aus V4:	Spreizung aus Bild III-7:	Raumheizlast nach R3:	Gesamtvolumenstrom aus Bild III-8:	Leistungsanteil aus V5:	Volumenstrom	k _v -Wert aus Bild III-9:	Gewähltes Ventil (Hersteller, Typ) oder Hinweis, dass altes Ventil verbleibt (siehe Tabelle III-15)	Voreinstell. (Tab. III-15)	
8	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
9	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
10	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
11	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
12	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
13	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
14	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern											
O1: Vorlauftemperatur (Fortsetzung)			O2: Spreizung, Gesamtvolumenstrom (Fortsetzung)			O3: kV-Wert und Voreinstellung (Fortsetzung)			Handrechnung Optimierung (O) 3/5		
Raumnummer und Bezeichnung	Heizkörperbeschreibung	Übertemperatur aus V4:	Spreizung aus Bild III-7:	Raumheizlast nach R3:	Gesamtvolumenstrom aus Bild III-8:	Leistungsanteil aus V5:	Volumenstrom	k _v -Wert aus Bild III-9:	Gewähltes Ventil (Hersteller, Typ) oder Hinweis, dass altes Ventil verbleibt (siehe Tabelle III-15)	Voreinstell. (Tab. III-15)	
15	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
16	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
17	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
18	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
19	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
20	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		
21	1					x	=	l/h	m ³ /h		
	2					x	=	l/h	m ³ /h		
	3					x	=	l/h	m ³ /h		

HINWEIS 5: Stellt man im optimierten Zustand fest, dass ein Ventil für den berechneten Volumenstrom zu klein ist, d.h. ist der berechnete Durchlasswert k_v größer als der maximale Durchlasswert nach Hersteller bzw. Tabelle, kann verschieden vorgegangen werden.

Es kann ein größeres Ventil für den Raum vorgesehen werden. Abhilfe schafft ggf. auch die Wahl einer höheren Vorlauftemperatur im Formular O1 (Temperatur maximal 10 °C über dem vorgeschlagenen Wert wählen).

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern										Handrechnung Optimierung (O) 4/5
O1: Vorlauftemperatur (Schluss)			O2: Spreizung, Gesamtvolumenstrom (Schluss)			O3: kV-Wert und Voreinstellung (Schluss)				
Raumnummer und Bezeichnung	Heizkörperbeschreibung	Übertemperatur aus V4:	Spreizung aus Bild III-7:	Raumheizlast nach R3:	Gesamtvolumenstrom aus Bild III-8:	Leistungsanteil aus V5:	Volumenstrom	k _v -Wert aus Bild III-9:	Gewähltes Ventil (Hersteller, Typ) oder Hinweis, dass altes Ventil verbleibt (siehe Tabelle III-15)	Voreinstell. (Tab. III-15)
22	1 2 3	K	K	W	l/h	x x x	= = =	l/h l/h l/h	m³/h m³/h m³/h	
23	1 2 3	K	K	W	l/h	x x x	= = =	l/h l/h l/h	m³/h m³/h m³/h	
24	1 2 3	K	K	W	l/h	x x x	= = =	l/h l/h l/h	m³/h m³/h m³/h	
25	1 2 3	K	K	W	l/h	x x x	= = =	l/h l/h l/h	m³/h m³/h m³/h	
26	1 2 3	K	K	W	l/h	x x x	= = =	l/h l/h l/h	m³/h m³/h m³/h	
27	1 2 3	K	K	W	l/h	x x x	= = =	l/h l/h l/h	m³/h m³/h m³/h	
Größte Übertemperatur aus O1 ?		K	Anlagenvolumenstrom (=Summe der Heizkörpervolumenströme)		l/h					
Vorlauftemperatur nach Bild III-6 oder bei direkter Fernwärme nach A4:		°C								

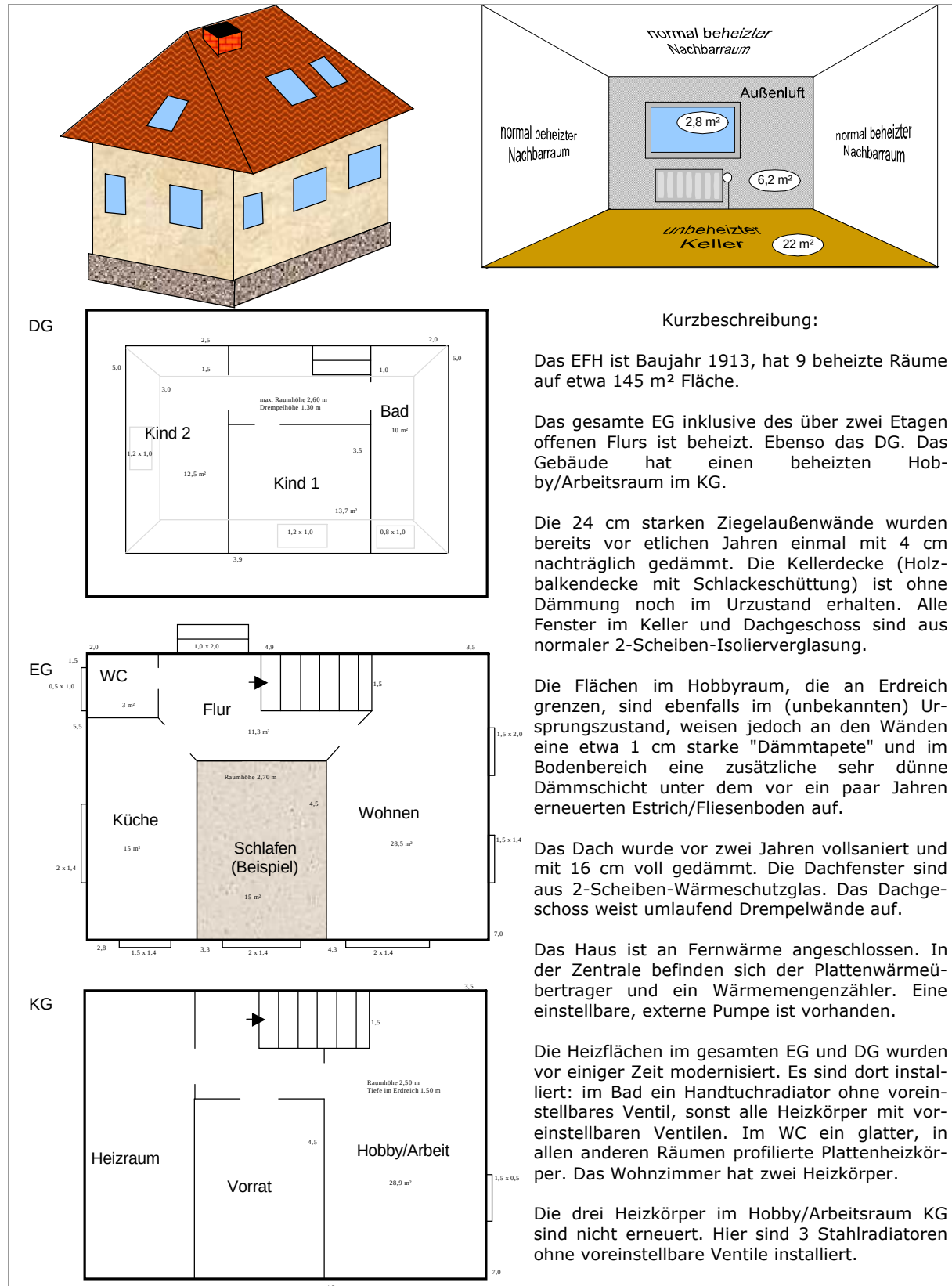
Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern										Handrechnung Optimierung (O) 5/5
O4: Druckerhöhung je nach Anlagentyp (bitte ankreuzen und ausfüllen)										
☐ Anlage Typ 1: - Sofern nicht vorhanden, neuen Schmutzfilter in der Zentrale installieren. - Differenzdruckregler nach der Zentrale netzseitig installieren. - Einstellwert: 50 mbar am Differenzdruckregler.		gewählter Typ (Hersteller, Fabrikat, DN):								
☐ Anlage Typ 2 Sofern nicht vorhanden, neuen Schmutzfilter in der Zentrale installieren.		Thermostatventil und Rohrnetz: 50 mbar Summe der Bauteildruckverluste nach T5: mbar Druckverluste des neuen Schmutzfilters, z.B. nach Bild III-11: mbar Einzustellende Druckdifferenz: mbar								
Liegt der notwendige Wert innerhalb des Einstellbereiches nach T2?		(ermittelt bei Gesamtanlagenvolumenstrom)								
☐ ja ☐ nein, berechneter Wert ist größer als die höchste einstellbare Druckdifferenz ☐ nein, berechneter Wert ist kleiner als die geringste einstellbare Druckdifferenz		Berechneten Wert einstellen. Größere Pumpe installieren und berechneten Wert einstellen Differenzdruckregler installieren und 50 mbar einstellen								
O5: Erklärung										
Die Anforderungen der §§ 3, 9, 10, 11 und 12 der EnEV an Heizungs-, Trinkwasser- und Lüftungsanlagen wurden eingehalten: ► § 3: Eine Berechnung der Anlagenaufwandszahl wurde nicht durchgeführt, da für Bestandsgebäude keine vollst. Rechenregeln vorliegen. ► § 9: Falls notwendig, wurde der Eigentümer über den vorgeschriebenen Kesselaustausch und die vorgeschrieb. Leitungsdämmung unterrichtet. ► § 10: Die Wartung und Instandhaltung der Anlagen erfolgt fachkundig. ► § 11: Sofern der Kessel ersetzt wurde, wurden die Anforderungen an die CE Kennzeichnung eingehalten. ► § 12: Die Regelung der Heizung und Trinkwasseranlage entspricht den gestellten Anforderungen. Ausgetauschte oder neue Leitungen und Speicher sind entsprechend der Verordnung gedämmt.										
Die Optimierung wurde durchgeführt von: Mit unserer Unterschrift bestätigen wir, dass die Anlage entsprechend des oben berechneten optimalen Parametern für Regelung und Hydraulik eingestellt zu haben. Die Auflagen der EnEV für Arbeiten an bestehenden Anlagen wurden eingehalten.										
Datum					Unterschrift					

Abschnitt O4: Je nach Anlagentyp 1 oder 2 werden Hinweise für die Optimierung der Druckdifferenz gegeben. Sofern noch kein Schmutzfilter installiert ist, muss einer nachgerüstet und auch dessen Druckverlust berücksichtigt werden.

Abschnitt O5: Der Tag und die an der Optimierung beteiligten Mitarbeiter werden eingetragen. Sie erklären mit Ihrer Unterschrift, dass Sie alle berechneten Einstellungen vor Ort umgesetzt haben und dass Sie die Anforderungen der EnEV erfüllen.

4 Beispielgebäude und -raum

Die Anwendung des Verfahrens wird an einem Beispielgebäude- bzw. an einem Beispielraum demonstriert. Das Bild gibt eine Übersicht über das Beispielhaus und zeigt auch den Beispielraum, das Schlafzimmer. Alle weiteren Daten folgen an passender Stelle.



5 Erkennen und Zuordnen von Bauteilen

Was ist Ziel?

Ziel ist es die Begrenzungsflächen eines Raumes vor Ort zu erkennen und unterschiedlichen Typen: "sehr gute" bis "sehr schlechte" Dämmwirkung zuzuordnen. Die Einstufung wird für das Ausfüllen des Formulars R, Abschnitt R2 benötigt.

Es werden nur Bauteile berücksichtigt, hinter denen eine deutlich andere Temperatur als in Raum herrscht, beispielsweise Außenflächen oder Flächen zu unbeheizten Keller- und Dachräumen.

Was wird benötigt?

- vor Ort ggf. ein Maßband oder Zollstock und ein gutes Augenmaß

Ablesen in Tabelle III - 1 bis Tabelle III - 4:

Typ		sehr schlecht	schlecht	normal	gut	sehr gut
U-Wert, in $[W/(m^2K)]$		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Außenwände	Alter	• bis 1948	• 1949 bis 1977	• 1978 bis 1994	• ab 1995 bis heute	• heute im Niedrigenergiehaus
	Art	• Vollziegel bis 38 cm • Fachwerk	• Vollziegel 38 ... 51 cm • Gitterziegel 24 cm • Bimshohlsteine	• Bimsvollsteine • Gitterziegel 36 cm	• Konstruktionen mit Dämmschichten	• Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	• Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	• Konstruktion mit 0 ... 2 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung
Transmissionsheizlast [W]		75 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	50 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	33 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	17 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	5 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$

Tabelle III - 1 Erkennen der Güte von Außenwänden

Typ		sehr schlecht	schlecht	normal	gut	sehr gut
U-Wert, in $[W/(m^2K)]$		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Decken und Dächer	Alter	• bis 1948	• 1949 bis 1958	• 1959 bis 1977	• 1978 bis 1983	• 1984 bis heute
	Art	• Stahlsteindecke • Stahlbetondecke • Steildach mit Ziegel und Putz	• Stahlbetonflachdach • Steildach mit Putz und Bimsvollsteinen zwischen Sparren	• Holzbalkendecke • Steildach verputzt mit Hebelithplatten	• Stahlbeton mit Schaumglas und Kiesschüttung	• Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	• Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	• Konstruktion mit 0 ... 2 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung
Transmissionsheizlast [W]		75 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	50 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	33 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	17 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	5 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$

Tabelle III - 2 Erkennen der Güte von Decken und Dächern

Typ		sehr schlecht	schlecht	normal	gut	sehr gut
U-Wert, in $[W/(m^2K)]$		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Böden und Kellerdecken	Alter		• vor 1918	• 1919 bis 1977	• 1978 bis heute	• heute im Niedrigenergiehaus
	Art	• Feldsteine • Stahlbeton • Stahlstein mit Gussasphalt	• gemauertes Gewölbe mit Dielen	• Holzbalkendecke • Stahlbeton mit Schlackeschüttung • Stahlbeton mit Trittschall und Estrich	• Konstruktionen mit Dämmschichten	• Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	• Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	• Konstruktion mit 0 ... 2 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion wie "normal" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung
Transmissionsheizlast $[W]$		44 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	30 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	20 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	10 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	3 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$

Tabelle III - 3 Erkennen der Güte von Böden und Kellerdecken

Typ		schlecht	normal	gut	sehr gut
U-Wert, in $[W/(m^2K)]$		5,5 ... 2,5	2,49 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7
Fenster und Türen	Alter	• vor 1977	• vor 1984	• 1984 bis heute	• heute im Niedrigenergie- und Passivhaus
	Art	• Einfachverglasung	• Doppelverglasung (Isolierverglasung)	• doppeltes Wärmeschutzglas	• dreifaches Wärmeschutzglas
Transmissionsheizlast $[W]$		140 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	75 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	50 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$	33 $[W/m^2] \cdot A[m^2]$

Tabelle III - 4 Erkennen der Güte von Fenstern

Ablesebeispiel:

Der Beispielraum (Schlafzimmer) hat 3 zu berücksichtigende Flächen: die Außenwand, das Außenfenster und den Fußboden zum unbeheizten Keller. Alle anderen Flächen grenzen an Räume mit gleicher oder ähnlicher Temperatur. Hier sind fast keine Wärmeflüsse zu erwarten, daher werden sie vernachlässigt.

- Die Außenwand wird als "normal" eingestuft, weil es sich um eine 24 cm dicke Vollziegelwand mit 4 cm nachträglicher Dämmung handelt.
- Die Kellerdecke – eine Holzbalkendecke mit Schlackeschüttung – wird als "normal" eingeschätzt
- Die Fenster aus doppeltem Isolierglas werden als "normal" eingestuft.

6 Transmission durch Bauteile

Was ist Ziel?

Ziel ist es, den Transmissionswärmeverlust durch die Bauteile an die Umgebung zu bestimmen. Die Werte werden in Abschnitt R2 des Formulars R benötigt.

Was wird benötigt?

- die Flächen in Quadratmeter $[m^2]$ für die einzelnen Begrenzungsbauteile eines Raumes, die an Außenluft grenzen aus Formular R, Abschnitt R2
- die Qualität der Bauteile "sehr schlecht" bis "sehr gut" aus Formular R, Abschnitt R2

Die Werte können mit dem Taschenrechner ermittelt werden. Dazu werden die in Tabelle III - 1 bis Tabelle III - 4 angegebenen Verluste je Quadratmeter mit der Fläche multipliziert.

Alternativ können Sie auch aus Bild III - 1 bis Bild III - 3 abgelesen werden. Abgelesen wird die Transmissionsheizlast für jedes Bauteil eines Raumes einzeln.

Hat ein Raum zwei Außenwände unterschiedlicher Wärmedämmqualität, müssen die beiden Flächen zusammengefasst berechnet werden. Es zählt dann die gesamte Fläche beider Wände sowie eine mittlere Wandgüte. Die Wandgüte wird gewichtet abgeschätzt oder es wird die schlechtere Rubrik gewählt.

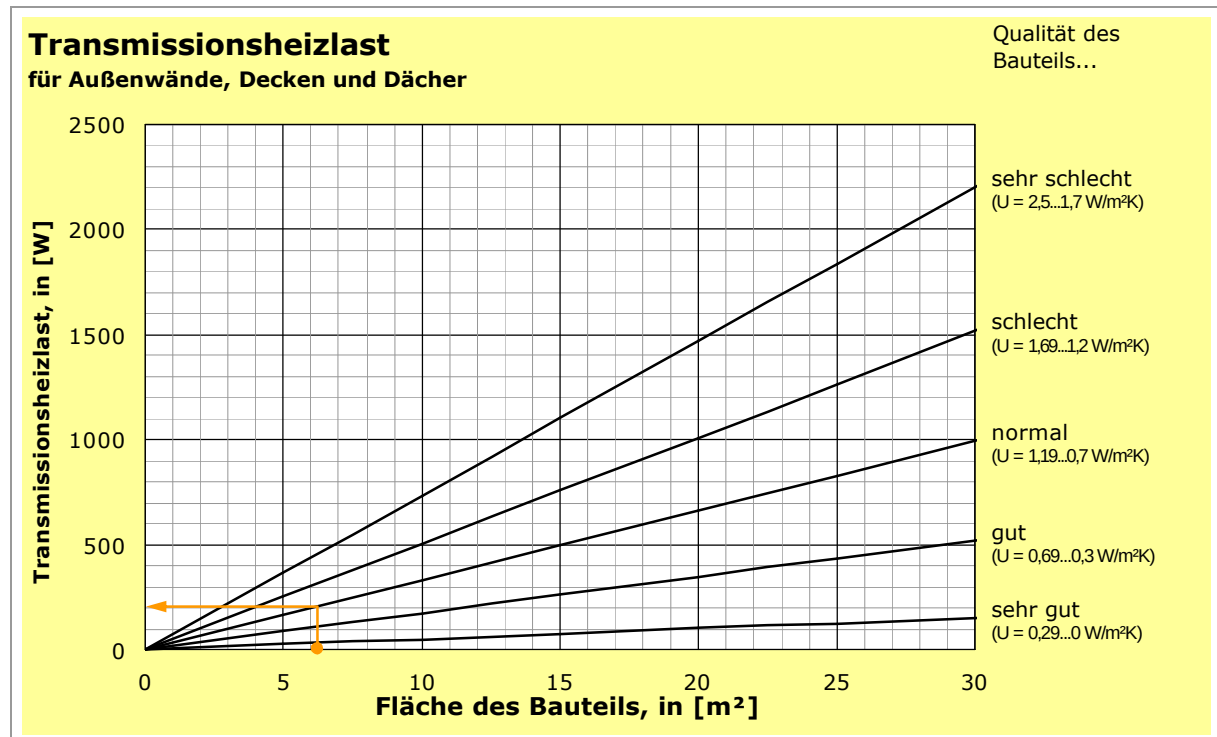


Bild III - 1 Transmissionsheizlast für Außenwände, Decken und Dächer

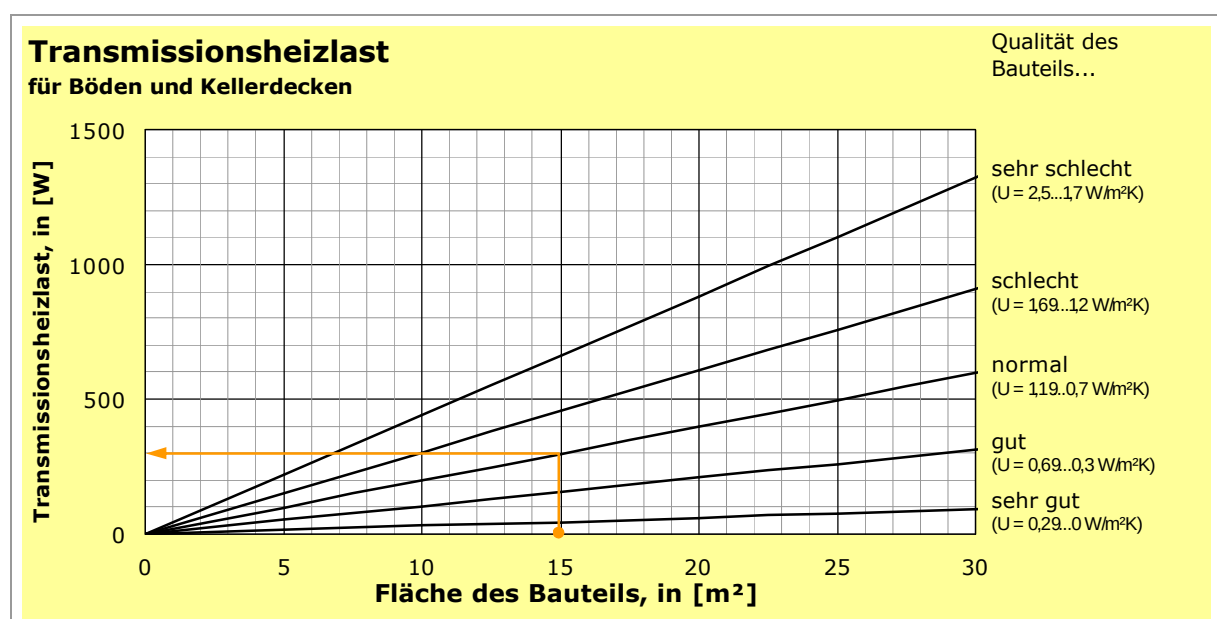


Bild III - 2 Transmissionsheizlast für Böden und Kellerdecken

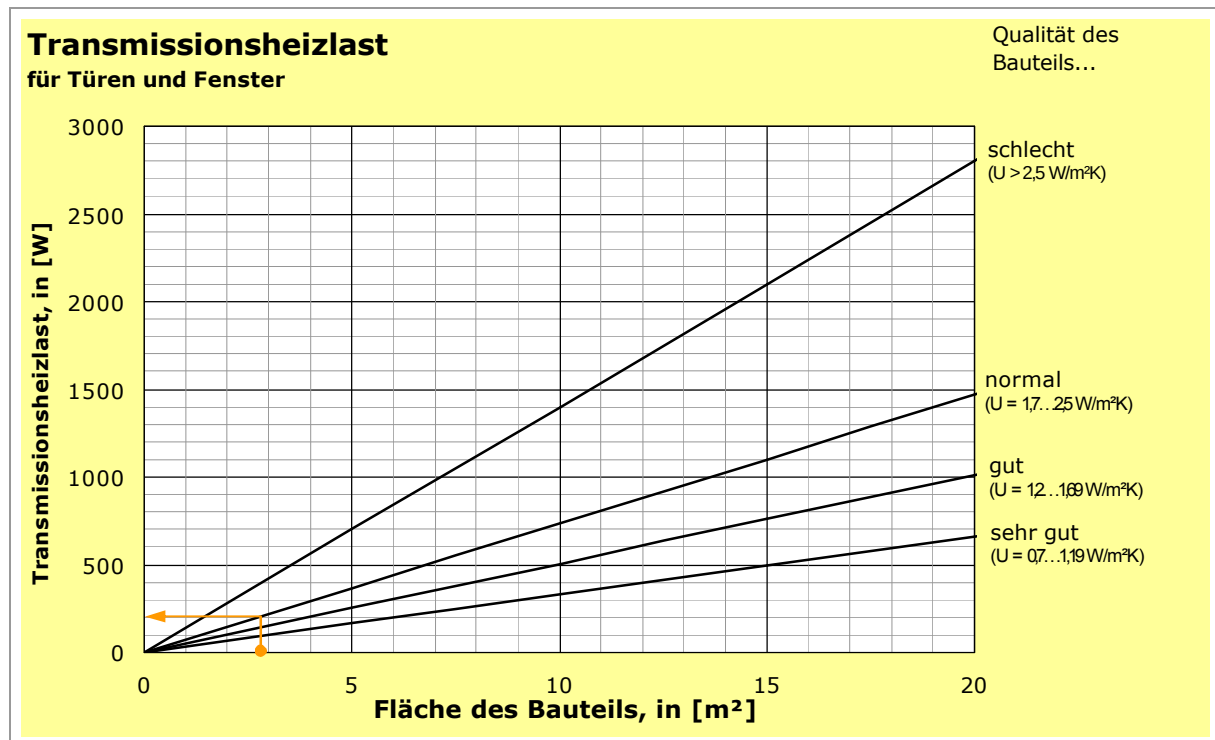


Bild III - 3 Transmissionsheizlast für Türen und Fenster

Ablese-/Rechenbeispiel:

- Für die 6,2 m² große Außenwand des Typs "normal" ergibt sich nach Bild III - 1 eine Transmissionsheizlast von etwa 200 W. Mit dem Taschenrechner erhält man: $6,2 \text{ m}^2 \times 17 \text{ W/m}^2 = 205 \text{ W}$
- Für die 2,8 m² große Fensterfläche des Typs "normal" sind es etwa 200 W nach Bild III - 3. Der Taschenrechner liefert: $2,8 \text{ m}^2 \times 75 \text{ W/m}^2 = 210 \text{ W}$
- Für den 15 m² großen Fußboden zum unbeheizten Keller des Typs "normal" ergibt sich nach Bild III - 2 und mit dem Taschenrechner eine Transmissionsheizlast von etwa 300 W mit dem Taschenrechner

7 Lüftung

Was ist Ziel?

Ziel ist es, die Lüftungsheizlast des Raumes zu bestimmen. Der Wert wird im Formular R, Abschnitt R2 für jeden Raum berechnet.

Es kommt hierbei auf zwei Dinge an: erstens wie dicht die Fenster sind und zweitens, ob eine Lüftungsanlage vorhanden ist. Sehr große Lüftungsverluste treten in von Rauchern benutzten Räumen und Zulufräumen (Wohnzimmer, Kinderzimmer, Schlafzimmer) bei Gebäuden mit Lüftungsanlagen auf.

In normalen Gebäuden ohne Lüftungsanlagen sind die Lüftungsverluste größer in Räumen mit undichten Fenstern (Einscheibenfenster) und geringer bei dichten Fenstern (Zwei- und Dreischeibenverglasung). Ablufträume in Gebäuden mit Lüftungsanlagen (Küchen, Flure, innenliegende Bäder und WCs) haben die geringsten Lüftungswärmeverluste. Bäder und WCs mit Außenfenster benötigen i.d.R. sehr viel höhere Luftwechsel und fallen damit in die Raumart: Zulufräum.

Was wird benötigt?

- vor Ort ein Blick auf die Fenster
- Wissen über die Lüftungsanlage – falls eine vorhanden ist
- die Grundfläche des Raumes in Quadratmeter [m²] aus Formular R, Abschnitt R2

Die Lüftungsheizlast wird alternativ mit dem Taschenrechner und Tabelle III - 5 berechnet oder aus Bild III - 4 abgelesen.

Typ	sehr hoch	hoch	normal	gering
Luftwechsel, in $[h^{-1}]$	1,0 ... 0,7	0,69 ... 0,6	0,59 ... 0,4	0,39 ... 0,1
Raumart	• Raucherräume • Zulufräume bei Lüftungsanlagen • WCs mit Außenfenstern	• normale Raumnutzung • undichte Fenster	• normale Raumnutzung • dichte Fenster	• Ablufträume bei Lüftungsanlagen
Lüftungsheizlast [W]	$32 [W/m^2] \cdot A_{\text{Grund}} [m^2]$	$23 [W/m^2] \cdot A_{\text{Grund}} [m^2]$	$17 [W/m^2] \cdot A_{\text{Grund}} [m^2]$	$8 [W/m^2] \cdot A_{\text{Grund}} [m^2]$

Tabelle III - 5 Lüftungsheizlast

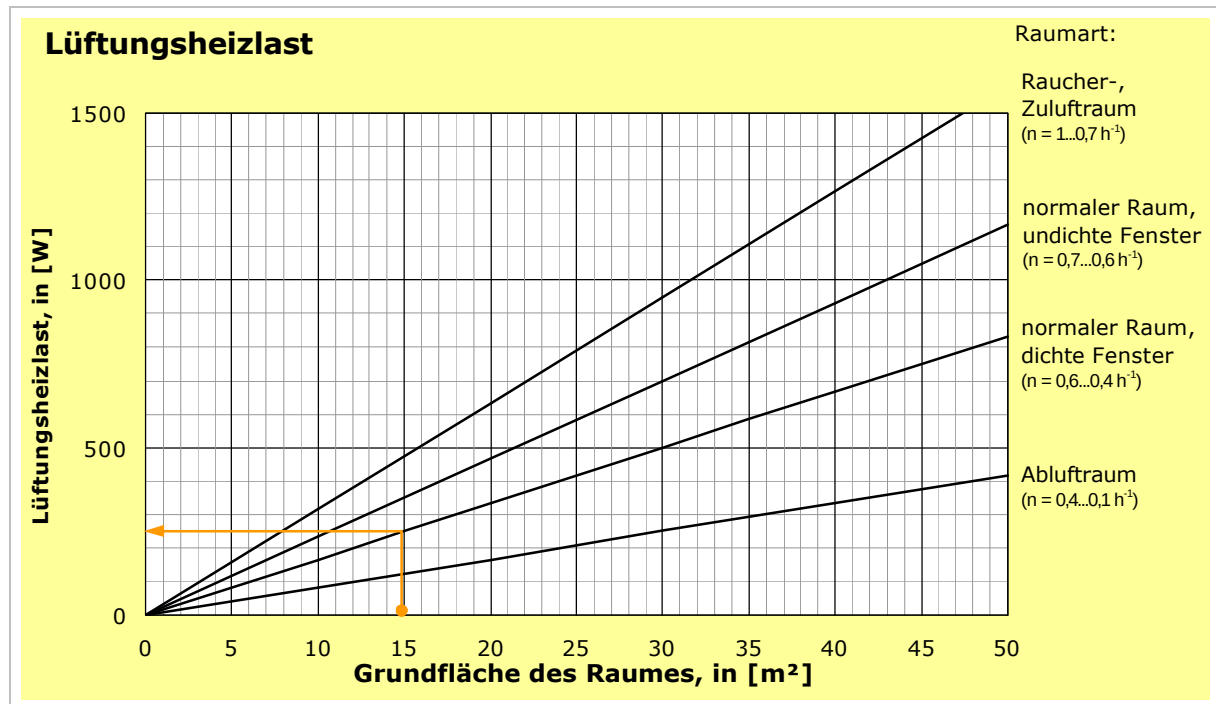


Bild III - 4 Lüftungsheizlast

Ablese-/Rechenbeispiel:

Für den 15 m^2 großen Raum mit "normal dichten Fenstern" in einem Haus ohne Lüftungsanlagen ergibt sich nach Bild III - 4 eine Lüftungsheizlast von etwa 250 W. Mit dem Taschenrechner und Tabelle III - 5 wird $15 m^2 \times 17 W/m^2 = 255 W$ berechnet.

8 Raumheizlast

Was ist Ziel?

Ziel ist es, die Heizlast eines Raumes zu bestimmen, die im Formular R, Abschnitt R3 benötigt wird. Die Raumheizlast ist die Summe aller Transmissions- und Lüftungsheizlasten eines Raumes.

Es kann zusätzlich (optional!) eine Korrektur für die minimale Außentemperatur erfolgen, um die Verluste an den echten Standort anzupassen. Orte, an denen es im Winter nicht so kalt ist, haben eine geringere Raumheizlast und umgekehrt. Ohne Korrektur wird die Berechnung mit einer Minimaltemperatur von $-14 ^\circ C$ durchgeführt.

Was wird benötigt?

- die Summe aller Einzelverluste für Transmission und Lüftung für einen Raum $\dot{Q}$ in Watt [W] aus Formular R, Abschnitt R3
- der Standort des Gebäudes

Die Umrechnung erfolgt mit den Gleichungen nach Tabelle III - 6.

$t_{a,min} =$	Orte	Umrechnung
- 18 °C	Fichtelberg, Garmisch-Partenkirchen, Mittelberg, Oberaudorf, Oberstdorf, Weihenstephan	$\dot{Q}_{Raum} [W] = 1,11 \cdot \Sigma \dot{Q} [W]$
- 16 °C	Bamberg, Bayreuth, Berchtesgaden, Brocken, Burghaslach, Chemnitz, Cottbus, Döberlug-Kirchhain, Donaueschingen, Erlangen, Frankfurt/Oder, Freudenstadt, Görlitz, Göttingen, Großer Inselberg, Gschwend, Heidenheim, Hof, Kalttenordheim, Kirchheim/Teck, Mittenwald, Mühldorf, München, Münsingen, Nördlingen, Nürnberg, Plauen, Regensburg, Rosenheim, Sonneberg, St. Blasien, Torgau, Trostberg, Tübingen, Villingen, Weiden, Wernigerode	$\dot{Q}_{Raum} [W] = 1,06 \cdot \Sigma \dot{Q} [W]$
- 14 °C	Angermünde, Artern, Augsburg, Bad Herrenalb, Bad Hersfeld, Bad Kissingen, Bad Kohlgrub, Bad Nauheim, Bad Salzungen, Badenweiler, Berlin, Birkenfeld, Blankenrath, Braunlage, Braunschweig, Brilon, Buchen, Clausthal, Coburg, Dresden, Erfurt, Gardelegen, Gera, Gilserberg, Grünow, Gütersloh, Halle, Hannover, Herchenhain, Hüll, Isny, Jena, Leipzig, Lindenberg, Magdeburg, Marnitz, Müncheberg, Neuglobsow, Neuruppin, Neustrelitz, Nürburg, Öhringen, Passau, Pommelsbrunn, Potsdam, Ravensburg, Rothenburg, Salzwedel, Ulm, Wahnsdorf, Wittenberg, Wittenberge, Witzhausen, Zehdenick	$\dot{Q}_{Raum} [W] = \Sigma \dot{Q} [W]$
- 12 °C	Aachen, Alzey, Bad Ems, Bad Kreuznach, Baden-Baden, Bergzabern, Boizenburg, Bremen, Darmstadt, Dillenburg, Dortmund, Elsdorf, Frankfurt/Main, Freiburg, Friedrichshafen, Geisenheim, Gelnhausen, Gießen, Goldberg, Greifswald, Hamburg, Hameln, Herford, Hilgenroth, Iserlohn, Karlsruhe, Kassel, Lüdenscheid, Mannheim, Münster, Neumünster, Neuwied, Pforzheim, Pirmasens, Saarbrücken, Schwerin, Stuttgart, Teterow, Trochelfingen, Ueckermünde, Waren, Weilburg, Wertheim, Wildbad-Sommerberg, Worms, Wuppertal, Würzburg	$\dot{Q}_{Raum} [W] = 0,94 \cdot \Sigma \dot{Q} [W]$
- 10 °C	Arkona, Aulendorf, Bensheim, Bernkastel, Boltenhagen, Bonn, Borkum, Bremerhaven, Cuxhaven, Duisburg, Düsseldorf, Emden, Essen, Heidelberg, Husum, Kiel, Kleve, Köln, Lingen, List auf Sylt, Lübeck, Neustadt, Norderney, Oldenburg, Putbus, Schleswig, St. Peter, Travemünde, Trier, Warne-münde, Wiesbaden	$\dot{Q}_{Raum} [W] = 0,89 \cdot \Sigma \dot{Q} [W]$

Tabelle III - 6 Mindestaußentemperaturen verschiedener Standorte

Ablese-/Rechenbeispiel:

Das Beispielhaus steht in der Nähe von Boizenburg. Dort gilt -12 °C als minimale Außentemperatur. Die unkorrigierte Raumheizlast $\Sigma \dot{Q} = (205 \text{ W} + 210 \text{ W} + 300 \text{ W} + 255 \text{ W}) = 970 \text{ W}$ wird nach korrigiert auf $\dot{Q}_{Raum} = 0,94 \times 970 \text{ W} = 912 \text{ W}$.

9 Heizkörperleistung

Was ist Ziel?

Vor Ort müssen die Abmessungen und der Typ des Heizkörpers bestimmt werden. Daraus kann später mit Hilfe der Tabellen die Normheizkörperleistung (nach Katalog bei 75/65/20 °C) bestimmt werden. Die abgelesenen Heizkörperleistungen werden in Formular C, Abschnitt C3 eingetragen.

Was wird benötigt?

- vor Ort ggf. ein Maßband oder Zollstock und ein gutes Augenmaß
- die Beschreibung der Heizkörper nach Formular V Abschnitt V1

Eine Zusammenstellung der Normwärmeleistung für verschiedene Heizkörper liefern Tabelle III - 7 bis **Fehler! Keine gültige Verknüpfung.**

Manchmal müssen Heizkörperleistungen aus alten Akten umgerechnet werden auf die neuen Bezugswerte. Die Umrechnung von der alten Normtemperatur 90/70°C auf die neue 75/65°C lautet:

$$\text{Neue Leistung (75/65°C)} = 0,838 \cdot \text{Alte Leistung (90/70°C)}$$

Normwärmeleistung senkrecht profilierter Flachheizkörper (Plattenheizkörper) nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W																				
Maße in mm	Bauhöhe 350					Bauhöhe 500					Bauhöhe 600					Bauhöhe 900				
	Typ					Typ					Typ					Typ				
Bau- länge	10	11	21	22	33	10	11	21	22	33	10	11	21	22	33	10	11	21	22	33
400	170	240	370	440	630	230	320	480	580	850	270	380	560	680	980	390	540	780	940	1330
500	220	300	460	550	780	290	400	610	730	1060	340	470	700	850	1230	490	670	980	1180	1660
600	260	360	550	660	940	350	480	730	880	1270	410	570	840	1020	1480	590	810	1180	1410	1990
700	310	420	640	770	1100	410	570	850	1020	1490	480	660	980	1190	1720	680	940	1370	1650	2320
800	350	480	730	880	1250	470	650	970	1170	1700	550	750	1120	1360	1970	780	1080	1570	1880	2650
900	390	540	820	990	1410	530	730	1090	1310	1910	610	850	1270	1520	2210	880	1210	1760	2120	2980
1000	440	610	920	1100	1570	590	810	1210	1460	2120	680	940	1410	1690	2460	980	1350	1960	2360	3320
1200	520	730	1100	1320	1880	700	970	1450	1750	2550	820	1130	1690	2030	2950	1170	1610	2350	2830	3980
1400	610	850	1280	1540	2190	820	1130	1700	2050	2970	960	1320	1970	2370	3450	1370	1880	2750	3300	4640
1600	700	970	1460	1760	2510	940	1290	1940	2340	3400	1090	1510	2250	2710	3940	1560	2150	3140	3770	5300
1800	780	1090	1650	1980	2820	1050	1450	2180	2630	3820	1230	1700	2530	3050	4430	1760	2420	3530	4240	5970
2000	870	1210	1830	2200	3130	1170	1620	2420	2920	4250	1370	1890	2810	3390	4920	1960	2690	3920	4710	6630
2300	1000	1390	2100	2530	3600	1350	1860	2790	3360	4890	1570	2170	3230	3900	5660	2250	3090	4510	5420	7620
2600	1130	1570	2380	2870	4070	1520	2100	3150	3800	5520	1780	2450	3660	4400	6400	2540	3500	5100	6120	8620
3000	1310	1820	2750	3310	4700	1760	2420	3640	4380	6370	2050	2830	4220	5080	7380	2930	4040	5880	7070	9950

Tabelle III - 7 Normleistung für senkrecht profilierte Flachheizkörper

Normwärmeleistung Stahlradiatoren nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W									
Maße in mm	Bauhöhe 300	Bauhöhe 450		Bauhöhe 600			Bauhöhe 1000		
	Bautiefe	Bautiefe		Bautiefe			Bautiefe		
Anzahl Glieder	250	160	220	110	160	220	110	160	220
1	60	60	80	60	80	100	90	120	150
5	290	280	380	280	380	480	460	590	770
6	350	340	450	330	450	580	550	710	920
7	410	390	530	390	530	670	640	830	1080
8	460	450	600	440	600	770	740	940	1230
9	520	500	680	500	680	860	830	1060	1390
10	580	560	750	550	750	960	920	1180	1540
11	640	620	830	610	830	1060	1010	1300	1690
12	700	670	900	660	900	1150	1100	1420	1850
13	750	730	980	720	980	1250	1200	1530	2000
14	810	780	1050	770	1050	1340	1290	1650	2160
15	870	840	1130	830	1130	1440	1380	1770	2310
16	930	900	1200	880	1200	1540	1470	1890	2460
17	990	950	1280	940	1280	1630	1560	2010	2620
18	1040	1010	1350	990	1350	1730	1660	2120	2770
19	1100	1060	1430	1050	1430	1820	1750	2240	2930
20	1160	1120	1500	1100	1500	1920	1840	2360	3080
21	1220	1180	1580	1160	1580	2020	1930	2480	3230
22	1280	1230	1650	1210	1650	2110	2020	2600	3390
23	1330	1290	1730	1270	1730	2210	2120	2710	3540
24	1390	1340	1800	1320	1800	2300	2210	2830	3700
25	1450	1400	1880	1380	1880	2400	2300	2950	3850
26	1510	1460	1950	1430	1950	2500	2390	3070	4000
27	1570	1510	2030	1490	2030	2590	2480	3190	4160
28	1620	1570	2100	1540	2100	2690	2580	3300	4310
29	1680	1620	2180	1600	2180	2780	2670	3420	4470
30	1740	1680	2250	1650	2250	2880	2760	3540	4620
31	1800	1740	2330	1710	2330	2980	2850	3660	4770
32	1860	1790	2400	1760	2400	3070	2940	3780	4930
33	1910	1850	2480	1820	2480	3170	3040	3890	5080
34	1970	1900	2550	1870	2550	3260	3130	4010	5240
35	2030	1960	2630	1930	2630	3360	3220	4130	5390
36	2090	2020	2700	1980	2700	3460	3310	4250	5540
37	2150	2070	2780	2040	2780	3550	3400	4370	5700
38	2200	2130	2850	2090	2850	3650	3500	4480	5850
39	2260	2180	2930	2150	2930	3740	3590	4600	6010
40	2320	2240	3000	2200	3000	3840	3680	4720	6160
41	2380	2300	3080	2260	3080	3940	3770	4840	6310
42	2440	2350	3150	2310	3150	4030	3860	4960	6470
43	2490	2410	3230	2370	3230	4130	3960	5070	6620
44	2550	2460	3300	2420	3300	4220	4050	5190	6780
45	2610	2520	3380	2480	3380	4320	4140	5310	6930

Tabelle III - 8 Normleistung für Stahlradiatoren

**Normwärmeleistung glattwandiger Flachheizkörper (Plattenheizkörper)
nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W**

Maße in mm	Bauhöhe 350					Bauhöhe 500					Bauhöhe 600					Bauhöhe 900				
	Typ					Typ					Typ					Typ				
	10	11	21	22	33	10	11	21	22	33	10	11	21	22	33	10	11	21	22	33
400	150	210	330	410	600	200	300	450	570	790	240	350	530	670	920	340	480	740	910	1290
500	180	270	410	510	740	250	370	560	720	990	290	430	660	840	1150	420	600	920	1130	1620
600	220	320	490	610	890	300	440	670	860	1190	350	520	790	1010	1380	510	720	1110	1360	1940
700	260	370	580	710	1040	350	520	790	1000	1390	410	610	920	1180	1610	590	840	1290	1590	2260
800	290	420	660	810	1190	400	590	900	1150	1580	470	700	1050	1350	1840	680	960	1470	1820	2590
900	330	480	740	920	1340	450	660	1010	1290	1780	530	780	1190	1510	2070	760	1080	1660	2040	2910
1000	370	530	820	1020	1490	500	740	1120	1430	1980	590	870	1320	1680	2300	850	1200	1840	2270	3230
1200	440	640	990	1220	1790	600	890	1350	1720	2380	710	1040	1580	2020	2760	1020	1440	2210	2720	3880
1400	520	740	1150	1430	2080	700	1030	1570	2000	2770	820	1220	1850	2360	3220	1190	1680	2580	3180	4520
1600	590	850	1320	1630	2380	800	1180	1800	2290	3170	940	1390	2110	2690	3680	1360	1920	2950	3630	5170
1800	660	960	1480	1830	2680	900	1330	2020	2580	3570	1060	1560	2370	3030	4150	1520	2160	3320	4080	5820
2000	740	1060	1650	2040	2980	1000	1480	2250	2860	3960	1180	1740	2640	3370	4610	1690	2400	3690	4540	6460
2300	850	1220	1890	2340	3420	1150	1700	2590	3290	4560	1350	2000	3030	3870	5300	1950	2760	4240	5220	7430
2600	960	1380	2140	2650	3870	1300	1920	2920	3720	5150	1530	2260	3430	4380	5990	2200	3120	4790	5900	8400
3000	1100	1590	2470	3050	4460	1500	2210	3370	4300	5940	1760	2610	3950	5050	6910	2540	3600	5530	6810	9700

Tabelle III - 9 Normleistung für glattwandige Flachheizkörper

**Normwärmeleistung Gussradiatoren
nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W**

Maße in mm	Bauhöhe 280	Bauhöhe 430				Bauhöhe 580				Bauhöhe 680	Bauhöhe 980		
	Bautiefe	Bautiefe				Bautiefe				Bautiefe	Bautiefe		
	250	70	110	160	220	70	110	160	220	160	70	160	220
1	70	40	50	70	90	50	70	100	120	110	80	150	200
5	350	210	270	350	460	260	350	480	610	560	420	770	980
6	410	250	320	420	550	310	410	570	730	670	500	920	1180
7	480	290	370	490	640	360	480	670	850	780	590	1080	1370
8	550	330	420	560	740	410	550	760	980	890	670	1230	1570
9	620	370	480	630	830	460	620	860	1100	1000	760	1390	1760
10	690	410	530	700	920	510	690	950	1220	1110	840	1540	1960
11	760	450	580	770	1010	560	760	1050	1340	1220	920	1690	2160
12	830	490	640	840	1100	610	830	1140	1460	1330	1010	1850	2350
13	900	530	690	910	1200	660	900	1240	1590	1440	1090	2000	2550
14	970	570	740	980	1290	710	970	1330	1710	1550	1180	2160	2740
15	1040	620	800	1050	1380	770	1040	1430	1830	1670	1260	2310	2940
16	1100	660	850	1120	1470	820	1100	1520	1950	1780	1340	2460	3140
17	1170	700	900	1190	1560	870	1170	1620	2070	1890	1430	2620	3330
18	1240	740	950	1260	1660	920	1240	1710	2200	2000	1510	2770	3530
19	1310	780	1010	1330	1750	970	1310	1810	2320	2110	1600	2930	3720
20	1380	820	1060	1400	1840	1020	1380	1900	2440	2220	1680	3080	3920
21	1450	860	1110	1470	1930	1070	1450	2000	2560	2330	1760	3230	4120
22	1520	900	1170	1540	2020	1120	1520	2090	2680	2440	1850	3390	4310
23	1590	940	1220	1610	2120	1170	1590	2190	2810	2550	1930	3540	4510
24	1660	980	1270	1680	2210	1220	1660	2280	2930	2660	2020	3700	4700
25	1730	1030	1330	1750	2300	1280	1730	2380	3050	2780	2100	3850	4900
26	1790	1070	1380	1820	2390	1330	1790	2470	3170	2890	2180	4000	5100
27	1860	1110	1430	1890	2480	1380	1860	2570	3290	3000	2270	4160	5290
28	1930	1150	1480	1960	2580	1430	1930	2660	3420	3110	2350	4310	5490
29	2000	1190	1540	2030	2670	1480	2000	2760	3540	3220	2440	4470	5680
30	2070	1230	1590	2100	2760	1530	2070	2850	3660	3330	2520	4620	5880
31	2140	1270	1640	2170	2850	1580	2140	2950	3780	3440	2600	4770	6080
32	2210	1310	1700	2240	2940	1630	2210	3040	3900	3550	2690	4930	6270
33	2280	1350	1750	2310	3040	1680	2280	3140	4030	3660	2770	5080	6470
34	2350	1390	1800	2380	3130	1730	2350	3230	4150	3770	2860	5240	6660
35	2420	1440	1860	2450	3220	1790	2420	3330	4270	3890	2940	5390	6860
36	2480	1480	1910	2520	3310	1840	2480	3420	4390	4000	3020	5540	7060
37	2550	1520	1960	2590	3400	1890	2550	3520	4510	4110	3110	5700	7250
38	2620	1560	2010	2660	3500	1940	2620	3610	4640	4220	3190	5850	7450
39	2690	1600	2070	2730	3590	1990	2690	3710	4760	4330	3280	6010	7640
40	2760	1640	2120	2800	3680	2040	2760	3800	4880	4440	3360	6160	7840
41	2830	1680	2170	2870	3770	2090	2830	3900	5000	4550	3440	6310	8040
42	2900	1720	2230	2940	3860	2140	2900	3990	5120	4660	3530	6470	8230
43	2970	1760	2280	3010	3960	2190	2970	4090	5250	4770	3610	6620	8430
44	3040	1800	2330	3080	4050	2240	3040	4180	5370	4880	3700	6780	8620
45	3110	1850	2390	3150	4140	2300	3110	4280	5490	5000	3780	6930	8820

Tabelle III - 10 Normleistung für Gussradiatoren

Normwärmeleistung Handtuchradiatoren nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W

Maße in mm	Bauhöhe 721	Bauhöhe 1098	Bauhöhe 1475	Bauhöhe 1852
Breite				
516	410	590	760	930
616	480	700	910	1110
766	600	860	1120	1370
1016	780	1130	1470	1800

Tabelle III - 11 Normleistung für Handtuchradiatoren

Normwärmeleistung Stahlröhrenradiatoren nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W

Maße in mm	Bauhöhe 190			Bauhöhe 260					Bauhöhe 300					Bauhöhe 400				
	Bautiefe			Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe				
	65	105	145	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225
Anzahl Glieder																		
1	10	20	30	20	30	30	40	50	20	30	40	50	60	30	40	50	60	80
5	70	100	130	100	130	170	210	240	110	160	200	240	290	140	210	260	320	380
6	80	120	160	110	160	200	250	280	130	190	240	290	340	170	250	310	380	450
7	100	140	180	130	180	230	290	330	150	220	280	340	400	200	290	360	450	530
8	110	160	210	150	210	260	340	380	180	250	320	380	460	220	330	420	510	600
9	130	180	230	170	230	300	380	420	200	280	360	430	510	250	370	470	580	680
10	140	200	260	190	260	330	420	470	220	310	400	480	570	280	410	520	640	750
11	150	220	290	210	290	360	460	520	240	340	440	530	630	310	450	570	700	830
12	170	240	310	230	310	400	500	560	260	370	480	580	680	340	490	620	770	900
13	180	260	340	250	340	430	550	610	290	400	520	620	740	360	530	680	830	980
14	200	280	360	270	360	460	590	660	310	430	560	670	800	390	570	730	900	1050
15	210	300	390	290	390	500	630	710	330	470	600	720	860	420	620	780	960	1130
16	220	320	420	300	420	530	670	750	350	500	640	770	910	450	660	830	1020	1200
17	240	340	440	320	440	560	710	800	370	530	680	820	970	480	700	880	1090	1280
18	250	360	470	340	470	590	760	850	400	560	720	860	1030	500	740	940	1150	1350
19	270	380	490	360	490	630	800	890	420	590	760	910	1080	530	780	990	1220	1430
20	280	400	520	380	520	660	840	940	440	620	800	960	1140	560	820	1040	1280	1500
21	290	420	550	400	550	690	880	990	460	650	840	1010	1200	590	860	1090	1340	1580
22	310	440	570	420	570	730	920	1030	480	680	880	1060	1250	620	900	1140	1410	1650
23	320	460	600	440	600	760	970	1080	510	710	920	1100	1310	640	940	1200	1470	1730
24	340	480	620	460	620	790	1010	1130	530	740	960	1150	1370	670	980	1250	1540	1800
25	350	500	650	480	650	830	1050	1180	550	780	1000	1200	1430	700	1030	1300	1600	1880
26	360	520	680	490	680	860	1090	1220	570	810	1040	1250	1480	730	1070	1350	1660	1950
27	380	540	700	510	700	890	1130	1270	590	840	1080	1300	1540	760	1110	1400	1730	2030
28	390	560	730	530	730	920	1180	1320	620	870	1120	1340	1600	780	1150	1460	1790	2100
29	410	580	750	550	750	960	1220	1360	640	900	1160	1390	1650	810	1190	1510	1860	2180
30	420	600	780	570	780	990	1260	1410	660	930	1200	1440	1710	840	1230	1560	1920	2250
31	430	620	810	590	810	1020	1300	1460	680	960	1240	1490	1770	870	1270	1610	1980	2330
32	450	640	830	610	830	1060	1340	1500	700	990	1280	1540	1820	900	1310	1660	2050	2400
33	460	660	860	630	860	1090	1390	1550	730	1020	1320	1580	1880	920	1350	1720	2110	2480
34	480	680	880	650	880	1120	1430	1600	750	1050	1360	1630	1940	950	1390	1770	2180	2550
35	490	700	910	670	910	1160	1470	1650	770	1090	1400	1680	2000	980	1440	1820	2240	2630
36	500	720	940	680	940	1190	1510	1690	790	1120	1440	1730	2050	1010	1480	1870	2300	2700
37	520	740	960	700	960	1220	1550	1740	810	1150	1480	1780	2110	1040	1520	1920	2370	2780
38	530	760	990	720	990	1250	1600	1790	840	1180	1520	1820	2170	1060	1560	1980	2430	2850
39	550	780	1010	740	1010	1290	1640	1830	860	1210	1560	1870	2220	1090	1600	2030	2500	2930
40	560	800	1040	760	1040	1320	1680	1880	880	1240	1600	1920	2280	1120	1640	2080	2560	3000
41	570	820	1070	780	1070	1350	1720	1930	900	1270	1640	1970	2340	1150	1680	2130	2620	3080
42	590	840	1090	800	1090	1390	1760	1970	920	1300	1680	2020	2390	1180	1720	2180	2690	3150
43	600	860	1120	820	1120	1420	1810	2020	950	1330	1720	2060	2450	1200	1760	2240	2750	3230
44	620	880	1140	840	1140	1450	1850	2070	970	1360	1760	2110	2510	1230	1800	2290	2820	3300
45	630	900	1170	860	1170	1490	1890	2120	990	1400	1800	2160	2570	1260	1850	2340	2880	3380

Tabelle III - 12 Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Beginn)

Normwärmeleistung Stahlröhrenradiatoren nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W

Maße in mm	Bauhöhe 500					Bauhöhe 600					Bauhöhe 750					Bauhöhe 900				
	Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe				
Anzahl Glieder	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225
1	40	50	70	80	90	40	60	80	100	110	60	80	100	120	140	70	90	110	140	160
5	190	260	330	400	470	220	300	390	480	570	280	380	480	590	690	340	450	560	690	820
6	220	310	390	480	560	260	360	460	570	680	330	450	570	700	820	400	530	670	830	980
7	260	360	460	560	660	310	420	540	670	790	390	530	670	820	960	470	620	780	970	1140
8	300	410	520	640	750	350	480	620	760	900	440	600	760	940	1100	540	710	900	1100	1300
9	330	460	590	720	850	400	540	690	860	1020	500	680	860	1050	1230	600	800	1010	1240	1470
10	370	510	650	800	940	440	600	770	950	1130	550	750	950	1170	1370	670	890	1120	1380	1630
11	410	560	720	880	1030	480	660	850	1050	1240	610	830	1050	1290	1510	740	980	1230	1520	1790
12	440	610	780	960	1130	530	720	920	1140	1360	660	900	1140	1400	1640	800	1070	1340	1660	1960
13	480	660	850	1040	1220	570	780	1000	1240	1470	720	980	1240	1520	1780	870	1160	1460	1790	2120
14	520	710	910	1120	1320	620	840	1080	1330	1580	770	1050	1330	1640	1920	940	1250	1570	1930	2280
15	560	770	980	1200	1410	660	900	1160	1430	1700	830	1130	1430	1760	2060	1010	1340	1680	2070	2450
16	590	820	1040	1280	1500	700	960	1230	1520	1810	880	1200	1520	1870	2190	1070	1420	1790	2210	2610
17	630	870	1110	1360	1600	750	1020	1310	1620	1920	940	1280	1620	1990	2330	1140	1510	1900	2350	2770
18	670	920	1170	1440	1690	790	1080	1390	1710	2030	990	1350	1710	2110	2470	1210	1600	2020	2480	2930
19	700	970	1240	1520	1790	840	1140	1460	1810	2150	1050	1430	1810	2220	2600	1270	1690	2130	2620	3100
20	740	1020	1300	1600	1880	880	1200	1540	1900	2260	1100	1500	1900	2340	2740	1340	1780	2240	2760	3260
21	780	1070	1370	1680	1970	920	1260	1620	2000	2370	1160	1580	2000	2460	2880	1410	1870	2350	2900	3420
22	810	1120	1430	1760	2070	970	1320	1690	2090	2490	1210	1650	2090	2570	3010	1470	1960	2460	3040	3590
23	850	1170	1500	1840	2160	1010	1380	1770	2190	2600	1270	1730	2190	2690	3150	1540	2050	2580	3170	3750
24	890	1220	1560	1920	2260	1060	1440	1850	2280	2710	1320	1800	2280	2810	3290	1610	2140	2690	3310	3910
25	930	1280	1630	2000	2350	1100	1500	1930	2380	2830	1380	1880	2380	2930	3430	1680	2230	2800	3450	4080
26	960	1330	1690	2080	2440	1140	1560	2000	2470	2940	1430	1950	2470	3040	3560	1740	2310	2910	3590	4240
27	1000	1380	1760	2160	2540	1190	1620	2080	2570	3050	1490	2030	2570	3160	3700	1810	2400	3020	3730	4400
28	1040	1430	1820	2240	2630	1230	1680	2160	2660	3160	1540	2100	2660	3280	3840	1880	2490	3140	3860	4560
29	1070	1480	1890	2320	2730	1280	1740	2230	2760	3280	1600	2180	2760	3390	3970	1940	2580	3250	4000	4730
30	1110	1530	1950	2400	2820	1320	1800	2310	2850	3390	1650	2250	2850	3510	4110	2010	2670	3360	4140	4890
35	1300	1790	2280	2800	3290	1540	2100	2700	3330	3960	1930	2630	3330	4100	4800	2350	3120	3920	4830	5710
40	1480	2040	2600	3200	3760	1760	2400	3080	3800	4520	2200	3000	3800	4680	5480	2680	3560	4480	5520	6520
45	1670	2300	2930	3600	4230	1980	2700	3470	4280	5090	2480	3380	4280	5270	6170	3020	4010	5040	6210	7340

Fehler! Keine gültige Verknüpfung. Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Fortsetzung)

Normwärmeleistung Stahlröhrenradiatoren nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W

Maße in mm	Bauhöhe 1000					Bauhöhe 1200					Bauhöhe 1500					Bauhöhe 2000				
	Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe					Bautiefe				
Anzahl Glieder	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225	65	105	145	185	225
1	70	100	120	150	180	90	120	150	180	210	110	140	180	220	250	140	190	240	280	330
5	370	490	620	760	900	430	580	740	900	1050	530	720	900	1080	1250	700	950	1190	1410	1650
6	440	590	740	910	1080	520	700	880	1070	1250	640	860	1080	1290	1500	840	1130	1420	1690	1980
7	510	690	870	1060	1260	600	810	1030	1250	1460	740	1000	1260	1510	1750	980	1320	1660	1970	2310
8	580	780	990	1210	1440	690	930	1180	1430	1670	850	1140	1440	1720	2000	1120	1510	1900	2260	2640
9	660	880	1120	1360	1620	770	1040	1320	1610	1880	950	1290	1620	1940	2250	1260	1700	2130	2540	2970
10	730	980	1240	1510	1800	860	1160	1470	1790	2090	1060	1430	1800	2150	2500	1400	1890	2370	2820	3300
11	800	1080	1360	1660	1980	950	1280	1620	1970	2300	1170	1570	1980	2370	2750	1540	2080	2610	3100	3630
12	880	1180	1490	1810	2160	1030	1390	1760	2150	2510	1270	1720	2160	2580	3000	1680	2270	2840	3380	3960
13	950	1270	1610	1960	2340	1120	1510	1910	2330	2720	1380	1860	2340	2800	3250	1820	2460	3080	3670	4290
14	1020	1370	1740	2110	2520	1200	1620	2060	2510	2930	1480	2000	2520	3010	3500	1960	2650	3320	3950	4620
15	1100	1470	1860	2270	2700	1290	1740	2210	2690	3140	1590	2150	2700	3230	3750	2100	2840	3560	4230	4950
16	1170	1570	1980	2420	2880	1380	1860	2350	2860	3340	1700	2290	2880	3440	4000	2240	3020	3790	4510	5280
17	1240	1670	2110	2570	3060	1460	1970	2500	3040	3550	1800	2430	3060	3660	4250	2380	3210	4030	4790	5610
18	1310	1760	2230	2720	3240	1550	2090	2650	3220	3760	1910	2570	3240	3870	4500	2520	3400	4270	5080	5940
19	1390	1860	2360	2870	3420	1630	2200	2790	3400	3970	2010	2720	3420	4090	4750	2660	3590	4500	5360	6270
20	1460	1960	2480	3020	3600	1720	2320	2940	3580	4180	2120	2860	3600	4300	5000	2800	3780	4740	5640	6600
21	1530	2060	2600	3170	3780	1810	2440	3090	3760	4390	2230	3000	3780	4520	5250	2940	3970	4980	5920	6930
22	1610	2160	2730	3320	3960	1890	2550	3230	3940	4600	2330	3150	3960	4730	5500	3080	4160	5210	6200	7260
23	1680	2250	2850	3470	4140	1980	2670	3380	4120	4810	2440	3290	4140	4950	5750	3220	4350	5450	6490	7590
24	1750	2350	2980	3620	4320	2060	2780	3530	4300	5020	2540	3430	4320	5160	6000	3360	4540	5690	6770	7920
25	1830	2450	3100	3780	4500	2150	2900	3680	4480	5230	2650	3580	4500	5380	6250	3500	4730	5930	7050	8250
30	2190	2940	3720	4530	5400	2580	3480	4410	5370	6270	3180	4290	5400	6450	7500	4200	5670	7110	8460	9900

Fehler! Keine gültige Verknüpfung. Normleistung für Stahlröhrenradiatoren (Ende)

Ablesebeispiel:

Der Beispielraum weist einen profilierten Plattenheizkörper Typ 21, Höhe 500 mm, Länge 1200 mm auf. Tabelle III - 7 gibt eine Normheizkörperleistung von 1450 W an.

10 Notwendige Übertemperatur

Was ist Ziel?

Für jeden Raum soll die notwendige Übertemperatur ($\approx$ mittlere Heizkörpertemperatur) bestimmt werden. Dies hilft anschließend dabei, zu entscheiden, welcher Heizkörper am knappsten dimensioniert ist. Die abgelesenen oder berechneten Übertemperaturen sowie die Zwischenergebnisse werden in Formular V, Abschnitt V4 eingetragen.

Was wird benötigt?

- die Raumheizlast in Watt [W] nach Formular R, Abschnitt R3
- die Summe aller Heizkörperrnormleistungen für einen Raum in Watt [W] nach Formular V, Abschnitt V3

Die Berechnung der Übertemperatur erfolgt durch Ablesen aus Bild III - 5 oder per Taschenrechner nach nachfolgender Gleichung. Der Exponent "0,77" ergibt sich aus dem typischen Heizkörporexponenten 1,3. Er ist der Kehrwert desselben.

$$\text{Übertemperatur [K]} = 50 \text{ [K]} \cdot \left(\frac{\text{Raumheizlast [W]}}{\text{Summe Heizkörperleistung [W]}} \right)^{0,77}$$

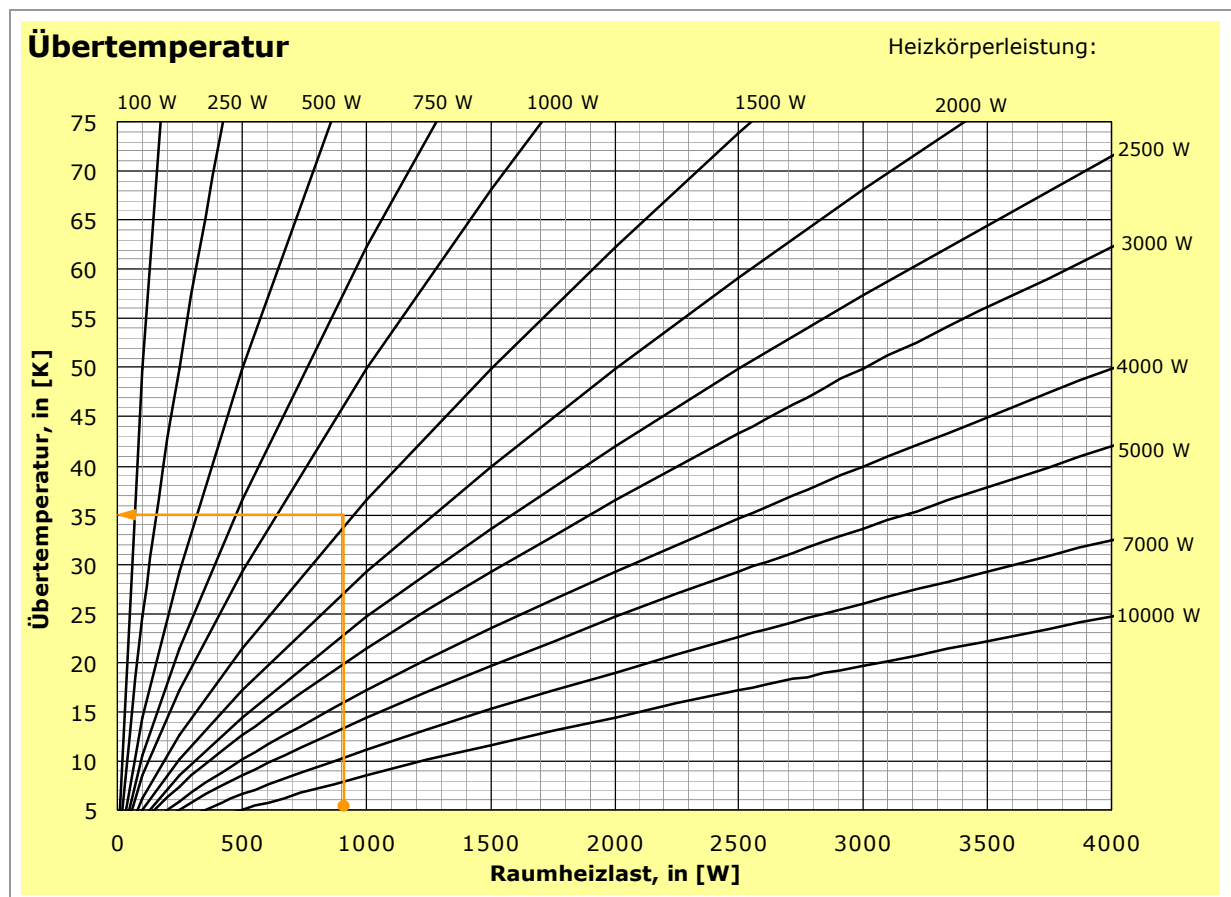


Bild III - 5 Übertemperatur

Ablese-/Rechenbeispiel:

Der Raum hat eine Raumheizlast von etwas über 900 W und einen Heizkörper mit einer Normheizkörperleistung von 1450 W. Es ergibt sich eine aus Bild III - 5 abgelesene Übertemperatur von etwa 35 K.

Auch die Berechnung der Taschenrechner ergibt: $50 \text{ K} \times (912/1450)^{0,77} = 35 \text{ K}$.

11 Vorlauftemperatur

Was ist Ziel?

Der Heizkörper, der die größte Übertemperatur hat, braucht die höchste mittlere Heizkörpertemperatur. Er ist – verglichen mit der Raumheizlast – am knappsten dimensioniert. Dieser Heizkörper bestimmt die Vorlauftemperatur. Die größte aller Übertemperaturen wird in Formular O, Abschnitt O1 ermittelt.

Die Vorlauftemperatur wird etwa 3 ... 6 °C oberhalb der höchsten notwendigen Heizkörpertemperatur gewählt. Damit ergibt sich an diesem ungünstigsten Heizkörper eine Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf von 7 ... 12 K. Alle anderen Heizkörper haben bei gleicher Vorlauftemperatur geringere Rücklauftemperaturen und damit größere Spreizungen.

Ist die Vorlauftemperatur fest vorgegeben – z.B. in einem direkt mit Fernwärme versorgten Gebäude, dann muss die vorgegebene Temperatur verwendet werden.

Die gewählte Vorlauftemperatur wird in Formular O, Abschnitt O1 (unten) vermerkt.

Was wird benötigt?

- die größte aller vorher abgelesenen Übertemperaturen im Gebäude in Kelvin [K] nach Formular O, Abschnitt O1.

Die Vorlauftemperatur wird in Bild III - 6 abgelesen. Es ist ein Wertebereich angegeben, in dem die Vorlauftemperatur liegen soll. Es ist sinnvoll auf ganze 5 °C abzulesen bzw. im Zweifelsfall nach oben zu runden. Die sich ergebenden Werte können meist sowieso nicht so genau an der Vorlauftemperaturregelung eingestellt werden.

Alternativ kann die nachfolgende Gleichung verwendet werden:

$$\text{Vorlauftemperatur [°C]} = \text{Übertemperatur [K]} + 24 \dots 27 \text{ [K]}$$

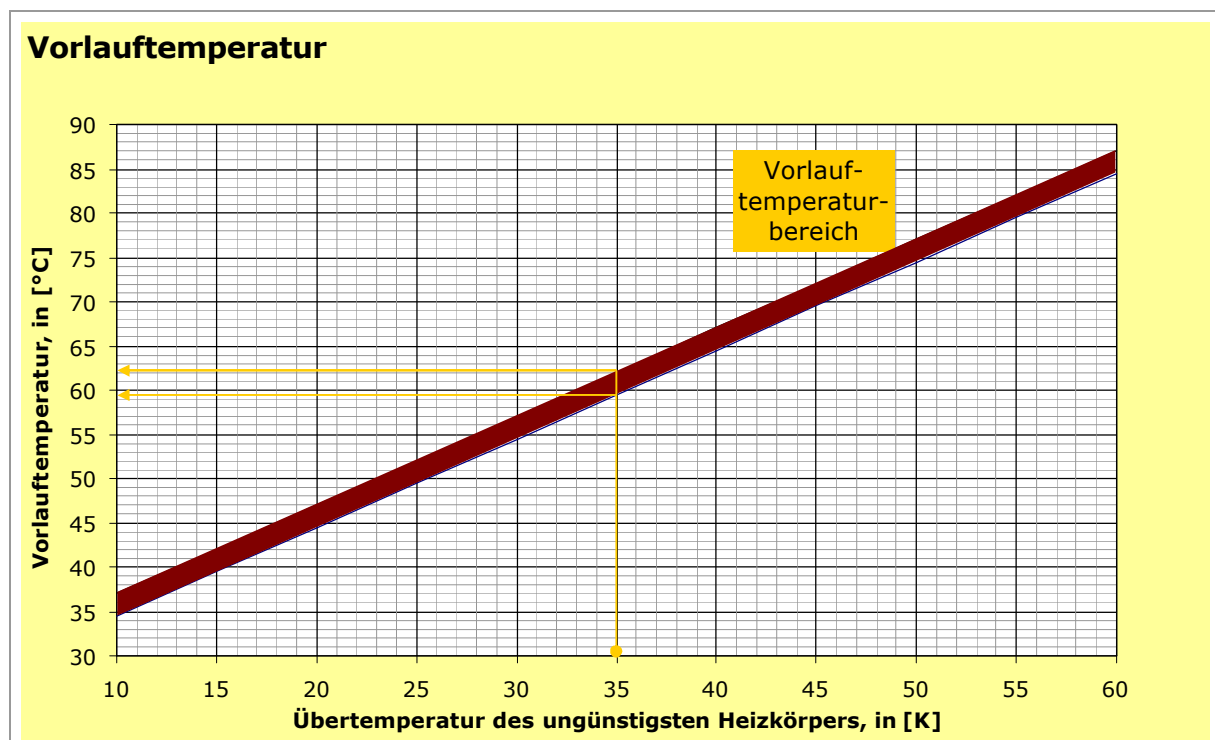


Bild III - 6 Vorlauftemperatur

Ablese-/Rechenbeispiel:

Der Beispielraum soll der ungünstigste Raum sein, d.h. er ist der mit der höchsten Übertemperatur. Er benötigt eine Übertemperatur von 35 K (die anderen 8 Räume benötigen Übertemperaturen unter 35 K).

Es ergibt sich eine Vorlauftemperatur im Bereich von 59 ... 62 °C. Gewählt wird hier 60 °C, weil man dies später gut am Regler einstellen kann.

12 Volumenstrom je Raum

Was ist Ziel?

Ziel ist, den Volumenstrom je Raum zu bestimmen, der sich bei der gewählten Vorlauftemperatur ergibt. Dieser Volumenstrom muss später ggf. noch auf mehrere Heizkörper eines Raumes aufgeteilt werden.

Zunächst wird in Formular O, Abschnitt O2 die Spreizung bestimmt, die sich an allen Heizkörpern eines Raumes einstellt. Daraus ergibt sich der Gesamtvolumenstrom, der ebenfalls in Formular O, Abschnitt O2 eingetragen wird.

Was wird benötigt?

- die für alle Heizkörper gewählte Vorlauftemperatur in Grad Celsius [°C] nach Formular O, Abschnitt O1
- die benötigte Übertemperatur für jeden Heizkörper in Kelvin [K] nach Formular V, Abschnitt V4
- die Heizlast für den Raum in Watt [W] nach Formular R, Abschnitt R3

Aus Bild III - 7 wird zunächst mit Hilfe der Übertemperatur des Heizkörpers und der gewählten Vorlauftemperatur die Spreizung bestimmt.

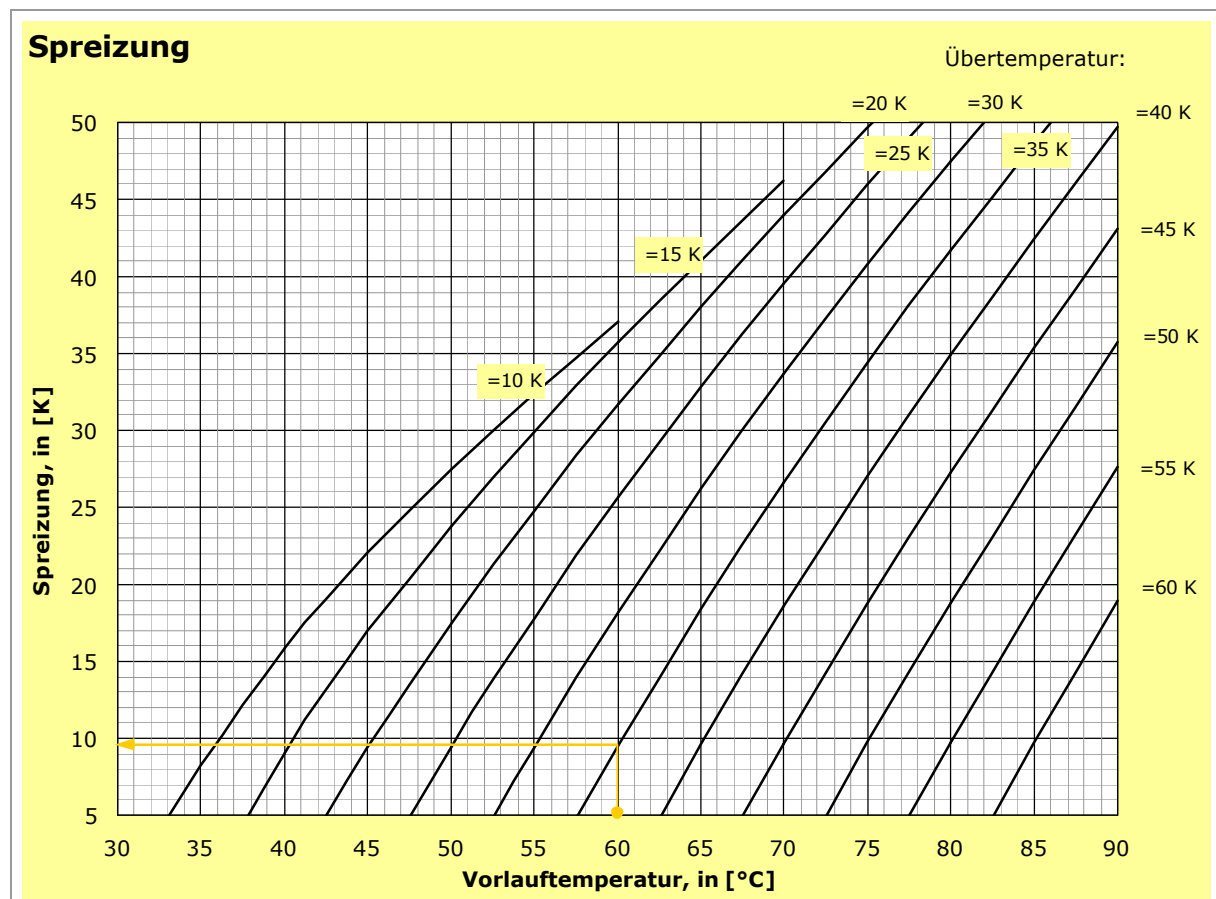


Bild III - 7 Spreizung

Alternativ kann nachfolgende Näherungsgleichung verwendet werden, wobei die Rechnung mit dem Taschenrechner recht aufwändig ist.

$$\text{Spreizung [K]} = 3 \cdot \text{Übertemperatur [K]} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot (\text{Vorlauftemperatur [°C]} - \text{Übertemperatur [K]} - 20[\text{°C}])}{3 \cdot \text{Übertemperatur [K]}}} \right)$$

Wenn die Spreizung bekannt ist, wird daraus mit Bild III - 8 oder mit nachfolgender Gleichung der Gesamtvolumenstrom bestimmt. Hierzu ist zusätzlich die Raumheizlast zu verwenden.

$$\text{Volumenstrom } [\text{l/h}] = 0,86 [\text{l}^{\text{K}}/\text{Wh}] \cdot \frac{\text{Raumheizlast [W]}}{\text{Spreizung [K]}}$$

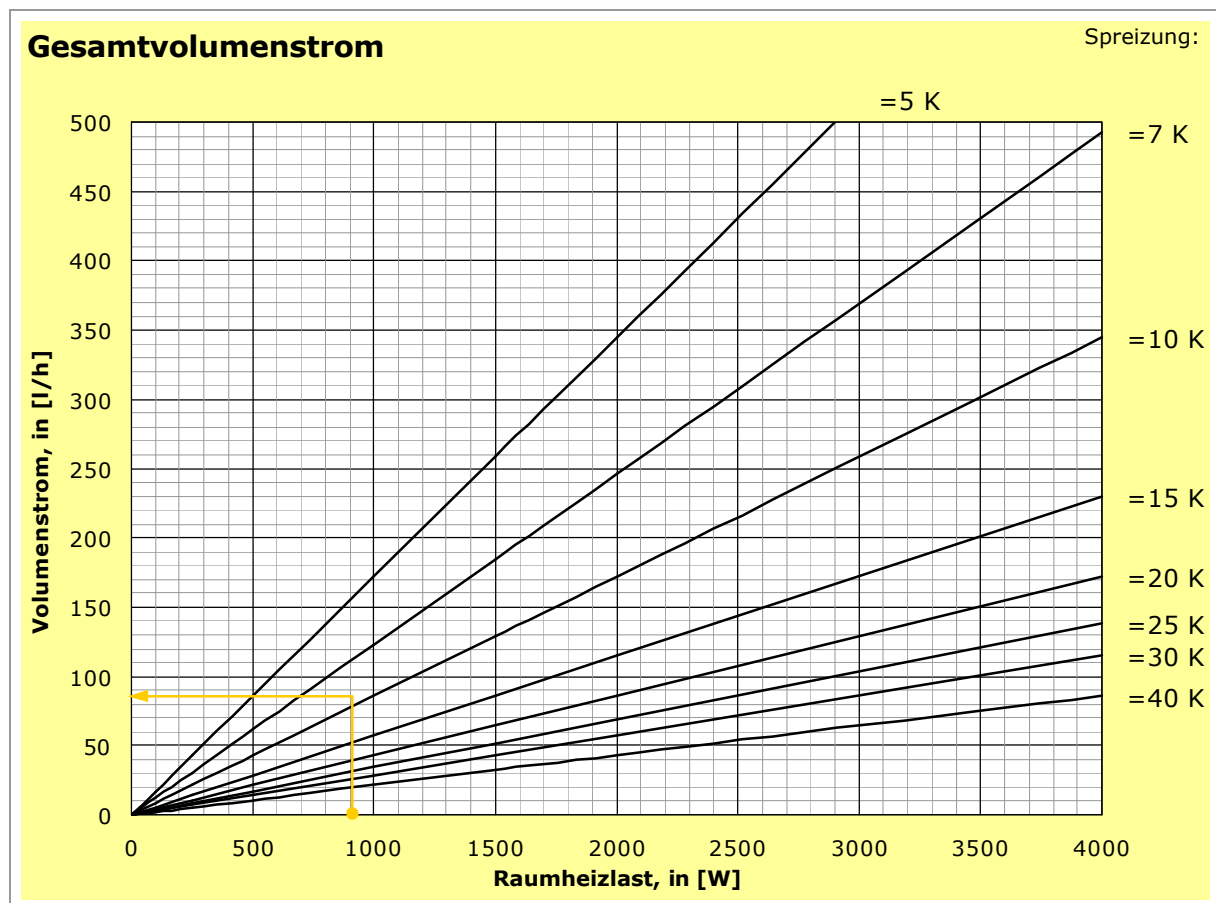


Bild III - 8 Volumenstrom

Ablese-/Rechenbeispiel:

Der Beispielraum benötigt eine Übertemperatur des Heizkörpers von 35 K. Die gewählte Vorlauftemperatur beträgt 60 °C. Aus Bild III - 7 ist eine Spreizung von 9 K abzulesen. Die Rechnung mit dem Taschenrechner ergibt:

$$\begin{aligned} \text{Spreizung [K]} &= 3 \cdot \text{Übertemperatur [K]} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot (\text{Vorlauftemperatur [°C]} - \text{Übertemperatur [K]} - 20[\text{°C}])}{3 \cdot \text{Übertemperatur [K]}}} \right) \\ &= 3 \cdot 35 \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot (60 - 35 - 20)}{3 \cdot 35}} \right) \\ &= 105 \cdot (-1 + \sqrt{1190}) \\ &= 105 \cdot (-1 + 1091) \\ &= 9,5 \end{aligned}$$

Der Raum hat eine Heizlast von 912 W. Mit der berechneten Spreizung von 9,5 K wird aus Bild III - 8 ein Volumenstrom von etwa 85 l/h abgelesen. Die Rechnung mit dem Taschenrechner ergibt: $0,86 \times (912/9,5) = 83 \text{ l/h}$.

13 Volumenstrom je Heizkörper

Was ist Ziel?

Ziel ist, aus dem Volumenstrom eines Raumes den Volumenstrom je Heizkörper zu bestimmen. Ist nur ein Heizkörper vorhanden, fließt der gesamte für einen Raum berechnete Volumenstrom durch diesen einen Heizkörper.

Sind aber mehrere Heizkörper vorhanden, ist der Volumenstrom auf diese zu verteilen. Mit dem Volumenstrom je Heizkörper wird später das Ventil ausgesucht und/oder eingestellt.

Die Aufteilung des Volumenstroms auf die Heizkörper erfordert die Berechnung von Zwischengrößen. Zunächst wird Formular V, Abschnitt V5 ausgefüllt. Hier wird der Leistungsanteil eines Heizkörpers an der Gesamtleistung aller Heizkörper bestimmt. Ist nur ein Heizkörper vorhanden, ist dessen Leistungsanteil "1". Sind es mehrere, trägt jeder Heizkörper nur einen Teil zur Deckung der Raumheizlast bei.

Anschließend wird in Formular O, Abschnitt O3 mit dem berechneten Leistungsanteil der Gesamtvolumenstrom eines Raumes auf die einzelnen Heizkörper aufgeteilt.

Was wird benötigt?

- die Heizkörperleistung in Watt [W] nach Formular V, Abschnitt V3
- die Summe aller Heizkörperleistungen eines Raumes in Watt [W] nach Formular V, Abschnitt V4
- der Gesamtvolumenstrom je Raum in Litern pro Stunde [l/h] aus Formular O, Abschnitt O2

Der Leistungsanteil eines Heizkörper in einem Raum wird berechnet nach folgender Gleichung:

$$\text{Leistungsanteil [-]} = \frac{\text{Heizkörperleistung eines Heizkörpers [W]}}{\text{Summe Heizkörperleistungen in diesem Raum [W]}}$$

Der Volumenstrom eines Heizkörpers kann mit dem Leistungsanteil und dem Gesamtvolumenstrom bestimmt werden:

$$\text{Volumenstrom je Heizkörper [l/h]} = \text{Gesamtvolumenstrom im Raum [l/h]} \cdot \text{Leistungsanteil [-]}$$

Rechenbeispiel:

Im Schlafzimmer ist nur ein Heizkörper vorhanden, dessen Leistungsanteil also "1" beträgt. Der gesamte berechnete Volumenstrom von 83 l/h fließt durch diesen Heizkörper.

Zur Demonstration der Vorgehensweise muss ein anderer Raum, der mindestens zwei Heizkörper hat, herangezogen werden. Als Beispiel soll das Wohnzimmer dienen, es hat einen Heizkörper mit 1940 W und einen zweiten mit 1700 W Normleistung. Der berechnete Gesamtvolumenstrom durch beide Heizkörper beträgt 112 l/h.

Die Leistungsanteile der beiden Heizkörper betragen:

$$\text{Leistungsanteil 1 [-]} = \frac{1940 \text{ [W]}}{1940 + 1700 \text{ [W]}} = 0,53$$

$$\text{Leistungsanteil 2 [-]} = \frac{1700 \text{ [W]}}{1940 + 1700 \text{ [W]}} = 0,47$$

Die Volumenströme durch die beiden Heizkörper betragen:

$$\begin{aligned} \text{Volumenstrom Heizkörper 1 [l/h]} &= 112 \text{ [l/h]} \cdot 0,53 \text{ [-]} \\ &= 59 \text{ l/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumenstrom Heizkörper 2 [l/h]} &= 112 \text{ [l/h]} \cdot 0,47 \text{ [-]} \\ &= 53 \text{ l/h} \end{aligned}$$

14 Durchlasswerte für die Thermostatventile

Was ist Ziel?

Mit Hilfe des fest vorgegebenen Druckverlustes für das Thermostatventil von 25 mbar und des berechneten Volumenstroms wird der Durchlasswert k_v bestimmt. Anschließend kann ein Ventil gewählt werden oder für ein vorhandenes Ventil der Voreinstellwert.

Die abgelesenen oder berechneten Durchflusswerte k_v der Ventile werden im Formular O, Abschnitt O3 vermerkt.

Was wird benötigt?

- für jedes Thermostatventil der zugehörige Volumenstrom in Litern pro Stunde [l/h] aus Formular O, Abschnitt O3.

Die sich ergebenden k_v -Werte können aus Bild III - 9 abgelesen werden. Kann der Druckverlust von 25 mbar am Ventil nicht sichergestellt werden, weil z.B. der Differenzdruckregler auf einen höheren Wert als den berechneten eingestellt wird oder gar kein Differenzdruckregler vorhanden ist, kann das Bild nicht verwendet werden. Dieser Fall ist nicht Umfang des Handrechenverfahrens! In diesem Fall sollte auf das EXCEL-Programm (siehe Abschnitt II) zurückgegriffen werden.

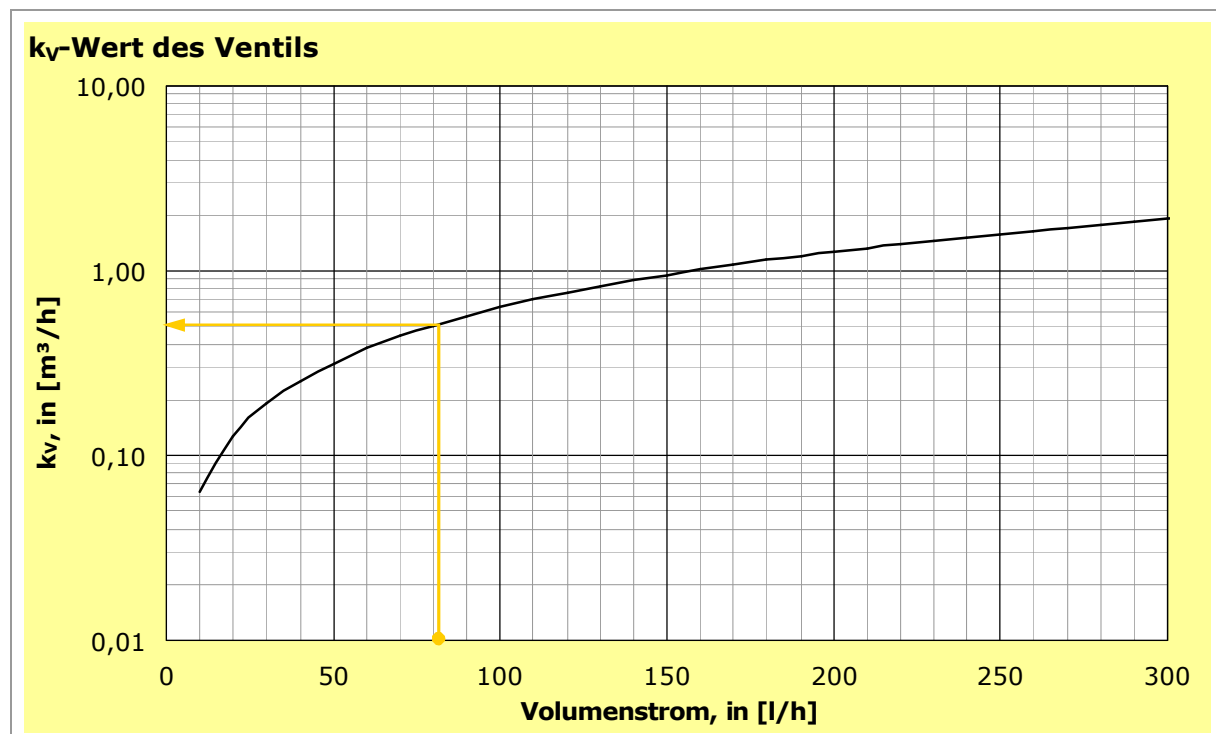


Bild III - 9 k_v -Wert der Thermostatventile

Anstelle des Bildes kann Folgendes mit dem Taschenrechner gerechnet werden:

für 25 mbar Ventildruckverlust:

$$k_v - \text{Wert [m}^3/\text{h]} = 0,0063 [\text{m}^3/\text{l}] \cdot \text{Volumenstrom [l/h]}$$

allgemein für beliebige Druckverluste:

$$k_v - \text{Wert [m}^3/\text{h]} = 0,001 [\text{m}^3/\text{l}] \cdot \text{Volumenstrom [l/h]} \cdot \left(\frac{1000 [\text{mbar}]}{\text{Ventildruckverlust [mbar]}} \right)^{0,5}$$

Ablese-/Rechenbeispiel:

Das Ventil im Beispielraum (nun wieder das Schlafzimmer) wird standardmäßig auf einen Ventildruckverlust von 25 mbar ausgelegt. Der Heizkörpervolumenstrom beträgt etwas mehr als 80 l/h. Der notwendige k_v -Wert wird mit etwa 0,5 m³/h aus Bild III - 9 abgelesen.

Die Rechnung mit dem Taschenrechner ergibt: $0,0063 \times 83 = 0,52 \text{ m}^3/\text{h}$

15 Wahl und Voreinstellung von Ventilen

Was ist Ziel?

Ziel ist, aus dem berechneten k_v -Wert die einzustellende Voreinstellung für jedes Ventil zu bestimmen. Falls keine voreinstellbaren Ventile vorhanden sind, wird ein Ventil gewählt und dann die notwendige Voreinstellung ermittelt.

Die abgelesenen Voreinstellungen der Ventile – sowie auch Ventiltypen – werden im Formular O, Abschnitt O3 vermerkt.

Was wird benötigt?

- der berechnete Durchflusswert k_v für das Ventil in Kubikmeter pro Stunde [m³/h] aus Formular O, Abschnitt O3
- wenn das vorhandene Ventil bereits einstellbar ist und in der Anlage verbleibt, wird der Hersteller, Typ und DN des Ventils benötigt (siehe Formular V, Abschnitt V6)
- ggf. wird das Herstellerdiagramm benötigt

Eine Zusammenstellung feinst- und feineinstellbarer Ventile zeigt Tabelle III - 13. Andere Typen müssen Herstellerunterlagen entnommen werden. Im Zweifelsfall wird die nächstgrößere Voreinstellung gewählt.

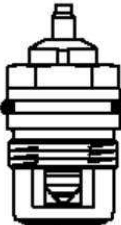
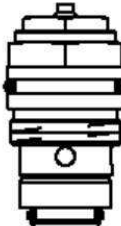
				k _v -Wert in m³/h in Abhängigkeit von der Voreinstellung (nach DIN EN 215 bei 2 K Regeldifferenz)								
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Oventrop (Ven- tileinsätze)	G ½"	GHF	-	0,017	0,047	0,095	0,152	0,228	0,32	-	-	-
	G ½"	GH	-	0,047	0,126	0,269	0,417	0,6	0,7	-	-	-
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Danfoss	10	RA-UN	RA 2000	0,02	0,06	0,11	0,17	0,23	0,30	0,35	-	0,48
		RA-UR	RA 2000	0,03	0,03	0,06	0,11	0,18	0,24	0,31	-	0,47
		RA-N	RA 2000	0,04	0,09	0,16	0,25	0,32	0,38	0,42	-	0,56
Heimeier		F-exakt	ET, DT, AT	0,017	0,041	0,063	0,111	0,177	0,316	-	-	-
Honeywell / MNG		V-exakt	ET, DT, AT, WET	0,047	0,098	0,161	0,234	0,364	0,468	-	-	-
		FV	-	0,02	0,04	0,11	0,19	0,25	0,29	0,32	0,35	-
Oventrop		V	-	0,04	0,08	0,20	0,29	0,33	0,35	0,38	0,41	-
		F	-	0,025	0,051	0,095	0,152	0,228	0,323	-	-	-
		AV 6, RFV 6, ADV 6	-	0,055	0,170	0,313	0,446	0,56	0,65	-	-	-
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Danfoss	15	RA-UN	RA 2000	0,02	0,06	0,11	0,17	0,23	0,30	0,35	-	0,48
		RA-UR	RA 2000	0,03	0,03	0,06	0,11	0,18	0,24	0,31	-	0,47
		RA-N	RA 2000	0,04	0,09	0,16	0,25	0,36	0,43	0,52	-	0,73
Heimeier		F-exakt	ET, DT, AT	0,017	0,041	0,063	0,111	0,177	0,316	-	-	-
Honeywell / MNG		V-exakt	ET, DT, AT, WET	0,047	0,098	0,161	0,234	0,364	0,468	-	-	-
		FV	-	0,02	0,04	0,11	0,19	0,25	0,29	0,32	0,35	-
Oventrop		V	-	0,04	0,08	0,20	0,29	0,33	0,35	0,38	0,41	-
		F	-	0,025	0,051	0,095	0,152	0,228	0,323	-	-	-
		AV 6, RFV 6, ADV 6	-	0,055	0,170	0,313	0,446	0,56	0,65	-	-	-
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Danfoss	20	RA-UN	RA 2000	0,02	0,06	0,11	0,17	0,23	0,30	0,35	-	0,48
		RA-N	RA 2000	0,10	0,16	0,24	0,33	0,44	0,56	0,73	-	1,04
	20 UK	RA-N	RA 2000	0,17	0,25	0,29	0,40	0,52	0,60	0,73	-	0,80
Heimeier	20	V-exakt	ET, DT	0,047	0,098	0,161	0,234	0,364	0,468	-	-	-
Honeywell / MNG		FV	-	0,02	0,04	0,11	0,19	0,25	0,29	0,32	0,35	-
		V	-	0,04	0,08	0,20	0,29	0,33	0,35	0,38	0,41	-
Oventrop		F	-	0,025	0,051	0,095	0,152	0,228	0,323	-	-	-
		AV 6, RFV 6, ADV 6	-	0,055	0,170	0,313	0,446	0,56	0,65	-	-	-
Hersteller	DN	Typ	Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	N
Danfoss	25	RA-N	RA 2000	0,10	0,16	0,24	0,33	0,44	0,56	0,73	-	1,04

Tabelle III - 13 k_v-Werte heute üblicher voreinstellbarer Ventile**Ablesebeispiel:**

Der Beispielraum weist schon ein voreinstellbares Ventil auf, das Danfoss RA-N in der Ausführung DN 20. Der notwendige k_v-Wert beträgt 0,52 m³/h.

Die aus der Tabelle abgelesene Voreinstellung beträgt zwischen 5 (0,44 m³/h) und 6 (0,56 m³/h). Weil nicht alle Hersteller eine stufenlose Einstellung zulassen, wird der nächsthöhere Wert verwendet: 6.

Eine Übersicht der Erkennungsmerkmale von Ventilen zeigt

Heimeier	V-exakt:  F-exakt:  Firmenlogo: 	Thermostat-Oberteil für V-exakt: - V-exakt besitzt ein Thermostat-Oberteil in Goldfarbe. - Gegebenenfalls weiße Farbmarkierung auf dem V-exakt Ventil.  Thermostat-Oberteil F-exakt: - F-exakt besitzt ein Thermostat-Oberteil in Silberfarbe. - Gegebenenfalls rote Farbmarkierung auf dem F-exakt Ventil. 	
Oventrop	Baureihe A: o Schutzkappe schwarz Baureihe RF: o Schutzkappe blau Baureihe AV6: o Schutzkappe weiß Baureihe F: o Schutzkappe rot Baureihe ADV6: o Schutzkappe grau Buchstaben "OV": 	Typ A Für Baureihe A und RF:  Typ AV6 für Baureihe AV6 und RFV6: 	Typ F für Baureihe F:  Typ ADV6 für Baureihe ADV6: 

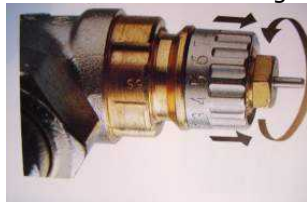
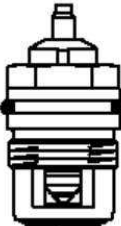
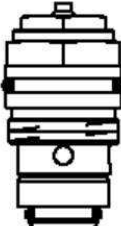
Her- steller	Ventilunterteile	Ventileinsätze und Oberteile
Danfoss	Typ RA-N:  Typ RA-UN:  Buchstabe "D" 	Thermostat-Oberteil für RA-N: - RA-N besitzt einen gelben Einstellring.  - RA-N besitzt bei älteren Baureihen einen silbernen Einstellring.  Thermostat-Oberteil RA-UN: - RA-UN besitzt einen roten Einstellring. 
Honeywell/MNG	Typ V:  Typ FV:  Firmenlogo: 	Typ V: - Typ V besitzt einen weißen Einstellring mit schwarzer Schrift.  Typ FV: - Typ FV besitzt einen Rotguss-Einstellring mit weißer Schrift. 

Tabelle III - 14.

Her- steller	Ventilunterteile	Ventileinsätze und Oberteile	
Heimeier	V-exakt:  F-exakt:  Firmenlogo: 	Thermostat-Oberteil für V-exakt: - V-exakt besitzt ein Thermostat-Oberteil in Goldfarbe. - Gegebenenfalls weiße Farbmarkierung auf dem V-exakt Ventil.  Thermostat-Oberteil F-exakt: - F-exakt besitzt ein Thermostat-Oberteil in Silberfarbe. - Gegebenenfalls rote Farbmarkierung auf dem F-exakt Ventil. 	
Oventrop	Baureihe A: o Schutzkappe schwarz Baureihe RF: o Schutzkappe blau Baureihe AV6: o Schutzkappe weiß Baureihe F: o Schutzkappe rot Baureihe ADV6: o Schutzkappe grau Buchstaben "OV": 	Typ A Für Baureihe A und RF:  Typ AV6 für Baureihe AV6 und RFV6: 	Typ F für Baureihe F:  Typ ADV6 für Baureihe ADV6: 

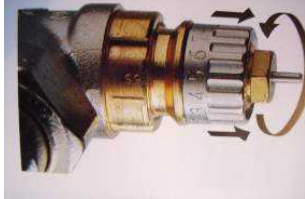
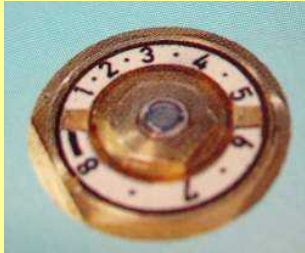
Her- steller	Ventilunterteile	Ventileinsätze und Oberteile
Danfoss	Typ RA-N:  Typ RA-UN:  Buchstabe "D" 	Thermostat-Oberteil für RA-N: - RA-N besitzt einen gelben Einstellring.  - RA-N besitzt bei älteren Baureihen einen silbernen Einstellring.  Thermostat-Oberteil RA-UN: - RA-UN besitzt einen roten Einstellring. 
Honeywell/MNG	Typ V:  Typ FV:  Firmenlogo: 	Typ V: - Typ V besitzt einen weißen Einstellring mit schwarzer Schrift.  Typ FV: - Typ FV besitzt einen Rotguss-Einstellring mit weißer Schrift. 

Tabelle III - 14 Erkennungsmerkmale üblicher voreinstellbarer Ventile

16 Anlagentyp

Was ist Ziel?

Es soll entschieden werden, welcher Anlagentyp vorliegt. Für jeden Anlagentyp ergibt sich eine unterschiedliche Vorgehensweise bei der Optimierung.

Für Anlagen mit fest vorgegebener, nicht einstellbarer Pumpe beispielsweise wird der Einbau eines zusätzlichen Differenzdruckreglers vorgesehen. Dieser begrenzt für das nachgeschaltete Netz mit den Heizkörpern den Druck und hält ihn fest auf dem vorgegebenen Wert. Er funktioniert also etwa wie eine Regelpumpe. Er hat die Aufgabe, den von der Pumpe vorgegebenen zu hohen Pumpendruck an zentraler Stelle zu drosseln. In den meisten Fällen werden so Strömungsgeräusche in den Heizkörpern vermindert.

In Anlagen, in denen die Pumpe einstellbar ist, wird die vorhandene Pumpe auf die notwendige Förderhöhe eingestellt.

Der Anlagentyp wird in Formular T, Abschnitt T1 vermerkt.

Was wird benötigt?

- eine Sichtung der Zentrale vor Ort

Die Merkmale der beiden Anlagentypen sind aus Bild III - 10 und Tabelle III - 15 zu entnehmen.

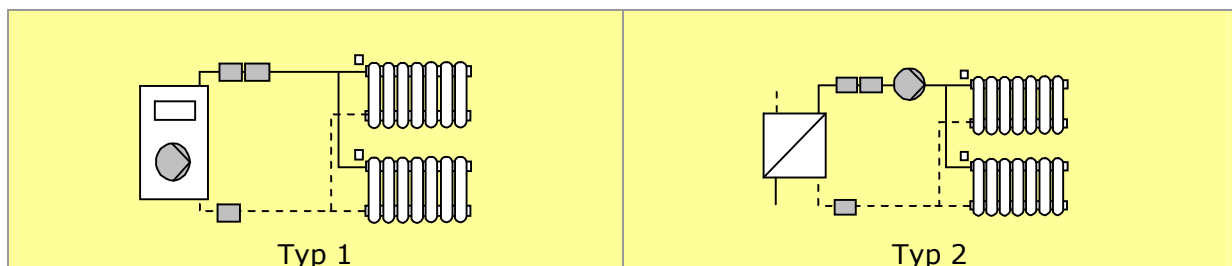


Bild III - 10 Anlagentypen

Anlagen-typ	Beschreibung	Vorgehensweise bei der Optimierung
1	Anlage mit vorhandener, • nicht einstellbarer Pumpe • nicht einstellbarem Differenzdruckregler • nicht einstellbarem Überströmventil Beispiel: Therme mit integrierter Pumpe und integriertem Überströmventil	• die Thermostatventile werden eingestellt • die Regelung wird eingestellt • es wird ein Differenzdruckregler hinter der Zentrale eingebaut, der den Differenzdruck nur für das Verbrauchernetz (ohne Sondereinbauten der Zentrale) konstant hält • der neue Differenzdruckregler wird pauschal auf 50 mbar eingestellt • die vorhandene Pumpe (das vorhandene Überströmventil) wird nicht eingestellt • ein vorhandener, nicht einstellbarer Differenzdruckregler wird (sofern er zu groß ist) deinstalliert
2	Anlage mit vorhandener, • einstellbarer Pumpe • einstellbarem Differenzdruckregler • einstellbarem Überströmventil Beispiel: Ölkessel mit externer Pumpe	• die Thermostatventile werden eingestellt • die Regelung wird eingestellt • die Pumpe (der Differenzdruckregler, das Überströmventil) wird auf eine berechnete neue Druckerhöhung eingestellt

Tabelle III - 15 Anlagentypen

Ablesebeispiel:

Das Gebäude weist einen Anschluss an die örtliche Fernwärmeversorgung auf. Die Pumpe ist einstellbar. Es zählt somit zum Anlagentyp 2.

17 Sonderdruckverluste im Netz

Was ist Ziel?

Ziel ist, die Druckverluste in den Sondereinbauteilen der Zentrale – Filtern, Rückschlagklappen, Wärmemengenzählern usw. – abzuschätzen. Mit Hilfe dieser Werte wird die neue Einstellhöhe der Umwälzpumpe (oder eines vorhandenen Differenzdruckreglers oder Überströmventils) bestimmt.

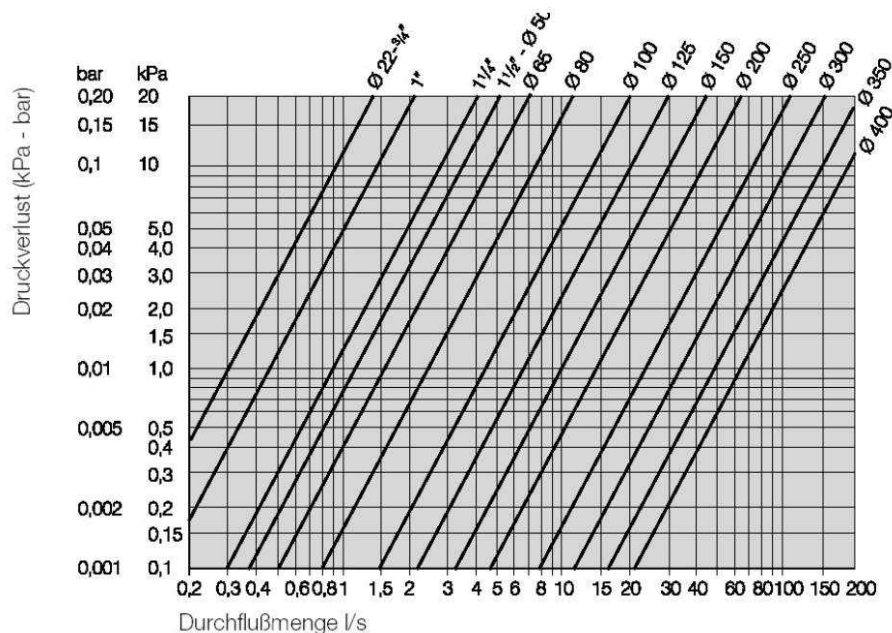
Die ermittelten Sonderdruckverluste werden in Formular T, Abschnitt T5 vermerkt.

Was wird benötigt?

- eine Sichtung der wichtigen Sondereinbauten in der Zentrale vor Ort
- die Merkmale der Sonderbauten nach Formular T, Abschnitt T4
- die Summe aller Heizkörpervolumenströme im Gebäude (Gesamtvolumenstrom) in Litern pro Stunde [l/h] nach Formular O, Abschnitt O2

Bei Anlagen mit Differenzdruckreglern und Überströmventilen zählen nur die Bauteile, die sich auf der "geregelten" Seite (Verbraucherseite) befinden. Anhaltswerte für Druckverluste von Bauteilen liefert Bild III - 11 – es ist jedoch unbedingt nötig die konkreten Herstellerunterlagen zu verwenden, falls diese verfügbar sind.

Luftabscheider

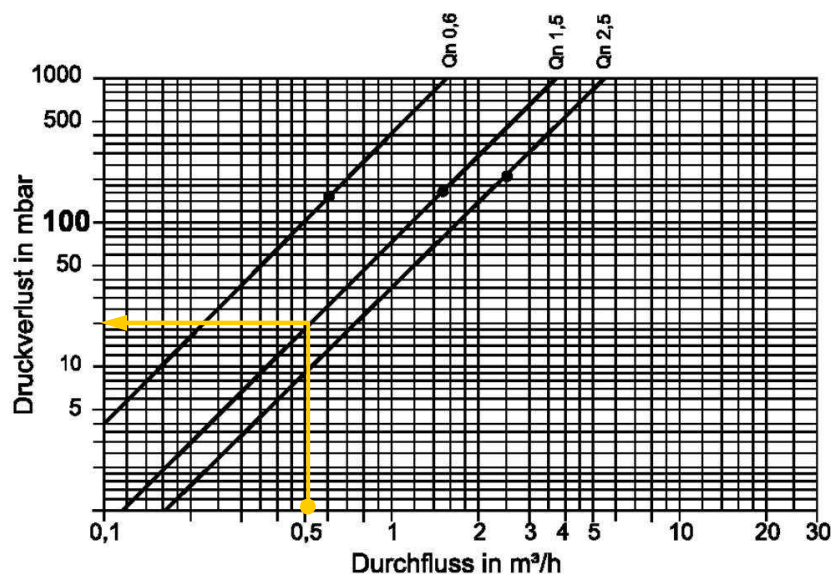


Wärmeübertrager in Fernwärmeanlagen

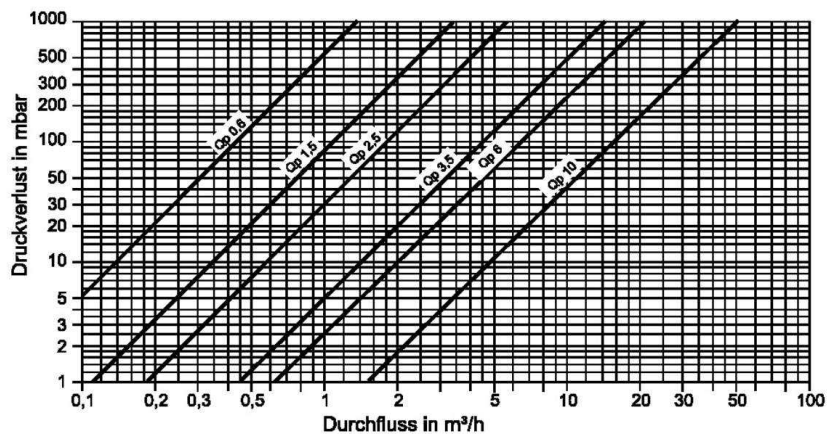
Für Wärmeübertrager kann – sofern keine Herstellerinformationen für das installierte Modell vorliegen – nachfolgend beschriebene Näherung verwendet werden.

$$\text{Druckverlust WÜT [mbar]} = 100 \text{ [mbar]} \cdot \left(\frac{\text{Gesamtvolumenstrom nach Formblatt D3 [l/h]}}{4,3 \text{ [l/m}^2\text{h]} \cdot \text{beheizte Gebäudegrundfläche [m}^2\text{]}} \right)^2$$

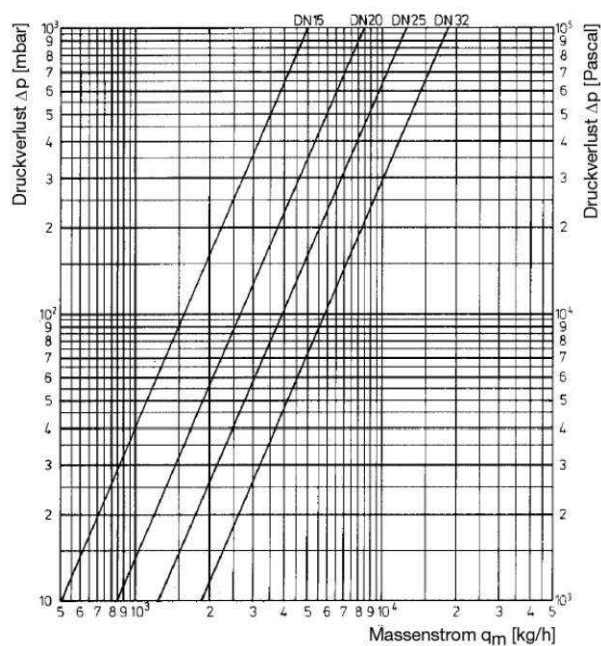
Flügelradwärmemengenzähler Qn 0,6 ... 2,5



Ultraschallwärmemengenzähler Qp 0,6 ... 10



Schmutzfänger DN 15 ... 32



Schwerkraftbremse (Sperrventil)

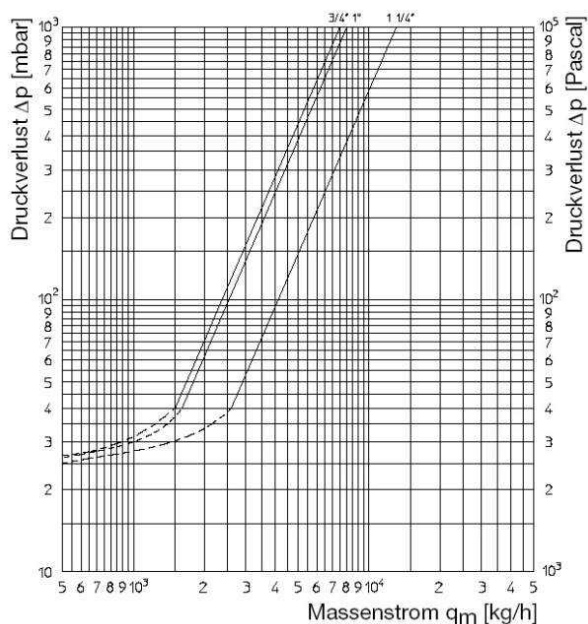


Bild III - 11 Beispieldiagramme für Sonderdruckverluste

Rückschlagklappen sind im Zuge der Optimierung zu deinstallieren, da sie einen großen Druckverlust aufweisen und auch durch andere Maßnahmen an der Hydraulik ersetzt werden können!

Wenn die Rückschlagklappe fest in einem Wärmeerzeuger (z.B. einer Kompakt-Wärmeübergabestation) enthalten ist und nicht ausgebaut werden kann, muss der Druckverlust bestimmt werden. Hier sind immer Herstellerunterlagen zu befragen.

Ablese-/Rechenbeispiel:

Die Summe aller Heizkörpervolumenströme im Beispielgebäude beträgt 523 l/h bzw. 0,523 m³/h (der Beispielraum allein hatte 83 l/h).

In der Zentrale des Gebäudes befindet sich zwischen Pumpe und Verbrauchersträngen ein Wärmemengenzähler Qn 1,5 und ein Plattenwärmeübertrager unbekannten Herstellers.

Der Wärmemengenzähler bewirkt nach Bild III - 11 einen Druckverlust von etwa 20 mbar, der Plattenwärmeübertrager ist nicht im Diagramm vermerkt, es wird hier ein Druckverlust von etwa 71 mbar geschätzt:

$$\text{Druckverlust WÜT [mbar]} = 100 [\text{mbar}] \cdot \left(\frac{523 [\text{l/h}]}{4,3 [\text{l/m}^2\text{h}] \cdot 144 [\text{m}^2]} \right)^2 = 71 \text{ mbar}$$

18 Notwendige Druckerhöhung

Was ist Ziel?

Ziel ist, die Druckerhöhung der Pumpe oder des Differenzdruckreglers bzw. Überströmventils zu bestimmen, die der nachgeschalteten Anlage zur Verfügung steht.

Die ermittelte, einzustellende Druckdifferenz wird in Formular O, Abschnitt O4 vermerkt. Ebenso wie die Daten eines eventuell nachzurüstenden Schmutzfilters.

Was wird benötigt?

- der Anlagentyp nach Formular T, Abschnitt T1
- die Druckverluste der Sondereinbauten nach Formular T, Abschnitt T5.

Für Anlagen, in denen die Druckerhöhung nicht frei gewählt werden kann (Typ 1), gilt folgendes: es wird immer ein Differenzdruckregler hinter der Zentrale eingesetzt. Er wird auf 50 mbar eingestellt und hält den Druck für das nachgeschaltete Netz konstant.

Für Anlagen, in denen eine Einstellmöglichkeit gegeben ist (Typ 2), wird die Druckerhöhung berechnet. Dazu werden die berechneten Druckverluste der Sondereinbauten sowie 50 mbar für die Rohrleitungen und Ventile summiert. Falls noch nicht vorhanden, wird ein Schmutzfilter nachträglich eingeplant und eingebaut. Dessen Druckverlust ist ebenfalls zu ermitteln – Abschnitt III. 17 – und zu addieren.

Die sich ergebende Druckdifferenz muss an der Pumpe eingestellt werden. Nur wenn die berechnete Druckerhöhung außerhalb des einstellbaren Bereiches liegt, wird entweder die Pumpe größer gewählt oder ein zusätzlicher Differenzdruckregler eingebaut. Letzterer wird dann auf 50 mbar eingestellt.

Rechenbeispiel:

Im Beispielhaus befindet sich eine Anlage des Typs 1 mit einstellbarer Pumpe.

Es ist noch kein Schmutzfilter vorhanden. Daher wird einer vorgesehen. Bild III - 11 liefert bei einem Anlagenvolumenstrom von 523 Litern/Stunde einen Druckverlust nahe 0 mbar. Zusammen mit den 91 mbar Druckverlust für Wärmeübertrager und Wärmemengenzähler muss an der Pumpe eine Druckdifferenz von $(50 + 91 + 0) \text{ mbar} = 141 \text{ mbar}$ eingestellt werden.

Der berechnete Wert liegt im Einstellbereich der Pumpe.

19 Ausgefüllte Formulare für das Beispiel

Nachfolgend werden die ausgefüllten Formulare für das Beispielgebäude abgedruckt. Bei den Raumdatenblättern (Formular R und V) ist nur das Schlafzimmer wiedergegeben.

Die Blätter wurden mit einem roten Stift von Herrn H. Schneider vor Ort ausgefüllt, während Herr K. Maier das Aufmass machte und ansagte.

Die Eintragungen in blauer Schrift ergänzte Herr H. Maier später im Büro.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern			
► Projekt Projekt-Nr.: 2 Optimierung eines (bitte ankreuzen).... ☒ ... Einfamilienhauses ☐ ... Zweifamilienhauses		Beschreibung: Testgebäude	Handrechnung Deckblatt 
Ausführende Firma Name: HFG Haustechnik GmbH Straße: Großtalstraße Nr. 6 PLZ: 23456 Ort: Optimusstadt			
► Gebäudeanschrift Name: Elisabeth Kollmann Straße: Haus-Grade-Ring Nr. 16 PLZ: 12356 Ort: Hoheneggeln Telefon: 02315/3493		► Anschrift des Eigentümers Name: wie Gebäudeanschrift Straße: Nr. PLZ: Ort: Telefon:	
► Aufnahme des Gebäudes Aufnehmender: K. Maier H. Schneider		Datum: 24. Mai 04	

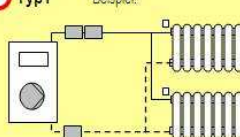
Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern

T1: Art der Anlage (bitte ankreuzen) (Siehe Bild III-10 und Tabelle III-17)

☒ **Typ1** Beispiel:

Anlage mit vorhandener, **nicht einstellbarer** Pumpe (nicht einstellbarer Differenzdruckregler, nicht einstellbares Überströmventil).

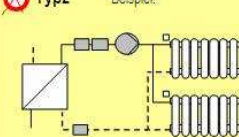
Beispiel: Therme mit optional vorhandenen, zusätzlichen Widerständen in Vor- u./o. Rücklauf



☒ **Typ2** Beispiel:

Anlage mit vorhandener, **einstellbarer** Pumpe (einstellbarer Differenzdruckregler oder einstellbares Überströmventil).

Beispiel: Fernwärmeübergabestation oder Ölkessel mit externer Pumpe und mit ggf. zusätzlichen Widerständen in Vor- u./o. Rücklauf



Handrechnung Technik Aufnahme (T)

T2: Pumpe, Differenzdruckregler, Überströmventil (bitte ankreuzen und ausfüllen)

Sicherstellung des Drucks durch: Hersteller, Typ: Rowe, MAX-C12, 65 W, DN 32

☒ Pumpe ☐ Differenzdruckregler ☐ Überströmventil

Einstellbereich (siehe Herstellerangaben): von: 120 mbar bis: 380 mbar

T4: Vorhandene zentrale Widerstände (bitte ankreuzen und ausfüllen)

Hersteller, Typ, DN:

☐ Luftabscheider	
☐ Schmutzfänger	
☐ Rückschlagklappe	
☐ Schwerkraftbremse	
☒ Wärmeübertrager	unbekannt
☒ Wärmemengenzähler	Clarus und Co., Typ 12765, QN 1.5
☐	
☐	

T3: Vorlauftemperatur bei Fernwärme

Vorlauftemperatur (Auslegung) bei direkter Fernwärmeversorgung: / °C

T5: Druckverluste der Widerstände

Anlagenvolumenstrom aus O2: 52.3 l/h

Druckverluste der Bauteile, z.B. aus Bild III-11:

 mbar
 mbar
bitte deinstallieren!
71 mbar
20 mbar
 mbar
 mbar

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern

R1: Allgemeine Raumdaten Raumbezeichnung: Schlafzimmer Nr.: 1

R2: Transmission durch Bauteile und Lüftung (bitte ankreuzen und ausfüllen)

Außenwände Fläche: 6.2 m² (siehe Tab. III-1)	☒ Fachwerk und Ziegelmäße unter 36 cm, keine Dämmung sehr schlecht x 75	☐ Ziegelmäße über 36 cm, Wände mit 0 ... 2 cm Dämmung schlecht x 50	☒ alle Konstruktionen mit 3 ... 6 cm Dämmung normal x 33	☐ alle Konstruktionen mit 7 ... 12 cm Dämmung gut x 17	☐ alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung sehr gut x 5	Transmissionslast (siehe Bild III-1): 205 W
Dächer und Geschossdecken zum unbeheizten Dach Fläche: m² (siehe Tab. III-2)	☐ Steindecke, Betondecke, Stiehdach mit Putz, keine Dämmung sehr schlecht x 75	☐ Stahlbetondeckendach, Decken mit 0 ... 2 cm Dämmung schlecht x 50	☒ Holzbalkendecken, alle Konstruktionen mit 3 ... 6 cm Dämmung normal x 33	☐ alle Konstruktionen mit 7 ... 12 cm Dämmung gut x 17	☐ alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung sehr gut x 5	Transmissionslast (siehe Bild III-1): W
Kellerdecken, erdreich-berührte Bauteile, Flächen zu unbeheizten Räumen Fläche: 15 m² (siehe Tab. III-3)	☒ Feldsteine, Stahlbeton, Stahlstein, keine Dämmung sehr schlecht x 44	☐ Gewölbe mit Dielen, mit 0 ... 2 cm Dämmung schlecht x 30	☒ Holzbalkendecken, alle Konstruktionen mit 3 ... 6 cm Dämmung normal x 20	☐ alle Konstruktionen mit 7 ... 12 cm Dämmung gut x 10	☐ alle Konstruktionen mit mehr als 12 cm Dämmung sehr gut x 3	Transmissionslast (siehe Bild III-2): 300 W
Fenster und Türen Fläche: 2.8 m² (siehe Tab. III-4)	☐ Einfachverglasung schlecht x 140	☒ Doppelverglasung (Isolierverglasung) normal x 75	☐ doppeltes Wärmeschutzglas gut x 50	☐ dreifaches Wärmeschutzglas sehr gut x 33		Transmissionslast (siehe Bild III-3): 210 W
Lüftungsheizlast Raumgrundfläche: 15 m² (siehe Tab. III-5)	☐ Raucheräume, Zulufräume bei Lüftungsanlagen sehr hoch x 32	☐ normal genutzte Räume mit undichten Fenstern hoch x 23	☒ normal genutzte Räume mit dichten Fenstern normal x 17	☐ Ablufräume bei Lüftungsanlagen gering x 8		Lüftungsheizlast (siehe Bild III-4): 255 W

R3: Raumheizlast

Korrigierte Raumheizlast: 912 W

Korrekturfaktor (optional, Tabelle III-6): 0,94

Summe der Werte (= Raumheizlast): 970 W

Hier wurde bei der Berechnung der Raumheizlast eine Witterungskorrektur auf den Standort vorgenommen.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern				Handrechnung Ventil und Heizkörper (V)
V1: Allgemeine Raumdaten		Raumbezeichnung: <u>Schlafzimmer</u>	Nr: <u>7</u>	
V2: Vorhandene Heizflächen (bitte ankreuzen und ausfüllen) (siehe auch Tabellen III-7 bis III-14)				
Heizkörper 1 ☒ Flachheizkörper, profiliert ☐ Flachheizkörper, glatt ☐ Stahlradiator ☐ Gussradiator ☐ Baugröße/Höhe/Tiefe/Länge/Typ/Glieder: <u>Typ 21, 500 x 1200</u>		Heizkörper 2 ☐ Flachheizkörper, profiliert ☐ Flachheizkörper, glatt ☐ Stahlradiator ☐ Gussradiator ☐ Baugröße/Höhe/Tiefe/Länge/Typ/Glieder:		Heizkörper 3 ☐ Flachheizkörper, profiliert ☐ Flachheizkörper, glatt ☐ Stahlradiator ☐ Gussradiator ☐ Baugröße/Höhe/Tiefe/Länge/Typ/Glieder:
V3: Heizkörpernormleistung (bitte ausfüllen)				
... nach Tab. III-7 bis III-14 <u>1450</u> W		... nach Tab. III-7 bis III-14 <u>912</u> W		... nach Tab. III-7 bis III-14 <u>35</u> W
V4: Übertemperatur (bitte ausfüllen)				
Summe der Heizkörperleistungen nach V3: <u>1450</u> W		Heizlast des Raumes nach R3: <u>912</u> W		Übertemperatur nach Bild III-5: <u>35</u> K
V5: Leistungsanteil - Anteil der Heizkörper an der Gesamtleistung				
Leistung Heizkörper 1 (nach V3) geteilt durch Summe der Heizkörperleistungen (nach V4): <u>1,00</u>		Leistung Heizkörper 2 (nach V3) geteilt durch Summe der Heizkörperleistungen (nach V4):		Leistung Heizkörper 3 (nach V3) geteilt durch Summe der Heizkörperleistungen (nach V4):
V6: Vorhandenes Thermostatventil (bitte ankreuzen und ausfüllen) (siehe Tabellen III-15 und III-16)				
Heizkörper 1 ☒ Eckventil ☒ voreinstellbar ☐ Durchgangsventil nicht voreinstellbar DN: <u>20</u> Hersteller: <u>Danfoss, RA-N</u> Typ:		Heizkörper 2 ☐ Eckventil ☐ voreinstellbar ☐ Durchgangsventil nicht voreinstellbar DN: Hersteller: Typ:		Heizkörper 3 ☐ Eckventil ☐ voreinstellbar ☐ Durchgangsventil nicht voreinstellbar DN: Hersteller: Typ:

Es ist nur ein Heizkörper im Schlafzimmer vorhanden, daher ist der Leistungsanteil dieses Heizkörpers 1,0.

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern										Handrechnung Optimierung (O) 1/5
O1: Vorlauftemperatur (Beginn)			O2: Spreizung, Gesamtvolumenstrom (Beginn)			O3: kV-Wert und Voreinstellung (Beginn)				
ZUERST O1 KOMPLETT AUSFÜLLEN!			ZUERST O2 KOMPLETT AUSFÜLLEN!							
Raumnummer und Bezeichnung	Heizkörper-beschreibung	Übertemperatur aus V4:	Spreizung aus Bild III-7:	Raum-heizlast nach R3:	Gesamtvolumenstrom aus Bild III-8:	Leistungs-anteil aus V5:	Volumen-strom	k _v -Wert aus Bild III-9:	Gewähltes Ventil (Hersteller, Typ) oder Hinweis, dass altes Ventil verbleibt (siehe Tabelle III-15)	Voreinstell. (Tab. III-15)
1 Schlafzimmer	1 Platten-HK	35 K	9,5 K	912 W	93 l/h	x 1 = 93 l/h	0,5 m³/h	0,5 m³/h	Venni Danfoss bleibt	0
2 Küche	1 Platten-HK	29 K	20 K	1411 W	65 l/h	x 1 = 65 l/h	0,45 m³/h	0,45 m³/h	—	0
3 Wohnen	1 Platte 1600	32 K	16 K	2009 W	110 l/h	x 0,53 = 55 l/h	0,35 m³/h	0,35 m³/h	—	0
4 Flur	1 Platten-HK	34 K	11 K	1173 W	95 l/h	x 1 = 95 l/h	0,6 m³/h	0,6 m³/h	—	N
5 WC	1 Platten-HK	33 K	12 K	719 W	35 l/h	x 1 = 35 l/h	0,23 m³/h	0,23 m³/h	—	4
6 Hobby/Arbeit	1 Stahli-Rad.	26 K	25 K	2341 W	80 l/h	x 1/3 = 27 l/h	0,15 m³/h	0,15 m³/h	neu Honeywell V DN20	3
7 Kind 1	1 Platten-HK	19 K	34 K	509 W	15 l/h	x 1 = 15 l/h	0,09 m³/h	0,09 m³/h	Venni Danfoss bleibt	2

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern										
O1: Vorlauftemperatur (Fortsetzung)			O2: Spreizung, Gesamtvolumenstrom (Fortsetzung)			O3: KV-Wert und Voreinstellung (Fortsetzung)			Handrechnung Optimierung (O) 2/5	
Raumnummer und Bezeichnung	Heizkörperbeschreibung	Übertemperatur aus V4:	Spreizung aus Bild III-7:	Raumheizlast nach R3:	Gesamtvolumenstrom aus Bild III-8:	Leistungsanteil aus V5:	Volumenstrom	k_v -Wert aus Bild III-9:	Gewähltes Ventil (Hersteller, Typ) oder Hinweis, dass altes Ventil verbleibt (siehe Tabelle III-15)	Voreinstell. (Tab. III-15)
8 Kind 2	1 Platten-HK	21 K	31 K	743 W	20 l/h	x 1 = 20 l/h	0,15 m²/h	Ventil Danfoss bleibt	3	
9 Bad	1 Platten-HK	21 K	29 K	629 W	20 l/h	x 1 = 20 l/h	0,15 m²/h	neu Honeywell V DN15	3	
10	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			
11	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			
12	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			
13	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			
14	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern										
O1: Vorlauftemperatur (Schluss)			O2: Spreizung, Gesamtvolumenstrom (Schluss)			O3: KV-Wert und Voreinstellung (Schluss)			Handrechnung Optimierung (O) 4/5	
Raumnummer und Bezeichnung	Heizkörperbeschreibung	Übertemperatur aus V4:	Spreizung aus Bild III-7:	Raumheizlast nach R3:	Gesamtvolumenstrom aus Bild III-8:	Leistungsanteil aus V5:	Volumenstrom	k_v -Wert aus Bild III-9:	Gewähltes Ventil (Hersteller, Typ) oder Hinweis, dass altes Ventil verbleibt (siehe Tabelle III-15)	Voreinstell. (Tab. III-15)
22	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			
23	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			
24	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			
25	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			
26	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			
27	1	K	K	W	l/h	x =	m²/h			

Größte Übertemperatur aus O1 ? 35 K

Vorlauftemperatur nach Bild III-6 oder bei direkter Fernwärme nach A4: 60 °C

Anlagenvolumenstrom (=Summe der Heizkörpervolumenströme) 52,3 l/h

Für die anderen Räume 2 bis 9 sind die Daten ebenfalls in das Formular O übernommen worden. Der ungünstigste aller Heizkörper ist der Heizkörper im Schlafzimmer. Er bestimmt die Vorlauftemperatur für das gesamte Haus.

Es zeigt in diesem Haus sich eines sehr deutlich: für die drei Räume im Obergeschoss (Kind 1, Kind 2 und Bad) macht sich die bereits vorhandene, nachträgliche Dämmung des Daches stark bemerkbar.

Diese drei Räume haben eine geringere Heizlast und daher verhältnismäßig große Heizkörper – verglichen mit dem Bedarf. Es ergeben sich geringere notwendige Übertemperaturen (um 20 K), viel höhere Spreizungen (um 30 K) und sehr viel kleine Volumenströme in diesen drei Räumen. Die Ventile müssen stärker voreingestellt werden (etwa Stufe 3).

Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern		Handrechnung Optimierung (O) 5/5
O4: Druckerhöhung je nach Anlagentyp (bitte ankreuzen und ausfüllen)		
☐ Anlage Typ 1:	► Sofern nicht vorhanden, neuen Schmutzfilter in der Zentrale installieren. ► Differenzdruckregler nach der Zentrale netzseitig installieren. ► Einstellwert: 50 mbar am Differenzdruckregler.	gewählter Typ (Hersteller, Fabrikat, DN): Filtrox SuperT-23
☒ Anlage Typ 2:	► Sofern nicht vorhanden, neuen Schmutzfilter in der Zentrale installieren. Thermostatventil und Rohrnetz: 50 mbar Summe der Bauteildruckverluste nach T5: 91 mbar Druckverluste des neuen Schmutzfilters, z.B. nach Bild III-11: 0 mbar Einstellende Druckdifferenz: 14 mbar	
Liegt der notwendige Wert innerhalb des Einstellbereiches nach T2?		(ermittelt bei Gesamtanlagenvolumenstrom) ja nein, berechneter Wert ist größer als die höchste einstellbare Druckdifferenz nein, berechneter Wert ist kleiner als die geringste einstellbare Druckdifferenz
		Berechneten Wert einstellen. Größere Pumpe installieren und berechneten Wert einstellen. Differenzdruckregler installieren und 50 mbar einstellen.
O5: Erklärung		
Die Anforderungen der §§ 3, 9, 10, 11 und 12 der EnEV an Heizungs-, Trinkwasser- und Lüftungsanlagen wurden eingehalten:		
► § 3: Eine Berechnung der Anlagenaufwandszahl wurde nicht durchgeführt, da für Bestandsgebäude keine vollst. Rechenregeln vorliegen. ► § 9: Falls notwendig, wurde der Eigentümer über den vorgeschriebenen Kesselaustausch und die vorgeschrieb. Leitungsdämmung unterrichtet. ► § 10: Die Wartung und Instandhaltung der Anlagen erfolgt fachkundig. ► § 11: Sofern der Kessel ersetzt wurde, wurden die Anforderungen an die CE Kennzeichnung eingehalten. ► § 12: Die Regelung der Heizung und Trinkwasseranlage entspricht den gestellten Anforderungen. Ausgetauschte oder neue Leitungen und Speicher sind entsprechend der Verordnung gedämmt.		
Die Optimierung wurde durchgeführt von:		
K. Maier P. Trögner		
entsprechend des oben berechneten optimalen Parametern für Regelung und Hydraulik eingestellt zu haben. Die Auflagen der EnEV für Arbeiten an bestehenden Anlagen wurden eingehalten.		
Datum: 16.08.04		Unterschrift:

In der Anlage wird ein Schmutzfilter zusätzlich installiert, die vorhandene Pumpe auf etwa 1,4 m Förderhöhe eingestellt. Die Optimierung wurde am 16.08. von Herrn K. Maier und einem Mitarbeiter durchgeführt.

IMPRESSUM



Dieses Handbuch wurde im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU geförderten Projektes "OPTIMUS" (OPTimierung von Heizungssystemen durch InforMation und Quali-fikation zur nachhaltigen NutzUng von EnergieeinSparpotenzialen) entwickelt.



Das Handbuch kann kostenlos als unverändertes Gesamtwerk (nicht in Auszügen) weitergegeben werden, wenn die "OPTIMUS"-Gruppe als Ersteller und Bezugsquelle benannt wird. Kommerzieller Vertrieb ist nicht gestattet.

Projektpartner / OPTIMUS-Gruppe:



Innung Sanitär- und Heizungstechnik
Wilhelmshaven



Berufsbildende Schulen II
Aurich



Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung
Bremen



Trainings- & Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel e.V.
Wolfenbüttel



Firma WILO GmbH
Dortmund