

SCHULUNGSUNTERLAGE UND KOMMENTAR  
ZUR FACHREGEL

# OPTIMIERUNG VON HEIZUNGSANLAGEN IM BESTAND



EINFACH FÖRDERGERECHT PLANEN

Die kompetenteste und schnellste Lösung  
Haustechnik zu berechnen

**ZVPLAN®**  
Heizungsplanung  
Gasrohrnetzberechnung

**Zusatzoptionen**  
Trinkwasser  
Schmutzwasser  
Ausweise  
VDI-Schnittstellen

EINGEBETTET IN SCHULUNGSKONZEPT  
DER VERBANDSORGANISATION

Eine Software-Initiative von:

CONSOFT oventrop **wilo** ZENTRALVERBAND  
SANITÄR  
HEIZUNG KLIMA

Software-Partner:

DEHOUST reflex SPIROTECH FOR BETTER PERFORMANCE SYR TECE: zehnder

[www.ZVPLAN.de](http://www.ZVPLAN.de)

# WIR BEDANKEN UNS BEI DEN KOMMENTATOREN FÜR IHRE MITWIRKUNG

**Ingo Fabricius** (Kapitel 7)

WILO SE  
Nortkirchenstr. 100  
44263 Dortmund  
[www.wilo.com](http://www.wilo.com)

**Raimund Hielscher** (Kapitel 9)

Reflex Winkelmann GmbH  
Gersteinstr. 19  
59227 Ahlen  
[www.reflex.de](http://www.reflex.de)

**Burkhard Maier** (Kapitel 6)

August Brötje GmbH  
August-Brötje-Str. 17  
26180 Rastede  
[www.brötje.de](http://www.brötje.de)

**Michaela Störkmann** (Kapitel 8)

Armacell GmbH  
Robert-Bosch-Str. 10  
48153 Münster  
[www.armacell.com](http://www.armacell.com)

**Walther Tillner** (Kapitel 5)

Oventrop GmbH & Co. KG  
Paul-Oventrop-Str. 1  
59939 Olsberg  
[www.omentrop.com](http://www.omentrop.com)

**Dr. Matthias Wagnitz** (Kapitel 1 – 3)  
Projektleitung

Zentralverband Sanitär Heizung Klima  
Geschäftsstelle Potsdam  
Am Neuen Markt 11  
14467 Potsdam  
[www.zvshk.de](http://www.zvshk.de)

**Jürgen Wippermann** (Kapitel 4)

BEMM GmbH  
Gutenbergstr. 30-38  
31180 Giesen  
[www.bremm.de](http://www.bremm.de)



# INHALT

|          |  |    |
|----------|--|----|
|          | <b>Vorwort</b>   | 5  |
| <b>1</b> | <b>Grundsätzliches zur Nutzung der Fachregel</b>                                 | 7  |
| 1.1      | Grundsätzliches  | 9  |
| 1.2      | Unterschied zum Neubau   | 10 |
| 1.3      | Planung durch Dritte bei VOB-Verträgen   | 10 |
| 1.4      | Allgemeiner Hinweis  | 10 |
| <b>2</b> | <b>Heizlast und Kesselleistung</b>   | 11 |
| 2.1      | Verfahren A (Regelleistung)  | 11 |
| 2.2      | Verfahren B (Premiumleistung)  | 12 |
| <b>3</b> | <b>Heizflächenoptimierung</b>  | 15 |
| 3.1      | Verfahren A (Regelleistung)  | 15 |
| 3.2      | Verfahren B (Premiumleistung)  | 16 |
| 3.3      | Hinweis Einrohrheizung und Fußbodenheizung                                       | 20 |
| <b>4</b> | <b>Hydraulischer Abgleich</b>  | 23 |
| 4.1      | Verfahren A (Regelleistung)  | 24 |
| 4.1.1    | Einstellung der Thermostatventile  | 24 |
| 4.1.2    | Einstellung von Differenzdruckreglern bei Zweirohrheizungen und Flächenheizungen | 26 |
| 4.1.3    | Strangreguliertventile und Volumenstromregler bei Einrohrheizungen               | 27 |
| 4.2      | Verfahren B (Premiumleistung)  | 27 |
| 4.3      | Sonderfall Einrohrheizung  | 28 |
| 4.3.1    | Verfahren A (Regelleistung)  | 29 |
| 4.3.2    | Verfahren B (Premiumleistung)  | 29 |
| 4.4      | Sonderfall Fußbodenheizung   | 29 |
| 4.4.1    | Verfahren A (Regelleistung)  | 30 |
| 4.4.2    | Verfahren B (Premiumleistung)  | 30 |
| <b>5</b> | <b>Anpassung einer Außentemperaturgeführten Vorlauftemperaturregelung</b>        | 33 |
| 5.1      | Nachtabsenkung   | 35 |
| 5.2      | Verfahren A (Regelleistung)  | 35 |
| 5.3      | Verfahren B (Premiumleistung)  | 36 |
| <b>6</b> | <b>Heizkreispumpe</b>  | 37 |
| 6.1      | Verfahren A (Regelleistung)  | 37 |
| 6.2      | Verfahren B (Premiumleistung)  | 37 |
| <b>7</b> | <b>Dämmung von Rohrleitungen</b>   | 41 |
| 7.1      | Verfahren A (Regelleistung)  | 45 |
| 7.2      | Verfahren B (Premiumleistung)  | 45 |
| <b>8</b> | <b>Druckhaltung</b>  | 47 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| <b>9</b>  | <b>Dokumentation</b>  | 57 |
| <b>10</b> | <b>Anhang</b>   | 59 |
| 10.1      | Anhang Kapitel 1  | 60 |
| 10.1.1    | Hinweis bei unvollständiger Beauftragung  | 60 |
| 10.1.2    | Festlegung des Standards  | 61 |
| 10.2      | Anhang Kapitel 2  | 62 |
| 10.2.1    | Heizlastabschätzung in Anlehnung an DIN EN 15378  | 62 |
| 10.3      | Anhang Kapitel 3  | 64 |
| 10.3.1    | Heizkörperdiagramm  | 64 |
| 10.3.2    | Fußbodenheizungsdiagramm  | 65 |
| 10.3.3    | Umrechnung von Heizkörperleistungen   | 66 |
| 10.3.4    | Wärmeleistungen für Plattenheizkörper   | 67 |
| 10.3.5    | Wärmeleistungen für Röhrenradiatoren  | 68 |
| 10.3.6    | Wärmeleistungen für Gussradiatoren (DIN 4703)   | 69 |
| 10.3.7    | Wärmeleistungen für Konvektoren   | 70 |
| 10.3.8    | Wärmeleistungen für Standard-Badheizkörper  | 71 |
| 10.3.9    | Wärmeleistungen für Kreuzrohr-Badheizkörper   | 72 |
| 10.4      | Anhang Kapitel 4  | 73 |
| 10.4.1    | Diagramm Thermostatventil am Beispiel Oventrop  | 73 |
| 10.4.2    | Diagramm Thermostatventil für den automatischen – hydraulischen Abgleich am Beispiel Oventrop | 74 |
| 10.5      | Anhang Kapitel 5  | 75 |
| 10.5.1    | Heizkurveneinstellung   | 75 |
| 10.6      | Anhang Kapitel 6  | 76 |
| 10.6.1    | Pumpendiagramm Wilo Stratos Pico  | 76 |
| 10.7      | Anhang Kapitel 7  | 77 |
| 10.7.1    | Dämmdicken gemäß EnEV 2014/2016   | 77 |
| 10.8      | Anhang Kapitel 8  | 78 |
| 10.8.1    | Checkliste für die Installation eines Ausdehnungsgefäßes                                      | 78 |
| 10.8.2    | Berechnungsgrößen am Ausdehnungsgefäß   | 79 |
| 10.8.3    | Überschlägige Auslegung Ausdehnungsgefäß  | 80 |
| 10.9      | Anhang Kapitel 9  | 81 |
| 10.9.1    | Kesselblatt   | 81 |
| 10.9.2    | Nachweis hydraulischer Abgleich, (Einzelmaßnahme)   | 82 |
| 10.9.3    | Nachweis hydraulischer Abgleich, Effizienzhaus  | 84 |
| 10.9.4    | Kurzzusammenfassung Hydraulik   | 86 |
| <b>11</b> | <b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>  | 87 |
| 11.1      | Tabellenverzeichnis   | 88 |

# VORWORT

Die aktuelle Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“ wurde in einem Arbeitskreis der Verbände ZVSHK, VdZ, VDMA Fachverband Armaturen und VDMA Fachverband Pumpen und Systeme erarbeitet. Es handelt sich um eine Überarbeitung der ersten, in einer ZVSHK-Arbeitsgruppe erstellten Fachregel aus dem Jahr 2010 dar. In der Zwischenzeit hat sich die Fachregel dahingehend durchgesetzt, dass sie zur Förder Voraussetzung für die relevanten Fördermaßnahmen in der Bundesrepublik wurde.

Die hier vorliegende Broschüre stellt den Originaltext einem entsprechenden Kommentar gegenüber. Dies erlaubt Hinweise für das Verständnis und den Einsatz, die in einer Fachregel wegen ihres neutralen Charakters nicht möglich sind. Die Kommentare sind farblich wie in diesem Absatz kenntlich gemacht (blaue Schrift).

Die Autoren waren teilweise an der Überarbeitung der Fachregel als Projektleiter bzw. Arbeitsgruppenmitglied beteiligt.

Die hier vorliegende Broschüre übernimmt die ZVSHK-VdZ-VDMA-Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“ vollumfänglich und ergänzt sie lediglich um Erläuterungen und Kommentare. Sie kann als Nachschlagewerk oder im Rahmen der Ausbildung verwendet werden.





# 1 GRUNDSÄTZLICHES ZUR NUTZUNG DER FACHREGEL

Im Zuge einer Sanierung stellt sich die Frage, ob das System Heizung, als Ganzes betrachtet, wirklich optimal abgestimmt ist. Gleiches gilt bei der Begutachtung einer bestehenden Anlage im Rahmen eines Heizungs-Checks. Die ganzheitliche Abstimmung der Komponenten untereinander und das Zusammenspiel mit dem Gebäude beeinflussen in erheblichem Maße den Verbrauch. Dies hat entsprechende Folgen für die laufenden Energiekosten und die Belastung bzw. Schonung der Umwelt.

Die Bundesregierung Deutschland hat, von diesem Leitgedanken ausgehend, die Förderprogramme so ausgestaltet, dass ohne „Optimierung“ keine Fördergelder gewährt werden.

Wenn Fördermittel in Anspruch genommen werden, ist anhand der jeweiligen Förderrichtlinie zu prüfen, welches der folgenden Verfahren im konkreten Einzelfall geeignet ist.

Man kann in der Regel davon ausgehen, dass Heizungsanlagen im Bestand nicht optimal abgestimmt sind. Das hat unterschiedliche Gründe. Teilweise hat sich der Standard einfach seit der damaligen Erstellung geändert. Teilweise wurden im Laufe der Lebensdauer an der vorhandenen Haustechnik Änderungen vorgenommen, die aus heutiger Sicht verbesserungsfähig sind. Selbst wenn bei der Erstellung aus heutiger Sicht alles optimal geplant und ausgeführt wurde, muss man sich zum Beispiel bei Einbau eines modernen Wärmeerzeugers fragen, ob die alte Abstimmung für den neuen Einsatz noch passt. Ein einfaches Beispiel ist hier der Vierwegemischer, der früher bewusst die Rücklaufemperatur angehoben hat, um den Kessel vor Korrosion zu schützen. Bei Brennwertgeräten ist jedoch gerade dieses Verhalten unerwünscht. Erste Hinweise auf Verbesserungspotenzial liefert die Durchführung eines Heizungs-Checks. Schulungen hierfür werden von der Verbandsorganisation angeboten. Ein sinnvolles Hilfsmittel ist die ZVPLAN-App.

Inwieweit eine Optimierung den Energieverbrauch positiv beeinflusst, lässt sich pauschal nur schwer sagen. Als Faustwert werden gerne Größenordnungen von 10 bis 15 % genannt. Dabei sollte man aber die Spannweite nicht vergessen, die vom Gebäude und dem Zustand der vorhandenen Gebäudetechnik abhängen. In der Praxis kann dieser Wert durchaus auf Werte von einzelnen Prozent bis hin zu 25 % reichen. Dabei reagieren insbesondere relativ gut gedämmte Gebäude mit Brennwerttechnik besonders sensibel auf die Optimierung der Anlagentechnik. Bei Einsatz von solarer Heizungsunterstützung oder Wärmepumpen kann im Einzelfall die Einsparung noch größer werden, weil zum Beispiel durch eine zu hoch gewählte Vorlaufemperatur Solarertrag oder Jahresarbeitszahl deutlich negativ beeinflusst werden.

Die technisch denkbaren Möglichkeiten für eine „Optimierung“ sind vielfältig. Diese Fachregel setzt in Verbindung mit dem Bestätigungsformular zum hydraulischen Abgleich einen technischen Standard. Dieser Standard ist zweigeteilt:

**Verfahren A (Regelleistung):** Das Verfahren A ist im Sinne der VOB/C die werkvertraglich geschuldete Regelleistung und darf im Rahmen der Förderung nur bis maximal 500 m<sup>2</sup> Wohn- bzw. Nutzfläche je Heizkreis mit eigener Pumpe/Differenzdruckregler eingesetzt werden.

Nach dem aktuellen Stand ist dieses Verfahren im Rahmen der KfW- und BaFa-Förderungen nicht uneingeschränkt zulässig. Bitte beachten Sie die jeweils geltenden Förderrichtlinien.

Die Begrifflichkeit „Regelleistung“ wird hier weiter parallel verwendet und entspricht in ihrer Nutzung der der alten Fachregel. Es hat sich gezeigt, dass das Wort „Regelleistung“ Raum für Fehlinterpretationen lässt. Der Wortbestandteil „Regel“ ist im Sinne der VOB/C zu verstehen. Die VOB geht von einer getrennten Beauftragung von Planung und Ausführung aus. Eine Regelleistung ist in die Kostenpositionen der Ausführung einzukalkulieren. Eine Ausführung nach Verfahren A/Regelleistung ist also praktisch eine Ausführung ohne aufwendige Planung. Dieser Leistungsumfang ist im Rahmen der im Folgenden geschilderten Einschränkungen grundsätzlich funktionsfähig und liefert auch bessere Ergebnisse als eine Ausführung nach dem Bauchgefühl. Empfehlenswert ist jedoch die umfängliche Planung. Da diese aber wegen des höheren Aufwandes mit (überschaubaren) Zusatzkosten einhergeht, liefert Verfahren A einen Standard, der auch bei eingeschränkten finanziellen Möglichkeiten genutzt werden kann. Um Unklarheiten zu vermeiden sollte in Angebot und Auftrag klar definiert sein, ob und welche Planungsleistung seitens des Handwerkers erbracht werden soll. Es ist empfehlenswert, den Kunden über die Folgen einer fehlenden Optimierung aufzuklären und dies schriftlich zu fixieren (vergleichen Sie hierzu Kapitel 10.1). Der Umfang der Optimierung (Regelleistung oder Premiumleistung,...) sollte ebenfalls klar definiert werden (s. Kapitel 10.1.2).

**Verfahren B (Premiumleistung):** Das Verfahren B setzt eine Planungsleistung voraus. Hierdurch wird ein deutlich höherer energetischer Standard erreicht.

Das Verfahren B ist als Premiumleistung separat zu beauftragen.

Nach dem aktuellen Stand ist dieses Verfahren im Rahmen der KfW- und BaFa-Förderungen grundsätzlich immer zulässig und empfohlen. Bitte beachten Sie die jeweils geltenden Förderrichtlinien.

Kernpunkt für die Unterscheidung der Standards ist die Ermittlung der Heizlast (s. Kap. 2). Dabei reichen die Unterschiede von einer **reinen Abschätzung der Heizlast** (Verfahren A) des kompletten Gebäudes bis hin zur **raumweisen Berechnung** (Verfahren B). Mit den sich daraus ergebenden Daten sind entsprechend tiefgehende, weitere Bearbeitungen möglich (zum Beispiel im Rahmen des hydraulischen Abgleichs).

Der jeweilige Standard sollte mit dem Kunden im Rahmen der Auftragserteilung schriftlich vereinbart werden. Das gilt auch vor dem Hintergrund, dass viele der in der VOB/C zitierten Normen notwendige Vereinfachungen für den Sanierungsfall nicht in ausreichendem Maße berücksichtigen.

Wenn keine eindeutigen Vereinbarungen getroffen wurden, gilt im Grundsatz das Verfahren A (Regelleistung) als Mindeststandard als vereinbart.

Bestimmte Tätigkeiten erfordern einen planerischen Aufwand, der mit dem Verfahren A (Regelleistung) nur schwer abzudecken ist. In Abhängigkeit von der verwendeten Heiztechnik werden daher unabhängig von Förderrichtlinien folgende Anwendungsbereiche empfohlen:

**Tabelle 1: Einsatzbereich Verfahren A/B**

|                              | Verfahren A<br>(Regelleistung) | Verfahren B<br>(Premiumleistung) |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Öl/Gas                       | X                              | X                                |
| Pellet                       | X                              | X                                |
| Scheitholz                   | X                              | X                                |
| Wärmepumpe                   |                                | X                                |
| BHKW                         |                                | X                                |
| solare Heizungsunterstützung |                                | X                                |

Quelle: VdZ

Diese Zuordnung mag auf den ersten Blick überraschen, ist aber durchaus nachvollziehbar. Wärmepumpe, BHKW und solare Heizungsunterstützung sind erst einmal vergleichsweise teure Technologien, bei denen die Mehrkosten für das Verfahren B prozentual weniger ins Gewicht fallen. Wärmepumpen und solare Heizungsunterstützung hängen in ihrer Effektivität an der Höhe der Systemtemperaturen. Je niedriger diese sind, desto höher sind die Jahresarbeitszahl bzw. der Solarertrag. Für das Verfahren A ist zwar eine manuelle Bestimmung einer „optimalen“ Temperatur möglich (Verfahren der FH Ostfalia, s. Kapitel 10.3.1). Dieses ist aber so zeitaufwendig, dass eine korrekte Berechnung mittels Computer im Rahmen der Premiumleistung kaum Mehraufwand benötigt. Im Gegenzug sind die Berechnungen nach Premiumleistung qualitativ deutlich besser. Mit dem manuellen Verfahren muss eine Temperaturoptimierung nach einer geschätzten Heizlast erfolgen. Dieser Wert ist statistisch nicht unbegründet, bezogen auf den einzelnen Raum im Zweifelsfall jedoch falsch. Dementsprechend ist die daraus ermittelte Systemtemperatur ebenfalls falsch. Die Systemtemperatur entscheidet über die Einsatzfähigkeit der jeweiligen Technik. Eine Vorlauftemperatur von 55 °C führt zu einer anderen Bewertung bezüglich des Einsatzes einer Wärmepumpe als eine von 65 °C. Die Abweichungen zwischen Abschätzung und genauer Berechnung, die sich je Raum ergeben, können durchaus größere Abweichungen in der Vorlauftemperatur bewirken. Bei BHKWs sind insbesondere Stirlingmotoren im Einfamilienhaus ausschlaggebend für die Verwendung des Verfahrens B. Der Stirlingmotor arbeitet relativ träge und sollte daher eine kontinuierliche Wärmeabnahme haben. Allen BHKW-Typen gemeinsam ist, dass sie als teure Investition möglichst gut an die tatsächliche Leistungsabnahme des Gebäudes angepasst werden müssen, um einen angemessenen Stromertrag zu erwirtschaften. Das ist nur mit dem Verfahren B zu gewährleisten. Je größer die Heizlast und je geringer der Anteil des BHKW an deren Deckung ist, desto eher ist hier Verfahren A zumindest denkbar.

## 1.1 Grundsätzliches

Wenn Planungswerte vorliegen (zum Beispiel aus der Bauphase) können diese verwendet werden. Es ist stichprobenhaft zu überprüfen, ob die Planungsvorgaben auch tatsächlich (immer noch) eingehalten werden. Bei einer umfangreichen energetischen Sanierung der Gebäudehülle und Anlagentechnik wird empfohlen, das Verfahren B (Premiumleistung) zu vereinbaren. Dabei werden aus Planungssicht häufig Verhältnisse wie im Neubau vorliegen. Bei einer Sanierung zum Effizienzhaus muss das Verfahren B angewandt werden.

Eine häufig gehörte Begründung für das Verfahren A ist die Tatsache, dass im Bestand viele Gebäudeeigenschaften nicht bekannt und nur mit eventuell unverhältnismäßigem Aufwand zu ermitteln sind. Davon abgesehen, dass die Normenlandschaft inzwischen hierfür sinnvolle Vereinfachungen liefert, stimmt das bei Totalsanierungen nicht. Bei einer Sanierung zu einem KfW-Effizienzhaus ist in der Regel ein Architekt eingebunden, es gibt einen

kompletten Satz Zeichnungen. Die Bausubstanz wurde aufgenommen und die Dämmstärken geplant. Damit liegen die wichtigsten Punkte für die Heizlastermittlung – U-Werte und Raumgeometrie – belastbar vor. Hier müssen keine Annahmen mehr getroffen werden und es kann wie bei einem Neubau gerechnet werden.

## 1.2 Unterschied zum Neubau

Im Gegensatz zur Sanierung im Altbestand liegen im Neubau alle notwendigen Daten der Gebäudehülle vor. Die komplette Neuinstallation erfordert kein Abschätzen einer Altinstallation. Die Vereinfachungen, die in diesem Dokument für den Altbau getroffen werden, finden im Neubau keine Anwendung. Das ändert jedoch aus VOB-Sicht nichts an der Einteilung der Standards. Eine entsprechende Planungsleistung muss ausdrücklich beauftragt werden. Für Neubauten oder Sanierungen zum Effizienzhaus liegt das Formular KfW-Effizienzhaus vor.

Dieser Hinweis soll dem Missverständnis vorbeugen, dass das Verfahren A für einen Neubau geeignet ist.

## 1.3 Planung durch Dritte bei VOB-Verträgen

Wenn Planungsleistungen durch Dritte durchgeführt werden, sind die gegebenen Werte und Dimensionen stichprobenhaft auf Plausibilität nach Verfahren A (Regelleistung) zu überprüfen (Beispiel Heizkörper: Übereinstimmung der Heizleistung bei geplanter Vorlauftemperatur mit den Schätzwerten in Anlehnung an die DIN EN 15378, Übereinstimmung der Ventileinstellwerte mit der Leistung und der Spreizung). Bei erkennbaren Abweichungen ist der Auftraggeber davon in Kenntnis zu setzen. Die Anforderungen an den ausführenden Betrieb aus der EnEV bleiben davon unberührt (zum Beispiel Unternehmererklärung).

In der Praxis gibt es häufig Auslegungsfragen, wie sich der Fachbetrieb bei einer Planung durch Dritte im Rahmen von VOB-Verträgen verhalten soll. Bisweilen wird die nicht haltbare Einstellung vertreten, dass er jede Berechnung des Planers im Detail nachvollziehen soll. Tatsächlich ist er ohne weitere Vereinbarung nur zu einer stichprobenhaften Plausibilitätskontrolle verpflichtet. Hier wird vorgeschlagen, diese Kontrolle nach Verfahren A durchzuführen. Dabei muss klar sein, dass es zwischen den überschlägigen Werten nach Verfahren A und den seitens des Planers berechneten Ergebnissen Unterschiede geben muss. Die Plausibilität ist nur dann nicht gegeben, wenn die Abweichungen über alle Räume deutlich sind. Wenn zum Beispiel die überschlägige Heizlast in einem Bereich von  $\pm 40\%$  im Vergleich zur Berechnung schwankt, ist das kein Hinweis auf eine fehlerhafte Berechnung. Dies ergibt sich alleine schon durch die pauschale Annahme einer Heizlast, die die geometrischen Eigenheiten des einzelnen Raumes nicht berücksichtigt. Wenn aber die Heizlast generell nur halb so groß wie überschlägig ermittelt ist, dann sollten vorsorglich Bedenken hinsichtlich der Vorleistung angemeldet werden.

## 1.4 Allgemeiner Hinweis

Diese Leistungsbeschreibung wird in Abhängigkeit von den Rückmeldungen aus der Praxis wie jede andere technische Regel mit der Zeit angepasst werden. Jeder Nutzer sollte daher von Zeit zu Zeit überprüfen, ob eine Überarbeitung vorliegt.

## 2 HEIZLAST UND KESSELLEISTUNG

### 2.1 Verfahren A (Regelleistung)

Die Heizlast des Gebäudes kann vereinfacht nach folgender Tabelle, die die Datenbasis für Bild NB.1 aus „Nationaler Anhang zu DIN EN 15378“ bildet abgeschätzt werden.

**Tabelle 2: Heizlast in Abhängigkeit von der beheizbaren Nutzfläche (in Anlehnung an Nationaler Anhang zu DIN EN 15378)**

| Beheizbare Nutzfläche<br>in m <sup>2</sup> | Heizlast in W/m <sup>2</sup> |               |               |               |               |          |
|--|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
|  | ab 2009                      | 2002 bis 2008 | 1995 bis 2001 | 1984 bis 1994 | 1978 bis 1983 | bis 1977 |
| 100  | 38                           | 45            | 67            | 99            | 115           | 163      |
| 125  | 38                           | 45            | 67            | 98            | 114           | 162      |
| 150  | 37                           | 44            | 66            | 98            | 114           | 161      |
| 200  | 37                           | 44            | 65            | 97            | 113           | 160      |
| 300  | 36                           | 43            | 64            | 95            | 110           | 157      |
| 500  | 33                           | 40            | 60            | 90            | 105           | 150      |
| 1000                                       | 32                           | 39            | 59            | 88            | 103           | 148      |
| 1500                                       | 31                           | 38            | 58            | 87            | 101           | 145      |
| 2000                                       | 30                           | 37            | 56            | 85            | 99            | 143      |
| 3000                                       | 28                           | 35            | 54            | 82            | 95            | 138      |

Quelle: VdZ

Für die Einstellung der Ventileinstellwerte (Kapitel 4) kann die Abschätzung der Raumheizlast analog erfolgen. Eine Abschätzung anhand der installierten Heizflächengröße ist möglich.

An dieser Stelle muss klar sein, dass es sich bei der oben geschilderten Vorgehensweise um eine Abschätzung handelt, die auf der einen Seite statistisch nicht abwegig ist. Auf der anderen Seite kann sie aber auch komplett falsch liegen. Diese Tabelle nimmt keine Rücksicht auf den individuellen Zustand des Gebäudes. Eventuell wurde das Gebäude bei Erstellung besser gedämmt als damals üblich. Eventuell sind seit dem Bau Sanierungsmaßnahmen vorgenommen worden. Ebenso wenig wird berücksichtigt, dass die Heizlast abhängig ist von der Raumtemperatur (Bäder werden höher temperiert) oder dem Anteil an Außenflächen (Eckraum oder innen liegender Raum). Die Liste mit nicht berücksichtigten Einflussfaktoren ließe sich noch länger führen. Ob der alte Heizkörper im Fall der alternativ möglichen Abschätzung nach Heizflächengröße überhaupt jemals an die Heizlast angepasst wurde oder nur nach der Fensternische ausgewählt wurde, ist ebenfalls unbekannt. Damit ist klar, dass das Verfahren A Unsicherheiten birgt. Es ist aber auf jeden Fall besser, dieses Verfahren anzuwenden, als überhaupt nichts zu machen. Bei manchen Kunden geht einfach nichts mehr, weil jeglicher Aufwand zu viel ist. Das können finanzielle Gründe sein, oder auch ganz simple Fälle, in denen ein alter Kunde einfach nicht unnötig belästigt werden möchte.

Die vereinfachte Abschätzung der Heizlast in Anlehnung an DIN EN 15378 führt zu einer gewissen Abweichung vom theoretischen Ergebnis nach DIN EN 12831. Um eventuelle Nachteile bei der Auslegung des Wärmeerzeu-

gers auszugleichen, sollen zur Kompensation bei der Geräteauswahl im Einfamilienhausbereich vorzugsweise folgende Randbedingungen eingehalten werden:

- Gaskessel mit einer max. Wärmeabgabe von 20 kW (bei WW-Bereitung im Durchlaufverfahren 25 kW) bei einer minimalen Wärmeabgabe von maximal 5 kW (modulierend oder stufig).
- Ölkessel mit einer max. Wärmeabgabe von 20 kW.
- Pelletkessel mit einer max. Wärmeabgabe von 20 kW bei einer minimalen Wärmeabgabe von maximal 5 kW (modulierend oder stufig).

Diese Auswahl berücksichtigt die Anforderungen an die übliche Warmwasserbereitung, aber auch die energetische Notwendigkeit eines in der Leistung angepassten Wärmeerzeugers. Alternativ kann für die Auslegung des Wärmeerzeugers gemäß Beiblatt 2 zur DIN EN 12831 auf Verbrauchswerte zurückgegriffen werden. Dabei ist die Höhe des vom Kunden angegebenen Verbrauchs auf Plausibilität zu überprüfen. Vorhandenes Rechnungsmaterial des Energielieferanten ist zu bevorzugen. Nach Absprache mit dem Kunden muss klar sein, dass keine weiteren Wärmequellen verwendet wurden (Kaminöfen ...), da diese das Ergebnis verfälschen. Eine Kombination aus beiden Verfahren zur Absicherung ist vorteilhaft.

Die Auslegung eines Wärmeerzeugers wird im Einfamilienhausbereich stärker vom Warmwasserbedarf beeinflusst als bei größeren Gebäuden. Gleichzeitig ist bei den o. g. Gerätetypen anders als bei Wärmepumpen, die Leistungsabstufung der verfügbaren Geräte recht grob. Die Gefahr, durch eine fehlerhafte Abschätzung ein zu großes und damit zu teures Gerät auszuwählen, ist daher nicht gegeben. Sobald man sich im Bereich größerer Gebäude bewegt, kann auch bei diesen Techniken durch eine richtige Planung dadurch Geld eingespart werden, dass im Einzelfall ein kleineres Gerät ausgewählt werden kann. Wenn bei größeren Gebäuden dennoch das Verfahren A genommen werden soll, kann man bei geringem Aufwand statt der o. g. Tabelle die Heizlast nach der Hüllfläche des Gebäudes berechnen (entsprechend DIN EN 12831 Beiblatt 2) und damit die Genauigkeit deutlich verbessern

## 2.2 Verfahren B (Premiumleistung)

Für Verfahren B wird die Heizlast des Gebäudes grundsätzlich raumweise nach der Normenreihe DIN EN 12831 berechnet. Damit liegen sowohl für die Auslegung des Wärmeerzeugers als auch für alle anderen Optimierungen bestmögliche Grunddaten vor. Dieses Vorgehen ist bei einer Sanierung zum KfW-Effizienzhaus anzuwenden.


Sollten Unsicherheiten bei der Aufnahme der Gebäudesubstanz bestehen, sind die „Vereinfachungen“ für die Datenaufnahme in Anlehnung an die Normenreihe DIN EN 12831 zulässig (Messung U-Wert, Bauteilkatalog, ...), nicht jedoch die Aufmaßvereinfachungen wie Übermessen der Gauben etc.


Alternativ kann das Vorgehen, wie es im Optimus-Verfahren (FH Wolfenbüttel/FH Ostfalia) vorgeschlagen wird, verwendet werden.

Dieser Abschnitt ist durch die Entwicklung im Normenbereich seit Veröffentlichung der Fachregel ungewollt missverständlich. Der zweite Absatz über die Aufmaßvereinfachungen bezieht sich originär auf die DIN EN 12831 Beiblatt 2, das ein Verfahren für die Gebäudeheizlast beschreibt. Verfahren B rechnet aber raumweise. Die in Beiblatt 2 beschriebenen Hilfsmittel für den Bestand sind auch ausdrücklich für die raumweise Berechnung geeignet, nicht jedoch die Aufmaßvereinfachungen. Bei letztem Punkt geht es darum, dass für die Gebäudeheizlast


zum Beispiel Gauben eher eine untergeordnete Rolle spielen. Für den einzelnen Raum gilt dies natürlich nicht. Hier kann eine Gaube schnell die Heizlast deutlich erhöhen. Mit der aktuellen Veröffentlichung des Beiblatts 3 gibt es ein raumweises, vereinfachtes Verfahren, das ebenfalls Aufmaßvereinfachungen zulässt. Die Vorgehensweise im Beiblatt 3 entspricht der Intention dieser Fachregel und ist damit zulässig.

**Abb. 1: Vereinfachte Heizlastermittlung nach DIN EN 12831 mittels App am Beispiel ZVPLAN**







Heizungsscheck




Schnellheizlast



Tools



Infos

Eine Software-Initiative von: 

← Zurück
**Schnellheizlast**

Baualter

---

Über dem Raum

|                   |  |
|-------------------|--|
| ti                | <input style="width: 40px;" type="text" value="20"/> °C                                      |
| Raumfläche        | <input style="width: 40px;" type="text" value="15"/> m <sup>2</sup>                          |
| Außenwandlänge    | <input style="width: 40px;" type="text" value="3"/> m  |
| Fensterverglasung | <input style="width: 100%; border: 1px solid gray;" type="text" value="Zweifachverglasung"/> |
| Fensterfläche     | <input style="width: 40px;" type="text" value="2"/> m <sup>2</sup>                           |

Unter dem Raum

---

Φ HL  Watt  Watt/m<sup>2</sup>

weiter

Quelle: Consoft

**Hinweis:** Mit der derzeitigen Übernahme der überarbeiteten EN 12831 in die nationale Normung (DIN EN) wird es nach dem aktuellen Stand keine substantiellen Veränderungen für den Bereich Optimierung geben. Allerdings werden die Normenteile anders nummeriert werden. Insofern sind alle Zitate der Normenreihe DIN EN 12831 in diesem Kommentar zu einem späteren Zeitpunkt inhaltlich nicht grundsätzlich falsch. Sie müssen jedoch an anderen Stellen der Norm gesucht werden.





## 3 HEIZFLÄCHENOPTIMIERUNG

Im Zuge der Sanierung von Heizungsanlagen sind die wärmeübertragenden Flächen, welche die Wärmeübergabe an den Raum sicherstellen, von besonderer Bedeutung. In der überwiegenden Zahl sind dies im Bestand Heizkörper aus Stahl. Nur voll funktionsfähige, richtig dimensionierte und eingestellte Heizflächen in allen Räumen erlauben einen maximal reduzierten und damit optimierten Betrieb von Pumpen- und Kesselleistung.

### 3.1 Verfahren A (Regelleistung)

Bevor eine Optimierung mit rechnerischen Mitteln oder durch Einregulierung stattfindet, soll eine Begehung sämtlicher Räume zur Überprüfung der Heizkörper erfolgen. Werden, wie später beschrieben, die Heizkörperleistungen aus den Herstellerangaben ermittelt, so muss zuvor festgestellt werden, ob die installierten Heizkörper funktionsfähig sind.

Eine Überprüfung folgender Punkte soll durchgeführt werden:

- Einbausituationen der Heizkörper, die das freie An- und Abströmen der Luft behindern und somit die Wärmeabgabe durch Konvektion verringern. Dies können sein: Frontverkleidungen, Sockel oder überstehende Fensterbänke sowie Hinterkleidung durch Wärmedämmung, mehrfache Anstriche und Lackierungen.
- Der Auftraggeber sollte auf Heizkörper mit sichtbaren korrosiven Stellen hingewiesen werden.

Eine Neuberechnung der Raumheizlast ist nicht zwingend erforderlich, wenn lediglich einzelne Heizkörper gegen Heizkörper entsprechender Normwärmeleistung ausgetauscht werden. Die Auswahl muss in jedem Fall bei gleicher Bezugstemperatur-Paarung erfolgen. Bei Austausch eines großen Anteils von Heizkörpern ist die Durchführung einer raumweisen Heizlastberechnung zu prüfen.

Anders als die Einleitung zu diesem Kapitel sprachlich nahelegt ist eine Optimierung im Sinne der Berechnung der minimal möglichen Vorlauftemperatur im Rahmen des Verfahrens A nicht möglich. Hier beschränkt sich die Leistung auf die generelle Funktionsfähigkeit der Heizflächen. Diese Überprüfung ist im Rahmen des Verfahrens B ebenfalls notwendig. Damit ist genau genommen die vorherige Überprüfung, ob die Heizflächen die Nutzung des Brennwerteffektes erlauben, wie es in einigen Förderprogrammen gefordert wird, nur dann möglich, wenn die eingestellten Systemtemperaturen ausreichend niedrig sind und die Heizungsanlage das Haus ausreichend erwärmt. Die KfW schreibt hierzu in ihrem Merkblatt „Anlage zu den Merkblättern Energieeffizient Sanieren – Kredit (151/152), Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss (430), Energieeffizient Bauen (153)“ (Stand 8/2016): „Im Rahmen der KfW-Förderung gilt ein dauerhafter Brennwertbetrieb dann als gegeben, wenn bei Normaußentemperatur am jeweiligen Standort die Brennwertnutzung mit einer je nach eingesetztem Energieträger ausreichend niedrigen Rücklauftemperatur für das Anlagensystem möglich ist.“

Zum jetzigen Zeitpunkt wird das Verfahren A von den Fördergebern zum Teil akzeptiert. Es sollte dringend anhand der Förderkriterien im Einzelfall überprüft werden, welches Verfahren (A oder B) förderfähig ist.

Sowohl für Verfahren A und Verfahren B wird empfohlen, dass eine Begehung sämtlicher Räume zur Überprüfung der Heizkörper erfolgt. Werden, zum Beispiel wie im Kapitel 3.2 beschrieben, die Heizkörperleistungen aus den Herstellerangaben ermittelt, so muss zuvor festgestellt werden, ob die installierten Heizkörper funktionsfähig

sind. Ein minder funktionsfähiger Heizkörper in einem Raum führt zu einer Temperaturerhöhung im Vorlauf für die Gesamtanlage und ist somit mit verantwortlich für die verminderte Energieeffizienz des Wärmeerzeugers (Heizkessel, Wärmepumpe etc.).

Neben der Überprüfung der im Fachregeltext beschriebenen Punkte ist es empfehlenswert, die Heizkörper auf mehrfache Anstriche/Lackierungen zu überprüfen. Ein 1,0 mm dicker vollflächiger Farbanstrich reduziert die Wärmeleistung des Heizkörpers um bis zu 5 %. Eine zusätzliche Leistungsreduzierung ist durch die Verwendung von Nichtheizkörperlack zu berücksichtigen. Dieser reduziert zusätzlich die Wärmeleistung aufgrund verminderter Wärmestrahlung des Heizkörpers.

Wenn bei der Begehung auffällt, dass Luft in den Heizkörpern ist, kann das ein Anzeichen für Undichtigkeiten im Rohrnetz oder mangelhafte Druckhaltung sein.

Ist ein Austausch von einzelnen Heizkörpern angezeigt, so ist ohne eine Neuberechnung der Raumheizlast und der Heizkörperauslegung auf die gleiche Norm-Wärmeleistung des neuen Heizkörpers anhand des vorhandenen Heizkörpers zu achten. Bei der Norm-Wärmeleistung ist zu beachten, dass mit der Einführung der EN 442 die Norm-Wärmeleistung für Heizkörper mit 75/65/20 °C (Vorlauf-, Rücklauf-, Innentemperatur) angegeben wird, während vorher die Norm-Wärmeleistung für DIN-Paarung mit 90/70/20 °C angegeben wurde. Eventuell vorhandene alte Produktangaben zur Wärmeleistung können daher nicht ohne Umrechnung verwendet werden. Vergleichen Sie hierzu Kapitel 10.3.3.

Es bietet sich an, bei dieser Gelegenheit den Bauherren/Nutzer über das Design neuer Heizkörper, Zusatznutzen oder Positionierung im Raum zu beraten.

**Abb. 2: Design-Röhrenradiator Dera T 1800 x 654 mm (10 EL) mit M-Ventil Softline, alles im Farbton Weiß RAL 9016**



Quelle: BEMM

## 3.2 Verfahren B (Premiumleistung)

Die in der Stufe des Verfahrens A (Regelleistung) beschriebene erste Vorgehensweise für die Überprüfung der eingebauten Heizkörper hat ebenso für das Verfahren B zu erfolgen.

Im Rahmen des Verfahrens B ist die Auslegung der vorhandenen Heizflächen für jeden Raum im Gebäude rechnerisch zu überprüfen.

Die Heizlastberechnung erfolgt raumweise nach DIN EN 12831 (s. Kap. 3.1). Die Ermittlung der Vorlauftemperatur der Gesamtheizungsanlage im Auslegungspunkt (niedrigste Außentemperatur) erfolgt darauf aufbauend individuell je Heizfläche durch den Vergleich von errechneter Raumheizlast mit der installierten Heizleistung der betreffenden Heizflächen. Die höchste ermittelte Vorlauftemperatur bestimmt die Systemtemperatur für alle Heizflächen. Wenn die Hersteller und Typen der Heizkörper identifiziert werden können und Herstellerangaben zur Verfügung stehen, sind diese als Heizkörperleistung zu verwenden. Anderenfalls sind die üblichen Tabellenwerte zu verwenden. Eine manuelle Vorgehensweise ist zum Beispiel im Optimus-Verfahren beschrieben. Eine Softwarelösung ist empfehlenswert.

In der Praxis sind häufig einzelne Heizflächen relativ knapp bemessen und erzwingen damit für das Gesamtsystem hohe Vorlauftemperaturen. Sie können an einer im Vergleich zu anderen Heizkörpern deutlich verringerten Spreizung erkannt werden. Vor dem Hintergrund der obligatorischen Überprüfung des dauerhaften Brennwertbetriebs in der KfW-Förderung müssen diese ggf. gegen vergrößerte Heizflächen ausgetauscht werden.

Ein Austausch der vorhandenen Heizkörper ist auch bei extrem zu groß dimensionierten Heizkörpern zu prüfen, da diese Räume im Absenkbetrieb (Nacht, Nebenzeiten) unzureichend abkühlen. Ein Eindrosseln dieser Heizkörper an den Ventilen ist nur begrenzt erfolgreich.

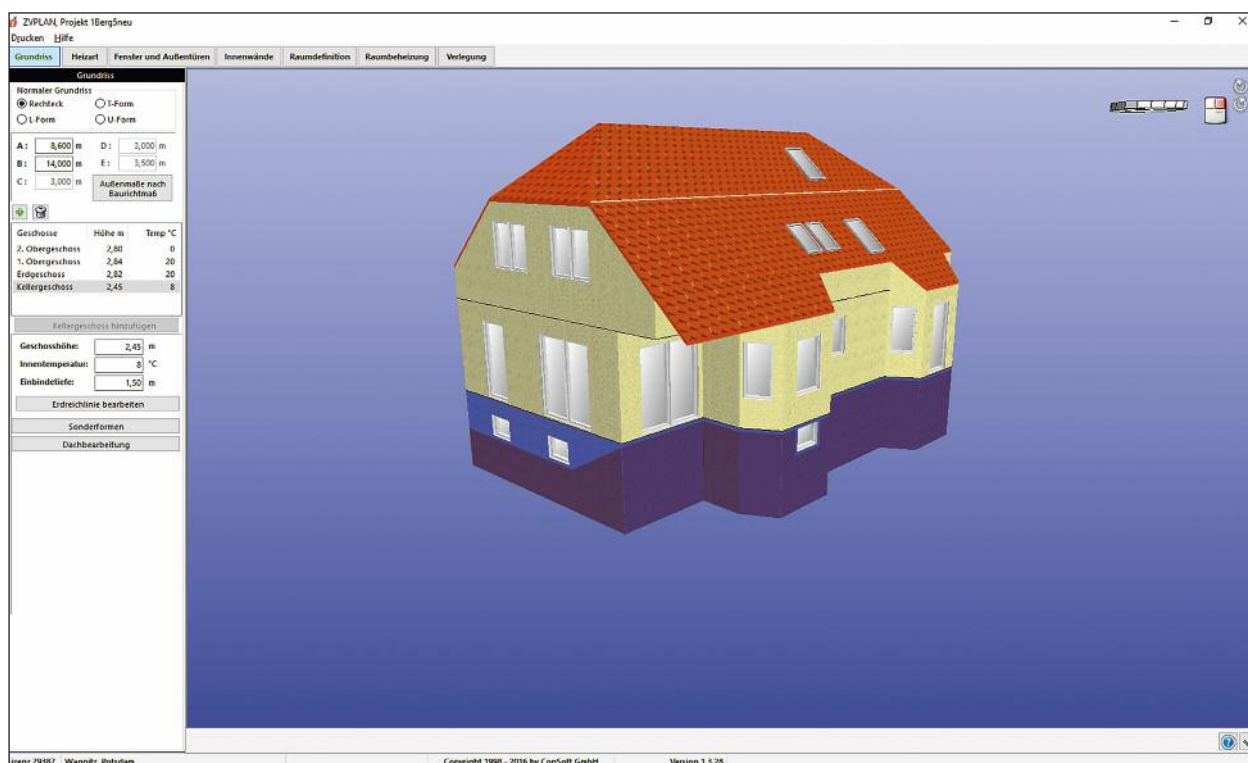
Insbesondere bei Wärmepumpen ist eine möglichst geringe Vorlauftemperatur empfehlenswert. Dies ist vor dem Hintergrund der in den Förderrichtlinien geforderten Jahresarbeitszahlen unabdingbar. Hier sollte die Planungsleistung ggf. separat vorab beauftragt werden, um Streitigkeiten wegen eventueller Folgekosten durch zu vergrößernde Heizflächen zu vermeiden.

Der in Kapitel 4 beschriebene hydraulische Abgleich erfolgt unter anderem durch die Voreinstellung der Thermostatventile je Heizkörper. Der Volumenstrom je Heizkörper wird zu diesem Zweck aus der anteilig zu deckenden Raumheizlast je Heizkörper und der individuell ermittelten Spreizung berechnet.

Im Rahmen der Regelleistung erfolgen keine Berechnungen der Heizlast nach DIN EN 12831, dies ist der Premiumleistung (Verfahren B) vorbehalten. Damit ist das im Folgenden beschriebene Verfahren in der Regelleistung nicht möglich.

Für eine Optimierung der Systemtemperaturen werden alle Normheizleistungen der Heizflächen in Bezug zur Heizlast gesetzt. Für die Heizfläche mit dem ungünstigsten Verhältnis wird bei einer für das System sinnvollen

**Abb. 3: Screenshot ZVPLAN**



Quelle: ZVSHK/Consoft

Spreizung die niedrigste mögliche Vorlauftemperatur ermittelt, die die geforderte Heizlast abdeckt. Mit dieser Vorlauftemperatur können alle weiteren Heizflächen betrieben werden. Die jeweils benötigte Spreizung ist größer als beim Startheizkörper. Sie wird in einem weiteren Schritt rechnerisch ermittelt und bei der Berechnung des hydraulischen Abgleichs (s. Kapitel 4) weiter genutzt.

Wenn in einem Raum mehrere Heizkörper vorhanden sind, ist es sinnvoll, die Heizlast im Verhältnis der Normheizlasten auf die Einzelheizkörper zu verteilen. Ist beispielsweise die Wärmeleistung der Heizkörper in einem Raum mit zwei Heizkörpern im Verhältnis 40 : 60 %, so ist die – Gesamtheizlast – des – Raumes – ebenfalls 40 : 60 % auf die Heizkörper zu verteilen. In der Regel wird diese Vorgehensweise im Rahmen der Heizlastberechnung bei entsprechend ausgestatteten Computerprogrammen mit abgebildet (z. B. ZVPLAN, s. Abb. 3).

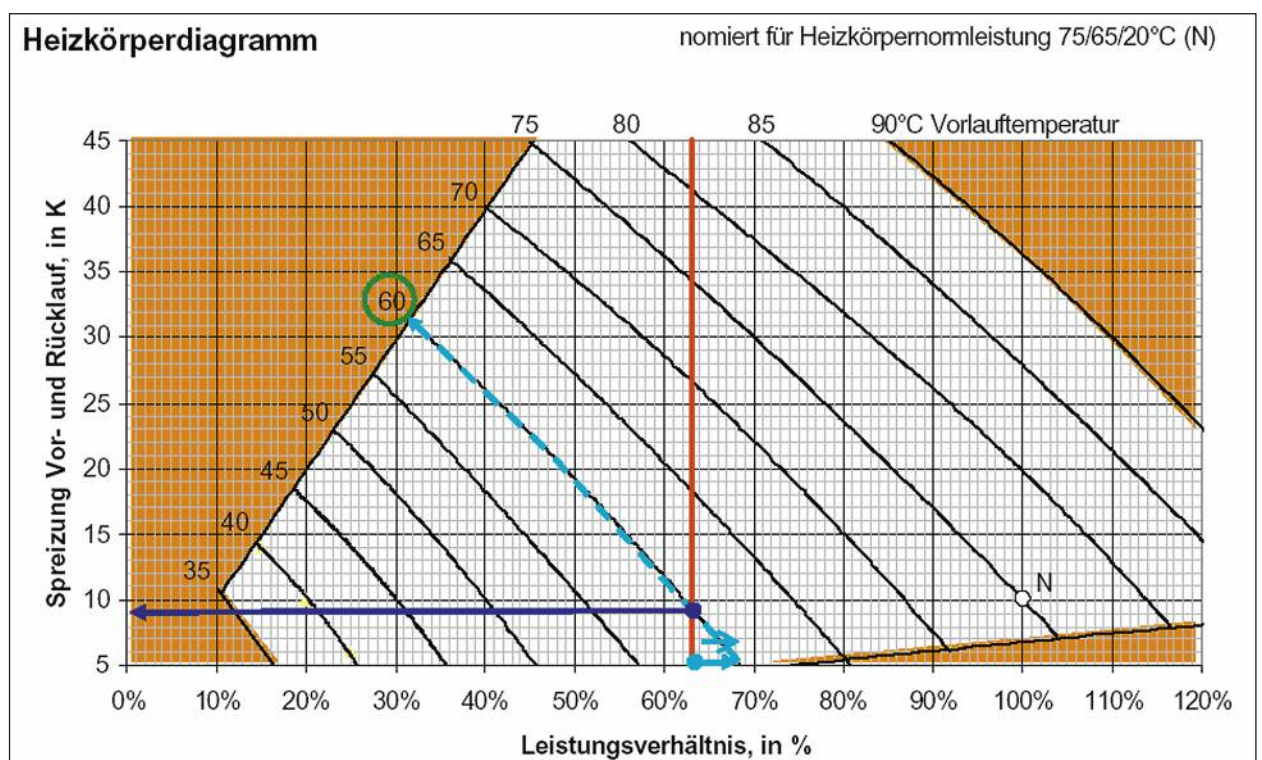
Für die Bestimmung der Vorlauftemperatur sind die Heizkörperleistung und die Raumheizlast bei 75/65/20 °C erforderlich. Mit diesen Werten wird das Leistungsverhältnis errechnet:

$$\frac{\text{Raumheizlast}}{\text{Heizkörperleistung}} \times 100 \%$$

Im Diagramm (s. Abb. 4) wird das Leistungsverhältnis für jeden Heizkörper von der Unterseite des Diagramms mit einem senkrechten Strich zur darüber befindlichen Vorlauftemperaturkurve verbunden. Die höchste so ermittelte Vorlauftemperaturkurve ist die Startvorlauftemperatur für die Anpassung der außentemperaturgeführten Vorlauftemperaturregelung. Bei Fußbodenheizung wird analog verfahren (s. 10.3.2).

Für alle anderen Heizkörper werden die Striche bis zur neu festgesetzten Vorlauftemperaturkurve verlängert. Die senkrechte Projektion auf die linke Achse ermöglicht die Ablesung der jeweils individuellen Spreizung. Die Rücklauftemperatur jedes einzelnen Heizkörpers ist Vorlauftemperatur minus Spreizung.

Abb. 4: Heizkörperdiagramm

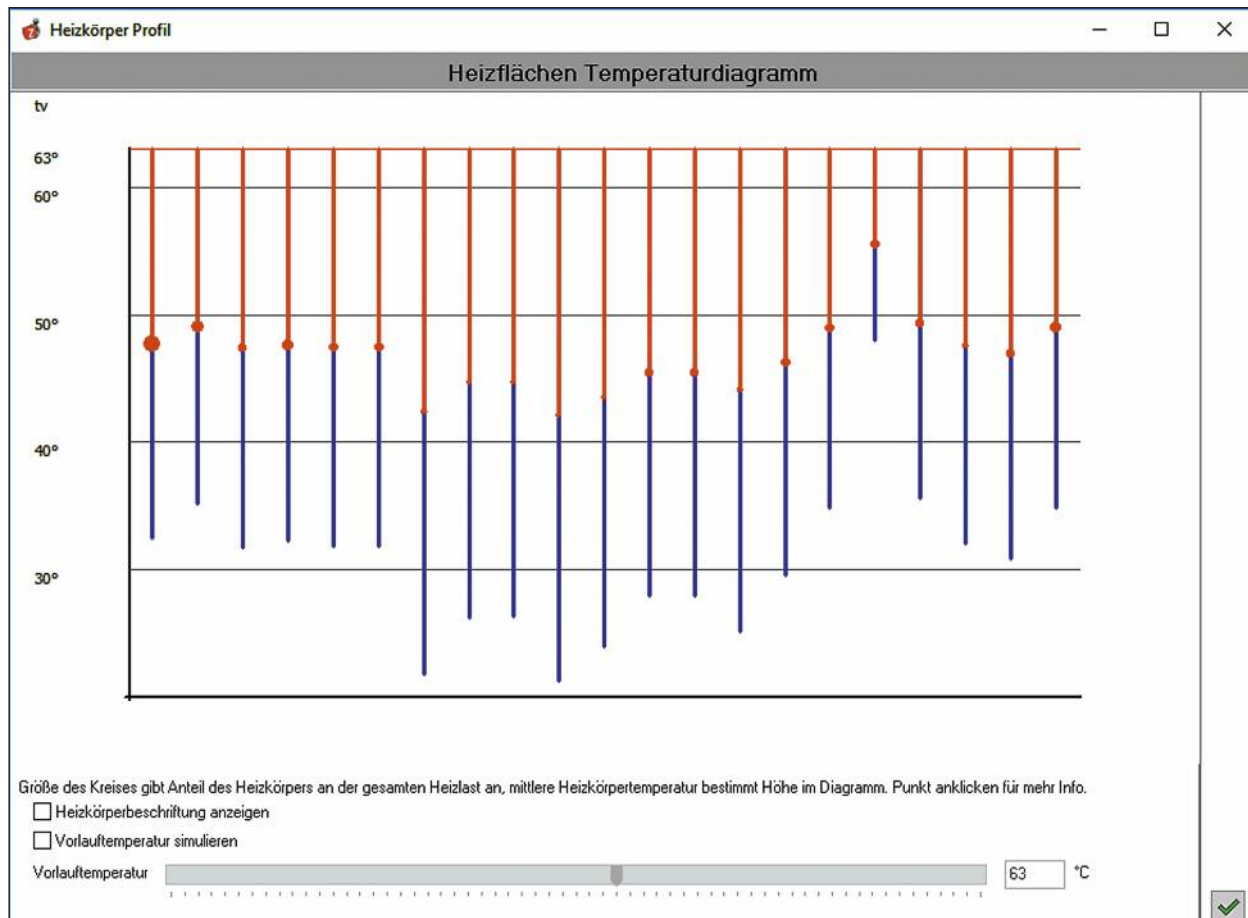


Wird kein Schnittpunkt im weißen Bereich des Heizkörperdiagramms gefunden, so sind die Heizkörper dieses Raumes auszutauschen. Befindet sich der theoretische Schnittpunkt links vom weißen Bereich des Heizkörperdiagramms, so ist die Wärmeleistung des Heizkörpers zu groß und lässt sich nicht im erforderlichen Maß am Ventil über den Massenstrom eindrosseln. Liegt der theoretische Schnittpunkt rechts vom weißen Bereich, so ist die Wärmeleistung des Heizkörpers zu klein und der Heizkörper ist gegen einen Heizkörper mit größerer Wärmeleistung auszutauschen.

**Ablesebeispiel für einen Heizkörper:** Aus der Raumheizlast 1260 W und einer Heizkörperleistung von 2000 W berechnet sich das Leistungsverhältnis zu 63 %. Die rechts davon befindliche nächste Vorlauftemperaturkurve ist 60 °C. Mit dem Schnittpunkt aus Vorlauftemperaturkurve und Leistungsverhältnis kann horizontal die Spreizung von 9 K für den Heizkörper abgelesen werden. Die Rücklauftemperatur stellt sich somit bei 51 °C ein.

Wenn der am kleinsten ausgelegte Heizkörper nur Systemtemperaturen zulässt, die aus Effizienzsicht ungewollt sind (z. B. keine Brennwertnutzung, schlechte Jahresarbeitszahl), empfiehlt es sich, diesen gegen einen größeren auszutauschen. Der Vorgang ist dann so lange zu wiederholen, bis annehmbare Systemtemperaturen möglich sind. In der Praxis ist es häufig so, dass einzelne Heizkörper relativ klein dimensioniert sind. Bei Austausch dieser – einzelnen – Heizkörper können dann die Systemtemperaturen für alle Heizkörper abgesenkt werden. Hilfreich ist in diesem Fall, wenn die Berechnung computergestützt erfolgen kann.

**Abb. 5: Darstellung der Temperaturspreizungen in einem realen Gebäude am Beispiel ZVPLAN**



Jeder senkrechte Strich repräsentiert einen Heizkörper. Die Vorlauf-temperatur ist für alle Heizkörper einheitlich 63 °C. Je tiefer der jeweilige Strich geht, desto niedriger ist die Rücklauf-temperatur. Es ist gut zu erkennen, dass der fünfte Heizkörper von rechts nur eine kleine Spreizung zulässt, also zu klein ist. Ein Austausch würde in diesem Fall eine Absenkung um ca. 10 K für das gesamte Gebäude ermöglichen.

Wenn zu klein dimensionierte Heizkörper in wenig genutzten Nebenräumen vorhanden sind – dies kann durch Umnutzung entstehen, wenn zum Beispiel ehemalige Wohnräume zu Abstellräumen werden – ist es denkbar, dass für diese Räume eine niedrigere Innentemperatur mit dem Nutzer vereinbart wird. Der Raum kann dann rechnerisch mit niedrigeren Vorlauf-temperaturen betrieben werden und beeinflusst das Gesamtsystem im Rechengang nicht mehr in Richtung höherer Temperaturen. Das hat dann allerdings unmittelbar zur Folge, dass dieser Raum während der kompletten Heizperiode im Vergleich zu einem normalen Wohnraum niedriger temperiert bleibt. Durch die Außentemperaturregelung besteht die niedrigere Innentemperatur dauerhaft und nicht nur im Auslegungspunkt.

Eine Korrektur ungünstig ausgelegter Fußbodenheizungsflächen kann nur relativ aufwendig erfolgen (Zusatzheizkörper, vorzugsweise auf dem Temperaturniveau der Fußbodenheizung).

**Abb. 6: Top-Badwärmer Aurea 2 1794 x 608 mm mit M-Ventil Purline im Farbton Silber-metallic, mit optionaler LED-Hinterleuchtung**



Quelle: BEMM

**Hinweis:** Für die Berechnung der Systemtemperaturen im Rahmen von Fördernachweisen erscheint die Verwendung einer Wohnraumtemperatur von 20 °C statthaft. Dies kann aber dazu führen, dass der Nutzer die Vorlauf-temperaturen im laufenden Betrieb anhebt, um höhere Temperaturen zu erzielen. Dies hat Folgen für die Effizienz, zum Beispiel für die tatsächlich ermittelte Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe im Vergleich zur vorab ermittelten nach VDI 4650. Um hier nicht nur auf dem Papier, sondern auch im laufenden Betrieb eine maximale Effizienz sicherzustellen, sollte in Absprache mit dem Nutzer für die Auslegung der Vorlauf-temperatur die Raumtemperatur über der bislang gebräuchlichen Innentemperatur von 20 °C angenommen werden. Der nationale Anhang zur DIN EN 12831 wird hier voraussichtlich eine Temperaturerhöhung um bis zu 3 K auf 23 °C vorschlagen.

### 3.3 Hinweis Einrohrheizung und Fußbodenheizung

Bei der Heizflächenoptimierung von Einrohrheizungen und Fußbodenheizungen ist vorab zu prüfen, ob dies technisch und wirtschaftlich machbar ist.

Das ist eine freundliche Umschreibung für „häufig nicht möglich“.

Bei Einrohrheizungen verändert sich die Vorlauf-temperatur innerhalb eines Kreises von Heizkörper zu Heizkörper. Sie ist neben der Auskühlung des Heizmediums in den vorangegangenen Heizflächen abhängig vom Heizkörperanteil, der dem Ringstrom entnommen und dem Heizkörper zugeführt wird. Dieser Anteil ist in der Regel nicht mehr ermittelbar. Gründe hierfür können sein:

- Fehlende Ventilkennlinien
- Handwerklich durchgeführte Drosselung in der Bypassstrecke (im Extremfall durch Zusammendrücken des Rohres mit einer Zange im Zuge der ursprünglichen Erstellung)

Bei Fußbodenheizungen muss für die Ermittlung der maximalen Vorlauftemperatur u. a. der Verlegeabstand bekannt sein. Dieser ist nur relativ aufwendig zu ermitteln.

Für beide Sachverhalte vergleichen Sie bitte Kapitel 4.





## 4 HYDRAULISCHER ABGLEICH

Der hydraulische Abgleich ist der Vorgang, die Volumenströme in den einzelnen Teilsystemen auf die in der Planung berechneten Soll-Volumenströme abzustimmen. Der hydraulische Abgleich sorgt dafür, dass alle Heizflächen mit den benötigten Volumenströmen des Heizmediums zeitgerecht versorgt werden. Nur mit einem hydraulischen Abgleich ist eine maximale Absenkung der Systemtemperaturen möglich.

Durch die Absenkung der Temperaturen können Wärmeerzeuger sparsamer betrieben werden. In Kombination mit dem hydraulischen Abgleich wird eine Über- bzw. Unterversorgung vermieden. Durch angepasste Volumenströme und niedrigere Druckdifferenzen sinkt der benötigte Pumpenstrom. Auf der Komfortseite verhindert der hydraulische Abgleich Geräuschprobleme an den Ventilen bzw. zu geringe Raumtemperaturen. Ein gleichmäßiges Aufheizen wird ermöglicht.

### **Vor der Durchführung zu beachten:**

#### **Austausch von Ventilen**

Bei Nichtverfügbarkeit von Herstellerdiagrammen kann es in der Praxis dazu kommen, dass Ventile vor Ablauf der eigentlichen Lebensdauer ausgetauscht werden müssen.

#### **Alte Rohrleitungen**

Der Zustand der vorhandenen Rohrleitungen soll visuell auf auffällige Veränderungen überprüft werden. Ggf. müssen zum Schutz für Wärmeerzeuger, Pumpen und Thermostatventile Maßnahmen mittels separaten Auftrags ergriffen werden, die die dauerhafte Funktionsfähigkeit der Komponenten sicherstellen. Im Einzelfall muss eine Abwägung vorgenommen werden, ob der Zustand der alten Rohrleitungen eine Spülung erlaubt. Je nach Zustand der alten Rohrleitungen ist auch nach Spülung ein Schmutzabscheider o. Ä. in Betracht zu ziehen. Eine geeignete Qualität des Heizmediums ist Voraussetzung für einen sparsamen Betrieb von Heizungsanlagen und für eine lange Lebensdauer. Insbesondere bei umfassenden energetischen Sanierungen, z. B. auf Effizienzhausniveau, sollte überprüft werden, ob die alten, eventuell überdimensionierten Rohrleitungen ausgetauscht werden sollen. Durch den unnötig großen Wasserinhalt wird z. B. eine möglicherweise notwendige Wasseraufbereitung aufwendiger und durch die vergrößerte Oberfläche die Wärmeverluste größer.

#### **Einrohrheizungen**

Bei Einrohrheizung ist der Abgleich nur strang-/kreisweise möglich. Beides erfordert einen erhöhten Aufwand. Das Verfahren A (Regelleistung) wird hierzu regelmäßig ungeeignet sein. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob aus baulichen Gründen eine Einregulierung mit adäquatem Aufwand wirtschaftlich sinnvoll ist.

#### **Thermostatventile mit nachgerüsteter Hubbegrenzung**

Nachträglich auf vorhandene Thermostatventile angebrachte Hubbegrenzungen können Abweichungen in der Regelqualität der Thermostatventil-Kombination bewirken. Außerdem können Hubbegrenzer bei vorhandenen Ventilen ohne Voreinstellung und mit großem kv-Wert in Verbindung mit kleinen Heizkörpern (z. B. im WC) den Arbeitshub der Thermostatventil-Kombination sehr stark verringern. Die Folge sind sehr kleine Re-

gelquerschnitte. Diese können schmutzanfällig sein. Der Einsatz von nachträglich montierten Hubbegrenzungen ist nicht zu empfehlen.

### Rücklaufverschraubungen

Eine Einregulierung von Zweirohrheizungen ist auch an geeigneten Rücklaufverschraubungen möglich, aber aufgrund der schwierigen Reproduzierbarkeit beim Schließen und anschließendem Öffnen der Verschraubung nur eingeschränkt zu empfehlen. Dazu sind die Herstellerdiagramme zu verwenden.

An dieser Stelle ist die Vielzahl an unterschiedlichen Maßnahmen auffällig. Insbesondere hier besteht die Notwendigkeit, bei der Beauftragung einen klaren Umfang zu definieren. Ein Vorschlag hierfür findet sich in Kapitel 10.1.2.

### Austausch von Ventilen bei Ventilheizkörpern:

Der Aufwand, geeignete Ventileinsätze für Ventilheizkörper zu identifizieren, sollte nicht unterschätzt werden. Je nach Hersteller der Heizkörper wurden die Lieferanten und Modelle der Einsätze häufig, zum Teil auch unterjährig gewechselt. Eine Identifikation ist vielfach nur im Austausch mit dem Hersteller über Fotos des Ventileinsatzes möglich. Im Einzelfall, zum Beispiel bei nicht mehr erhältlichen Herstellern, ist dies unmöglich. In diesem Fall ist für diese Heizflächen ein hydraulischer Abgleich nicht durchführbar. Sie müssen bei einzelnen Fällen übergangen werden, in der Hoffnung, dass der einzelne Heizkörper nicht den gesamten hydraulischen Abgleich stört. Alternativ bleibt nur Austausch des kompletten Heizkörpers.

**Wichtig:** Bei Wärmeerzeugern im Bestand und teilweise auch bei Neugeräten muss geräteabhängig ein Mindestvolumenstrom eingehalten werden. Dies betrifft insbesondere Wandgeräte mit kleinem Wasserinhalt. Das kann dazu führen, dass Differenzdruckregler eingesetzt werden müssen, um Geräusche an den Ventilen zu vermeiden. Vergleichen Sie hierzu Kapitel 6.

## 4.1 Verfahren A (Regelleistung)

### 4.1.1 Einstellung der Thermostatventile

Zur Ermittlung der Einstellwerte für Thermostatventile werden folgende Daten benötigt:

- Festlegung einer Temperaturspreizung z. B.  $\Delta T = 15 \text{ K}$  für das gesamte Heizsystem ( $\Delta T = 15 \text{ K}$  bis  $20 \text{ K}$  für Standard-Heizungsanlagen,  $30 \text{ K}$  bis  $40 \text{ K}$  für Fernwärmeanlagen,  $8$  bis  $10 \text{ K}$  für Wärmepumpen).
- Ermittlung der notwendigen Heizkörperleistung (s. Kap. 2). Da hier keine raumweise Berechnung vorgesehen ist, wird zur Abschätzung das Diagramm der DIN EN 15378 hilfsweise verwendet. Eine Abschätzung anhand der installierten Heizflächengröße ist möglich.
- Ermittlung des Heizkörper-Volumenstroms mit den Werten Heizkörperleistung und Temperaturspreizung (Tabelle oder Datenschieber).
- Differenzdruck über dem Thermostatventil überschlägig mit  $100 \text{ mbar}$  annehmen – bei entsprechender Empfehlung der Ventilhersteller ist auch ein anderer Wert nutzbar (üblicherweise  $50$  bis  $150 \text{ mbar}$ ). Dabei müssen alle Ventile einheitlich angenommen werden. Bei Anlagen mit großer horizontaler Verteilung ist eine

Abstufung in Abhängigkeit von der Entfernung zur Pumpe sinnvoll. Bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung wird auf die Differenzdruckannahme zur Auslegung verzichtet. Es genügt die Einstellung der Heizkörperdurchflüsse.

- Die Einstellung kann dann einfach über Tabellen, Diagramme, Datenschieber oder Auslegungsprogramme ermittelt werden.
- Zur Ermittlung der Voreinstellwerte bei Ventilheizkörpern sind Diagramme der Heizkörperhersteller zu verwenden und ebenfalls die Auslegungsgrundlage von zum Beispiel 100 mbar anzuwenden.

**Abb. 7: Thermostatventil mit automatischer Durchflussbegrenzung**



Quelle: Oventrop

Die Datenschieber der Ventilhersteller unterscheiden sich teilweise in der Annahme des Differenzdruckes. Das gleichzeitige Verwenden inkompatibler Datenschieber in einer Anlage ist zu vermeiden.

Bei Ein- und Zweifamilienhäusern sowie Etagenheizungen sind Messverfahren möglich.

Wenn man das Verfahren A bis hier betrachtet, erkennt man schnell die möglichen Problempunkte. Die Heizlast des jeweiligen Raumes wird nur abgeschätzt. Diese kann deutlich von der berechneten Heizlast abweichen. Dann wird eine einheitliche Spreizung vermutet. Dies wird in der Praxis nie vorkommen. Da die Heizkörper nicht mit der Heizlast verglichen werden können, gibt es auch keine gesicherten Vorlauftemperaturen für das System. Das Datenschieberverfahren funktioniert in der Praxis „irgendwie“, es liefert aber nur ungenaue Werte. Das führt dazu, dass im laufenden Betrieb eher nachreguliert werden muss als bei genauer Berechnung. Das kann einen deutlichen Komfortverlust bedeuten. Der dadurch begründete Arbeitsaufwand dürfte in vielen Fällen die Zeitersparnis durch die fehlende Berechnung wieder ausgleichen. Nicht zu Unrecht sollte ursprünglich dieses Verfahren seine Förderfähigkeit zum Ende des Jahres 2016 verlieren. Deren Verlängerung in einigen Förderprogrammen war unter Experten daher umstritten.

Messverfahren sind grundsätzlich zu hinterfragen. In der Regel wird unterschieden zwischen Messungen auf Basis des Druckverlustes oder von Temperaturmessungen. Allen gemein ist der zeitliche Aufwand. Die Heizlast muss in jedem Fall ermittelt werden. An dieser Stelle erfolgt also durch eine Messung kein zeitlicher Gewinn. Bei der Messung von Druckverlusten ist ein relativ genauer Abgleich möglich. Jede Einstellung an einem Ventil hat aber Folgen für die anderen Ventile, was dazu führt, dass im Prinzip jedes Ventil mehrfach gemessen werden muss. Die Messabfolge muss geplant werden und kann nur mit einem grundsätzlichen Verständnis für die Hydraulik des zu messenden Systems durchgeführt werden. Ob die Messung schneller als die Aufnahme und Berechnung des Rohrnetzes ist, hängt vom Einzelfall ab. Vorteil von diesen Verfahren ist, dass keine komplette Aufnahme des gesamten Rohrnetzes erfolgen muss. Nachteilig erweist sich, dass bei ausgedehnten Rohrnetzen (große Mehrfamilienhäuser) je nach hydraulischem Aufbau ein großer Teil der Ventile über einen längeren Zeitraum zugänglich bleiben muss. Ähnlich zu bewerten sind Messaufbauten, die über die Daten der Umwälzpumpen Druck und Volumenstrom messen. Dafür werden die einzelnen Ventile automatisiert oder manuell einzeln und in vorgegebener Reihenfolge geöffnet bzw. geschlossen. Durch eine Softwaresteuerung des Vorganges wird die Messaufnahme deutlich vereinfacht. Grundsätzliche Kenntnisse der Hydraulik werden dennoch benötigt. Eine Optimierung der Systemtemperaturen ist mit diesen Messungen nicht möglich.

Messverfahren über Temperaturen oder Temperaturdifferenzen am Ventil und/oder Heizkörper suggerieren gerne, dass hier automatisiert, schnell und ohne Spezialwissen der hydraulische Abgleich erfolgen kann. Diese Verfahren können nur im Beharrungszustand funktionieren. Jede Änderung einer Ventileinstellung hat also

Wartezeiten zur Folge, bis sich wieder ein Gleichgewichtszustand einstellt. Sie müssten sich also über Stunden hinziehen, in denen kein störender Einfluss von außen (Sonneneinstrahlung, Wind) oder innen (Temperaturänderung durch den Nutzer, Lüftung) erfolgt. Eine korrekte Einstellung der Volumenströme kann so nur dann erfolgen, wenn Störgrößen ausgeschaltet und die gewünschten Raumtemperaturen eingestellt und auch überwacht wurden. Eine Dokumentation von Volumenströmen und Druckverlusten am Ventil ist nicht oder nur über Umwege möglich. Dies erschwert einen späteren Eingriff ins System bei Reparaturen oder Umbauten. Messungen, die innerhalb von kürzester Zeit erfolgen, sollten daher mit einer gewissen Skepsis betrachtet werden.

#### 4.1.2 Einstellung von Differenzdruckreglern bei Zweirohrheizungen und Flächenheizungen

Zur Ermittlung der richtigen Differenzdruckregler werden folgende Daten benötigt:

- Ermittlung des Strangvolumenstroms durch Addieren der angeschlossenen Heizkörpervolumenströme (s. o.).
- Auswahl der geeigneten Nennweite über Diagramm, Datenschieber oder Auslegungsprogramme.
- Einstellung des notwendigen Differenzdrucks, überschlägig auf 150 mbar zur Vermeidung von Fließgeräuschen an Thermostatventilen mit konventioneller Voreinstellung.
- Bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussregelung ist ein Strangdifferenzdruckregler nicht erforderlich.

Empfohlen sind einstellbare Differenzdruckregler.

Der Einsatz von Differenzdruckreglern ist notwendig bei Differenzdrücken an Thermostatventilen größer 150 mbar, nicht jedoch bei Verwendung von Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung. In kleinen Gebäuden, wie dem typischen Einfamilienhaus, kann auf den Einsatz verzichtet werden.

Für den korrekten Einsatz dieser Regler ohne berechneten hydraulischen Abgleich ist zumindest ein gewisses Grundverständnis der Anlagenhydraulik erforderlich.

**Abb. 8: Differenzdruckregler**



Quelle: Oventrop

**Abb. 9: Differenzdruckmessgerät**



Quelle: Oventrop

**Hinweis:** Beim Einsatz von Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung ist der Einsatz von Differenzdruckreglern in der Regel nicht erforderlich!

### 4.1.3 Strangregulierventile und Volumenstromregler bei Einrohrheizungen

Für beide Varianten ist es zwingend notwendig, den Strangvolumenstrom zu bestimmen.

#### Vorgehensweise:

- 1) Anzahl der Heizkörper am Strang ermitteln.
- 2) Heizkörpervolumenströme (s. o.) bestimmen.
- 3) Summe der Heizkörpervolumenströme berechnen und Einstellung gem. Herstellerdatenblatt bei einem angenommenen Differenzdruck für den Heizkreis von 150 mbar.

Strangregulierventile können mit entsprechenden Messgeräten auf den ermittelten Volumenstrom einreguliert werden.

Bei Einrohrheizungen im kleinen Gebäudebestand (z. B. Einfamilienhaus mit zwei Heizkreisen) sollten die Einrohrkreise durch Strangregulierventile untereinander abgeglichen werden.

Bei weit verzweigten Rohrnetzen oder bei Rohrnetzen mit konstantem Volumenstrom (z. B. bei Luftherzern) kann der Einsatz auch in Zweirohrnetzen sinnvoll sein.

**Abb. 10:** Differenzdruckunabhängiges Regulierventil mit Rücklauftemperaturbegrenzer und Adapter für Mindestdurchfluss bei Einrohrkreisen



Quelle: Oventrop

Ergänzend können für Einrohrkreise Ventile mit automatischer Durchflussbegrenzung und Rücklauftemperaturbegrenzung empfohlen werden. Diese drosseln die Kreise, wenn keine oder wenig Wärmeabnahme im Kreis erfolgt. Weitergehende, regeltechnisch unterstützte Lösungen sind am Markt. Damit lässt sich die Regelgüte der Einrohrheizung im Vergleich zur Ausgangssituation deutlich steigern. Im Einzelfall ist die tatsächliche Einsetzbarkeit zu prüfen. Je nach Ausgangssituation kann die Nachrüstung einer Einrohrheizung ähnlich aufwendig sein wie ein Umbau in eine Zweirohrheizung. Vergleichen Sie hierzu die Bemerkungen zu Kapitel 3.3.

## 4.2 Verfahren B (Premiumleistung)

Das Verfahren B basiert auf der raumweisen Berechnung der Heizlast und auf der Ermittlung der Druckverluste des Rohrnetzes. Die Berechnung der Heizlast erfolgt nach DIN EN 12831 (s. Kap. 2.2).

Eine Rohrnetzberechnung wird grundsätzlich benötigt, um die Druckverluste im Bestand zur Auslegung von Ventilen und Pumpen zu ermitteln und die Dimensionierung des Rohrnetzes bei Neuverlegung zu ermöglichen. Eine Rohrnetzberechnung ist separat zu vergüten. In der Regel handelt es sich um eine Softwareberechnung.

Eine Rohrnetzberechnung kann bei funktionsfähigem bestehendem Rohrnetz vereinfacht werden, wenn große Teile einer Altinstallation des Rohrnetzes im nicht sichtbaren Bereich liegen. Dann ist eine Ermittlung der Voreinstellwerte durch Annahme von Rohrlängen und Nennweiten möglich. In diesem Fall sind die Pumpen übersichtlich auszulegen und einzustellen (zum Beispiel nach maximaler Rohrlänge).

Wenn das bestehende Rohrnetz funktionsfähig ist, alle Verbraucher ausreichend versorgt werden können und keine Betriebsstörungen bekannt sind, kann auf eine Druckverlustberechnung bei Verwendung von Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung verzichtet werden.

Diese Einschränkungen sollten ernst genommen werden. Thermostatventile mit automatischen Durchflussbegrenzern können nur Druck abdrosseln und nicht erzeugen. Bei kritischen Hydrauliken, bei denen zum Beispiel Stränge grundsätzlich unterversorgt sind, können auch diese Ventile nicht helfen. Da im Bestand eher mit überdimensionierten Rohrquerschnitten zu rechnen ist, stellen diese Ventile jedoch in vielen Fällen eine deutliche Verbesserung dar.

Eine messtechnische Ermittlung der Pumpen- oder Ventileinstellungen ist ebenso möglich.

Bei der Aufnahme des Rohrnetzes sollte überprüft werden, ob eine ausreichende Anzahl von funktionsfähigen Absperrungen vorhanden ist. Idealerweise sind Stränge, Heizkreise, Wärmeerzeuger und Pufferspeicher absperrbar, um bei Wartungs- und Reparaturtätigkeiten ein unnötiges Entleeren der Heizungsanlage zu verhindern. Dies erhöht die Lebensdauer der Heizungsanlage, weil durch das sonst eventuell notwendige neu Befüllen frischer Sauerstoff (Korrosion) und Kalk in das System gelangen können. Das unnötige Auffüllen einer Heizungsanlage mit zum Beispiel enthärtetem Wasser stellt einen nicht zu unterschätzenden Kostenfaktor dar.

Die Dokumentation von Einstellwerten wird automatisch durch die verwendeten Berechnungsprogramme erbracht.

Da sämtliche verwendete Komponenten rechentechnisch aufeinander abgestimmt werden, ergibt sich bei dem Verfahren B die bestmögliche Effizienz einer Anlage.

Nicht Bestandteil dieser Fachregel, dennoch aber vor dem Hintergrund „Arbeiten im Bestand“ wichtig ist die Wasserbeschaffenheit. So ist auch der Hinweis auf die ausreichende Anzahl von Absperrventilen zu werten. Viele Schäden an neuen Wärmeerzeugern im Bestand gehen auf den Faktor Wasserbeschaffenheit zurück. Leider ist dieser Bereich nur unzureichend geregelt. Es wird erwartet, dass mit der Überarbeitung der VDI 2035 im Jahr 2017/18 eine von allen Marktpartnern akzeptierte Regel zur Verfügung steht.

### 4.3 Sonderfall Einrohrheizung

Es ist grundsätzlich mit einem erhöhten Planungsaufwand zu rechnen, der entsprechend zu vergüten ist. Dies gilt auch bei Beauftragung des Verfahrens A (Regelleistung).

Vorzugsweise sollte nach Verfahren B (Premiumleistung) gerechnet werden.

Bitte beachten Sie auch die Hinweise in Kapitel 3.3 .

### 4.3.1 Verfahren A (Regelleistung)

Für den nachträglichen hydraulischen Abgleich einer Einrohrheizung im Rahmen des Verfahrens A (Regelleistung) wird folgendes Verfahren vorgeschlagen:

- 1) Ermittlung der Kreis-/Strangheizlast<sup>1</sup> – durch Addition der abgeschätzten Raumheizlasten je Raum/Strang (Hinweis: Die Abschätzung kann nur anhand Tabelle 2: Heizlast in Abhängigkeit von der beheizbaren Nutzfläche [in Anlehnung an Nationaler Anhang zu DIN EN 15378] erfolgen. Die Verwendung der Heizkörpergrößen ist aufgrund der unbekannt individuellen Vorlauftemperatur und Spreizung nicht möglich.).
- 2) Ermittlung des Ringmassenstroms über die ermittelte Heizlast je Kreis/Strang und eine angenommene Spreizung. (Vorschlagswert für die Spreizung: 20 K).
- 3) Ermittlung der hydraulischen Widerstände – (Rohr, Armaturen, Schmutzabscheider...) bzw. der Einstellwerte der Strangarmaturen mithilfe des so ermittelten Ringmassenstroms je Kreis/Strang.

### 4.3.2 Verfahren B (Premiumleistung)

Für den nachträglichen hydraulischen Abgleich einer Einrohrheizung im Rahmen des Verfahrens B wird folgendes Verfahren vorgeschlagen:

- 1) Ermittlung der Kreis-/Strangheizlast<sup>1</sup> durch Addition der berechneten Raumheizlasten je Raum/Strang (s. Kapitel 2.2).
- 2) Ermittlung des Ringmassenstroms über die ermittelte Heizlast je Kreis/Strang und eine angenommene Spreizung. (Vorschlagswert für die Spreizung: 20 K).
- 3) Ermittlung der hydraulischen Widerstände – (Rohr, Armaturen, Schmutzabscheider, ...) bzw. der Einstellwerte der Strangarmaturen mit dem so ermittelten Ringmassenstrom je Kreis/Strang.

Der Heizkörperanteil bei den Einrohrventilen wird pauschal mit 35 % (50 % bei Installation mit T-Stücken ohne Verteiler) angenommen, wenn keine anderen Werte ermittelbar sind.

Einrohrheizkreise im Einfamilienhaus werden üblicherweise mit Strangreguliertventilen oder Durchflussreglern einreguliert. Alternative Verfahren, zum Beispiel mit Rücklauftemperaturbegrenzern, sind zulässig.

## 4.4 Sonderfall Fußbodenheizung

Es ist grundsätzlich mit einem erhöhten Planungsaufwand zu rechnen, der entsprechend zu vergüten ist. Dies gilt auch bei Beauftragung des Verfahrens A (Regelleistung). Vorzugsweise soll nach Verfahren B (Premiumleistung) gerechnet werden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die hier geschilderten Verfahren für den hydraulischen Abgleich einer Fußbodenheizung noch nicht gelebte Praxis sind. Das bedeutet nicht, dass eine Fußbodenheizung nicht einregulierbar ist. Grundsätzlich fehlt aber in der Branche die Erfahrung. Es ist also im Vergleich zu einer etablierten Technik mit einem erhöhten Aufwand zu rechnen.

<sup>1</sup> Das Wort „Strang“ bezieht sich auf Einrohrheizkreise mit senkrechter Verteilung.

#### 4.4.1 Verfahren A (Regelleistung)

Es werden im Rahmen des Verfahrens A folgende Vorgehensweisen vorgeschlagen:

**Variante 1:** Berechnung des hydraulischen Abgleichs bei zu ermittelndem Verlegeabstand

- 1) Abschätzung der raumweisen Heizlast (s. Kapitel 2.1).
- 2) Ermittlung des Verlegeabstandes mit thermochromen Folien oder mittels einer Infrarotkamera an repräsentativen Stellen im Raum. Dabei ist auf eventuelle Randzonen zu achten.
- 3) Aufteilung der Fläche nach der ermittelten Verteilung auf die einzelnen Ventile am Verteiler.
- 4) Nachberechnung mit einem Softwareprodukt unter Beachtung des Oberflächenbelags. Der hydraulische Abgleich wird in diesem Fall für das komplette System berechnet.

**Variante 2:** Ermittlung des hydraulischen Abgleichs durch Einregulierung über den Volumenstrom ohne Ermittlung des Verlegeabstandes:

- 1) Abschätzung der raumweisen Heizlast (s. Kapitel 2.1).
- 2) Vorgabe der Spreizung von 5-10 K (Richtwert: 8 K, Bad/Dusche: 5 K) und Ermittlung der Volumenströme.
- 3) Einregulierung am Verteiler mit Durchflussmessern/-begrenzern oder -reglern.

Als Grundlage für die Abschätzung des restlichen Netzes dienen die mutmaßlichen Volumenströme und ein pauschaler Druckverlust für Verteiler und Fußbodenheizkreise. Bei Netzen mit einer größeren Anzahl von Verteilern ist die Verwendung von Differenzdruckreglern vor dem Verteiler empfehlenswert (nicht erforderlich bei Verwendung von Heizkreisverteilern mit Durchflussreglern).

Bei Heizkreisverteilern mit einstellbaren Drosseln ist zusätzlich der Differenzdruck zu ermitteln. Dies kann durch Annahme von 13 mbar/m<sup>2</sup> Heizfläche erfolgen. Die Differenzen sind abzudrosseln.

#### 4.4.2 Verfahren B (Premiumleistung)

Es werden im Rahmen des Verfahrens B folgende Vorgehensweisen vorgeschlagen:

**Variante 1:** Berechnung des hydraulischen Abgleichs bei zu ermittelndem Verlegeabstand

- 1) Berechnung der raumweisen Heizlast (s. Kapitel 2.2).
- 2) Ermittlung des Verlegeabstandes mit thermochromen Folien oder mittels einer Infrarotkamera an repräsentativen Stellen im Raum. Dabei ist auf eventuelle Randzonen zu achten.
- 3) Aufteilung der Fläche nach der mutmaßlichen bzw. ermittelten Verteilung auf die einzelnen Ventile am Verteiler.
- 4) Nachberechnung mit einem Softwareprodukt unter Beachtung des Oberflächenbelages. Der hydraulische Abgleich wird in diesem Fall für das komplette System berechnet.

**Variante 2:** Ermittlung des hydraulischen Abgleichs durch Einregulierung über den Volumenstrom ohne Ermittlung des Verlegeabstandes:

- 1) Berechnung der raumweisen Heizlast (s. Kap. 2.2).
- 2) Vorgabe der Spreizung von 8 K und Ermittlung der mutmaßlichen Volumenströme.
- 3) Einregulierung am Verteiler mit Durchflussmessern/-begrenzern oder -reglern.

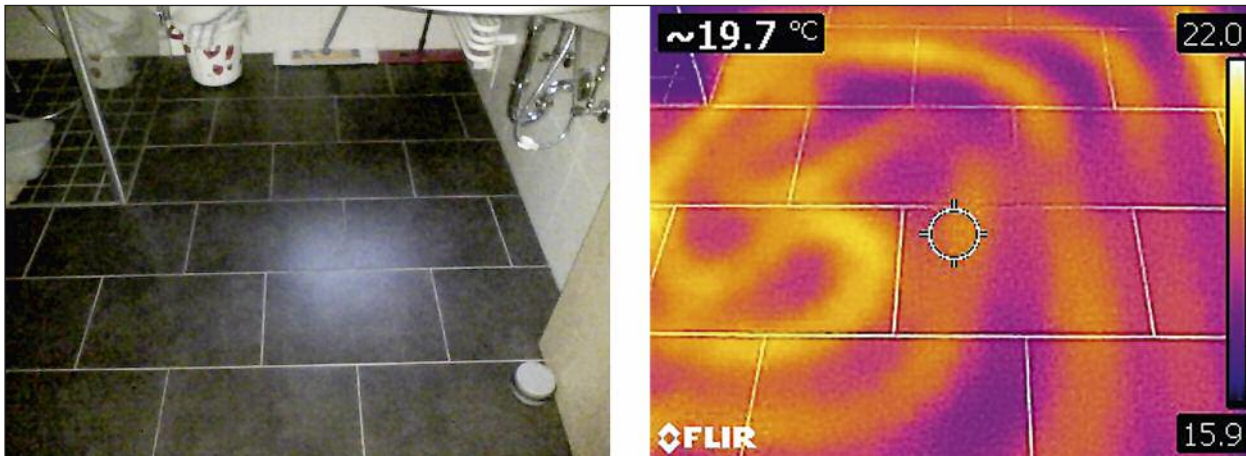


Als Grundlage für das restliche Netz dienen bei beiden Varianten die ermittelten Volumenströme und ein pauschaler Druckverlust für Verteiler und Fußbodenheizkreise. Bei Netzen mit einer größeren Anzahl von Verteilern ist die Verwendung von Differenzdruckreglern vor dem Verteiler empfehlenswert (nicht erforderlich bei Verwendung von Heizkreisverteiltern mit Durchflussreglern).

Bei Heizkreisverteiltern mit einstellbaren Drosseln ist zusätzlich der Differenzdruck zu ermitteln. Dies kann durch Annahme von 13 mbar/m<sup>2</sup> Heizfläche erfolgen. Die Differenzen sind abzdrosseln.

In den obigen Vorschlägen wird regelmäßig eine Thermografieaufnahme vorgeschlagen. Bis vor kurzem waren entsprechend ausgerüstete Thermografiekameras sehr teuer und von der Benutzung her nicht für jedermann geeignet. Durch den allgemeinen Preisverfall bei Mikroelektronik sind einfache Geräte schon im Bereich von wenigen Hundert Euro erhältlich und mit wenig Einarbeitung bedienbar. Die Auflösung dieser Geräte reicht für den beschriebenen Fall aus.

**Abb. 11: Thermografieaufnahme Bad mit Fußbodenheizung mit Flir C2**



Quelle: Wöhler Technik



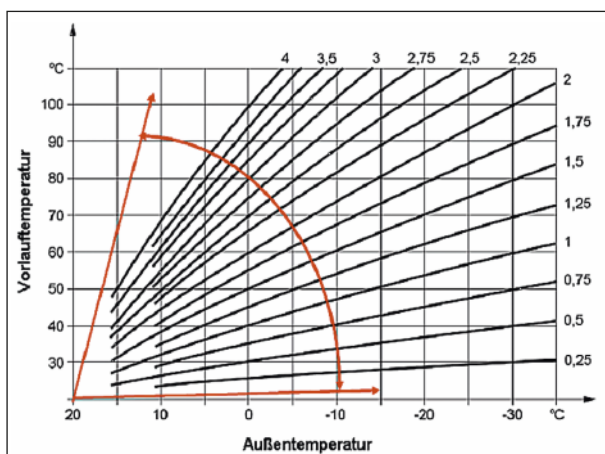
## 5 ANPASSUNG EINER AUßENTEMPERATUR-GEFÜHRTEN VORLAUFTEMPERATURREGELUNG

Die Funktion einer außentemperaturgeführten Heizungsregelung beruht darauf, dass sich mit sinkender Außentemperatur die Wärmeverluste der beheizten Räume vergrößern. Um die Raumtemperatur bei sinkender Außentemperatur konstant zu halten, muss den Räumen daher mehr Wärmeenergie in Form höherer Wassertemperatur zugeführt werden. Da sich die Heizkörpergröße nicht ändern kann, vergrößert man deren Leistung, indem die Temperatur des Heizungswassers (Vorlauftemperatur) in diesem Fall erhöht wird. Bei der außentemperaturgeführten Regelung wird daher die erforderliche Temperatur der Heizkörper in Abhängigkeit von der Außentemperatur ermittelt. Ein an der Außenwand des Gebäudes angebrachter Fühler misst dazu die Außentemperatur. Entsprechend diesem Messwert errechnet die Elektronik des Heizungsreglers die notwendige Vorlauftemperatur. Diesen Zusammenhang spiegelt die sogenannte Heizkurve wieder. Eine individuelle Einstellung der Heizkurve ist unbedingt für einen sparsamen Betrieb der Heizungsanlage notwendig. Alle Regler besitzen daher die Einstellmöglichkeiten, um die Temperaturen den jeweiligen Erfordernissen anzupassen.

### Grundsätzliches zur Einstellung einer Heizkurve: Steigung und Parallelverschiebung

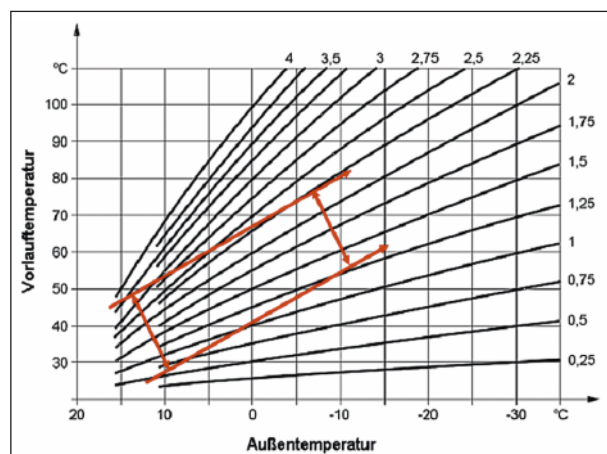
Die Heizkurve ist die grafische Zuordnung zwischen einer bestimmten Außentemperatur und der zugehörigen Vorlauftemperatur des Heizungswassers. Die Heizkurve zeigt zum Beispiel, dass bei 0 °C Außentemperatur und einer eingestellten Steilheit der Heizkurve von 1,5 das Heizungswasser mit etwa 50 °C bereitgestellt wird, bei minus 10 °C dagegen schon mit 67 °C usw. Somit lässt sich aus der Heizkurve ableiten, um wie viel die Vorlauftemperatur steigt, wenn die Außentemperatur fällt. Die Heizkurve kann bei allen außentemperaturgeführten Regelungen eingestellt werden. Wie sie eingestellt werden muss, ist abhängig von Gebäude und Heizungsanlage. Sie muss, wenn keine umfangreichen Berechnungen vorliegen, voreingestellt und im Nachgang optimiert werden, um die Temperaturen der jeweiligen Anlage anzupassen und somit alle Einsparpotenziale zu nutzen. Bei der kompletten Berechnung im Rahmen einer Premiumleistung muss die Heizkurve in der Regel nicht nachjustiert werden. Optimal eingestellt ist die Heizkurve, wenn man mit möglichst niedriger Vorlauftemperatur die gewünschte Raumtemperatur erreicht.

Abb. 12: Neigung einer Heizkurve



Quelle: Brötje

Abb. 13: Parallelverschiebung einer Heizkurve



Quelle: Brötje

Zusätzlich zur Steigung kann man bei einer modernen Regelung eine Parallelverschiebung der Kennlinie einstellen. Das kann in Form eines speziellen Drehknopfes (gerade bei älteren Reglern) erfolgen. Der Wert, der sich aus der Außentemperatur und der Steigung ergibt, wird dann unabhängig von der Außentemperatur um eben diesen Wert verschoben.

Einige Regler haben die Möglichkeit, eine fiktive „Raumtemperatur“ einzugeben. Diese fiktive Raumtemperatur definiert, dass z. B. bei 20 °C Außentemperatur eine Vorlauftemperatur von 20 °C angestrebt wird. Eine Veränderung der Komfort- bzw. Absenktemperatur bewirkt eine parallele Verschiebung der Heizkennlinie unabhängig von der Außentemperatur.

Wenn man z. B. einen Komfortsollwert von 24 °C ohne Raumtemperaturfühler einstellt, so strebt die Regelung bei einer Außentemperatur von 20 °C einen Vorlaufsollwert von 24 °C an. Diese Erhöhung von 4 °C hebt jedoch auch die Vorlauftemperatur bei jeder anderen Außentemperatur an.

Einige Regler besitzen die Möglichkeit, eine Feinabstimmung der Heizkennlinie an dem Gebäude automatisch vorzunehmen. Dabei wird die Dauer der Wärmeanforderung erfasst, was einen Rückschluss auf die erforderliche Vorlauftemperatur ermöglicht. Wenn also die Intervalle der Wärmeanforderung zu kurz werden (takten), dann kann die Vorlauftemperatur abgesenkt werden und umgekehrt.

Laut EnEV ist die Verwendung ausschließlich eines Raumthermostaten nicht mehr zulässig. Es muss zusätzlich die Außentemperatur berücksichtigt werden. Diese Kombination in Form der sogenannten Raumtemperaturaufschaltung ist bewährt und sinnvoll.

**Abb. 14: Kesselregelung**



Quelle: Brötje

Mit der Einführung der ErP Ecodesign-Richtlinie im September 2015 werden Anlagen bei der Ermittlung des Energieeffizienzkennzeichens rechnerisch bevorzugt, sofern sie mehrere Räume (mindestens 3) bei der Wärmeanforderung erfassen. Richtig sinnvoll wird diese Steuerung nur dann, wenn dann auch individuell die Wärmeabgabe in den einzelnen Räumen geregelt wird (sog. Einzelraumregelung). Diese ist bei der Verwendung von Fußbodenheizung bereits gängig, bei Heizkörpern kann dies einfach über motorisch betriebene Ventile nachgerüstet werden. Als weitere Anforderung gilt, dass die Einzelraumregelung auch eine direkte Verbindung zum Heizkessel haben muss. Sofern in keinem Raum mehr Wärme benötigt wird, kann die Heizkreispumpe abgeschaltet werden. Der Einsatz modulierender Regelungen, die ebenfalls gefordert wird, ist in Deutschland bereits üblich.

Mit der Anbindung der Kesselregelungen an das Internet bieten sich neue Möglichkeiten, die neben der temperatur- auch eine wetterabhängige Regelung der Heizung ermöglicht. So kann zum Beispiel ein Nachheizen eines Solarspeichers reduziert werden (Reduzierung des Temperatursollwertes oder Einschränkung des Volumens durch Verwendung mehrerer Speicherfühler), wenn später am Tag noch Sonnenschein erwartet wird. Ebenso könnte der Sollwert der Raumtemperatur bei späterem Sonnenschein etwas nach unten korrigiert werden, um Energie zu sparen.

Die Energiewende wird den Einsatz von elektrischer Energie für die Gebäudebeheizung vorantreiben. So macht es dann auch Sinn, überschüssigen Strom von PV-Anlagen in Form von Wärme zu speichern. Auch hier sind Wetterprognosen wichtig, um rechtzeitig die Sollwerte zu reduzieren.

Für weitere Details vergleichen Sie das ZVSHK-/BDH- Arbeitsblatt „Moderne Regelung“.

Das folgende Kapitel befasst sich mit der Optimierung der Heizkurve. Die Abstufungen in den einzelnen Leistungsbeschreibungen reichen von einer abgeschätzten Ersteinstellung mit manueller Korrektur im Nachgang als Regelleistung bis zu einer kompletten Berechnung der notwendigen Einstellwerte als Premiumleistung.

## 5.1 Nachtabsenkung

Es ist grundsätzlich eine an die Nutzung angepasste Nachtabsenkung in Absprache mit dem Nutzer einzustellen. Dabei sind Absenkezeiten unter sechs Stunden zu vermeiden. Um Komforteinbußen zu vermeiden, muss bei der Festlegung der Nachtabsenkezeiten und -temperaturen der Einfluss der Gebäudehülle (Dämmstandard, Dichtheit, Speicherkapazität usw.) beachtet werden. Bei der zusätzlichen Programmierung von Tagabsenkungen sollte der Nutzer darauf aufmerksam gemacht werden, dass dies zu Komforteinschränkungen führen kann.

## 5.2 Verfahren A (Regelleistung)

Für das Verfahren A wird die Regelung ohne Berechnung der vorhandenen Heizflächen voreingestellt:

- bei Heizkörpern und Heizleistungen: max. 70 °C Vorlauftemperatur (bei Austausch aller Heizkörper und -leistungen im Rahmen einer Fördermaßnahme darf laut technischen Mindestanforderungen die Vorlauftemperatur max. 60 °C betragen).
- bei Flächenheizung (z. B. Fußbodenheizung): max. 40 °C Vorlauftemperatur (beim erstmaligen Einbau von Flächenheizsystemen ist eine Vorlauftemperatur von  $\leq 35$  °C einzuhalten).

Die Parallelverschiebung ist in beiden Fällen 0 °C. Anschließend wird die Heizkurve im laufenden Betrieb angepasst:

Nach einer Änderung sollten wenigstens 24 Stunden abgewartet werden, um festzustellen, ob eine weitere Korrektur notwendig ist.

Diese Art der Einregulierung ist mit Komforteinschränkungen in der Einstellphase verbunden.

Wenn es an sehr kalten Tagen nicht richtig warm wird, in der Übergangszeit und bei höheren Außentemperaturen jedoch alles in Ordnung ist, kann man dieses durch die Einstellung der Steilheit korrigieren.

Ist es unabhängig von der Außentemperatur immer zu kalt oder zu warm, muss man die Heizkurve generell anheben oder absenken. Dies erfolgt wie bereits erwähnt über die Einstellung der Komfort- u. Absenktemperatur.

Wenn die Raumtemperaturen in der Übergangsphase nicht den Erfordernissen entsprechen, wird die Parallelverschiebung der Heizkurve angepasst, gleichzeitig aber die Steigung so verändert, dass bei Normaußentempe-

ratur keine übermäßige Änderung zu erwarten ist. Vorgeschlagen wird eine Veränderung in der Steigung um  $-0,25$  bei gleichzeitiger Parallelverschiebung um  $+5$  °C.

Nach einer Änderung sollten wenigstens 24 Stunden abgewartet werden, um festzustellen, ob eine weitere Korrektur notwendig ist.

Zur Vermeidung von unnötigen Anfahrtskosten kann der Nutzer unter Anleitung des Fachhandwerkers in die Optimierung der Heizkurve eingebunden werden.

### 5.3 Verfahren B (Premiumleistung)

Die ermittelte Systemtemperatur (s. Kap. 3.2) wird in die Regelung übernommen. Steilheit und Parallelverschiebung werden nach der Art der Heizflächen eingegeben.

## 6 HEIZKREISPUMPE

### 6.1 Verfahren A (Regelleistung)

Aus dem hydraulischen Abgleich ist der Volumenstrom bekannt. Die Förderhöhe wird anhand der einfachen Rohrlänge und aller Komponenten abgeschätzt (zum Beispiel mit einem Datenschieber). Anhand von Herstellerdiagrammen erfolgt dann die Auswahl der geeigneten Pumpe. Die Pumpe wird anhand der abgeschätzten Förderhöhe eingestellt. Alternativ ist die automatische Adaption verwendbar.

### 6.2 Verfahren B (Premiumleistung)

Wenn eine Rohrnetzberechnung vereinbart wurde, sind die dabei ermittelten Werte zu verwenden. Ansonsten ist wie oben zu verfahren.

Bei Einbau von neuen Wärmeerzeugern mit integrierten Pumpen ist darauf zu achten, dass diese Pumpen an die tatsächlich benötigte Restförderhöhe angepasst werden können. Bei Wärmeerzeugern im Bestand ist ein Mindestvolumenstrom zu beachten. Eventuelle Drucküberschüsse sind durch Differenzdruckregler abzubauen.<sup>2</sup>

Der Dimensionierung, Auswahl und Einstellung der Heizkreispumpe wird oftmals nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dabei hat die Pumpe sogar einen doppelten Einfluss auf den Energieverbrauch:

Zum einen direkt über ihre Effizienz (Stichwort: Hocheffizienzpumpe) und den dadurch maßgeblichen Stromverbrauch und zum anderen indirekt über die Dimensionierung und Einstellung. Dabei ist eine überdimensionierte Pumpe, die dann ständig im weniger effizienten Teillastbetrieb läuft, ebenso ungünstig wie eine falsch eingestellte Pumpe, die nicht die bedarfsgerechte Förderhöhe  $H$  zur Verfügung stellt. Beides geht zu Lasten der Effizienz der Pumpe. Eine zu hoch eingestellte Pumpe (Förderhöhe) kann darüber hinaus zu unnötigen Geräuschen führen.

Eine korrekte Dimensionierung, Auswahl und Einstellung senken nicht nur den Verbrauch an Strom, sondern zusätzlich auch noch den des Brennstoffs des Heizsystems.

Das Thema „Pumpe“ unterscheidet sich in den einzelnen Leistungsstufen nur wenig. Daher werden einige grundsätzliche Punkte hier kurz erläutert.

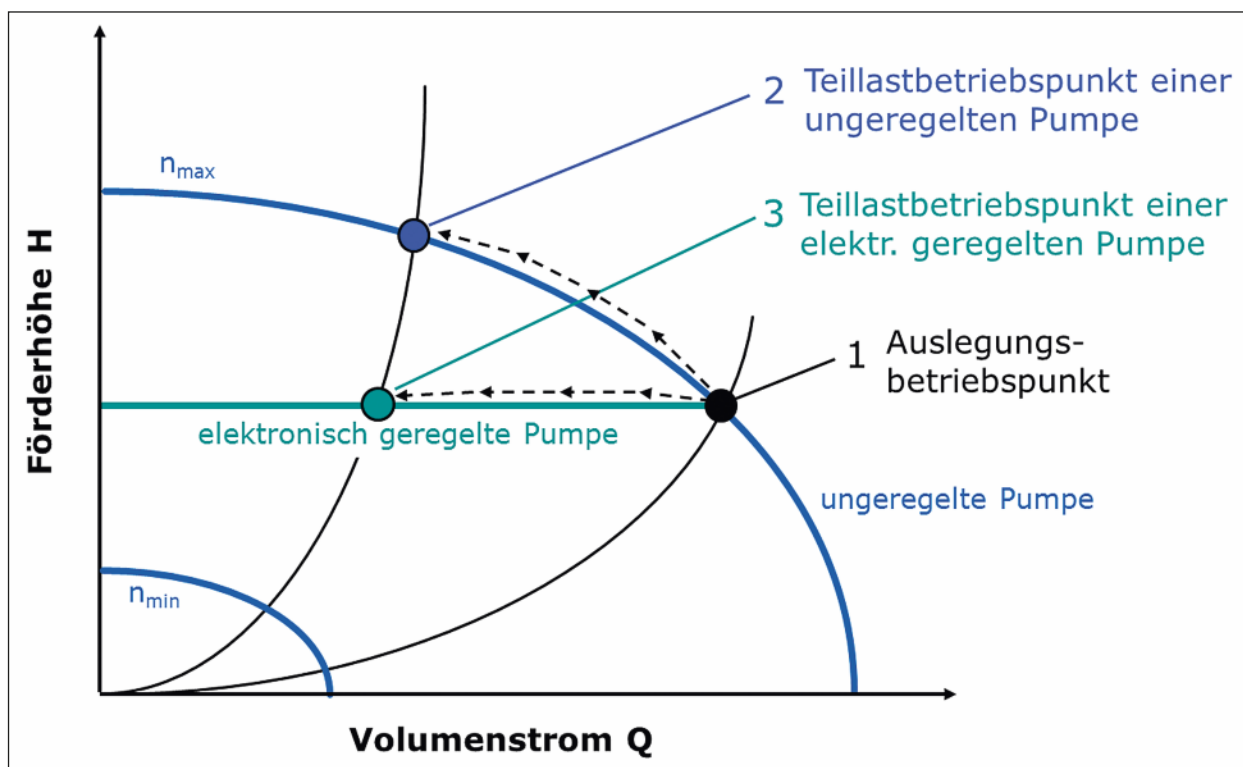
Im Auslegungspunkt sind alle Thermostatventile geöffnet (Punkt 1).

Bei sich schließenden Thermostatventilen geht die Pumpe in den Teillastbetrieb (d.h. reduzierter Volumenstrom).

Eine unregelmäßige Pumpe arbeitet dann im Teillastbetriebspunkt 2 in der höchsten Drehzahlstufe und mit höherer Förderhöhe  $H$ .

<sup>2</sup> Vergleichen Sie hierzu Kapitel 4.1.

Abb. 15: Vergleich unregelte/elektronisch geregelte Pumpe



Quelle: Wilo

Eine elektronisch geregelte Pumpe reduziert ihre Drehzahl und arbeitet bei konstanter Förderhöhe im Teillastbetriebspunkt 3 (Beispiel  $\Delta p$ -c Regelung).

### Was bedeutet „Hocheffizienzpumpe“?

Eine Hocheffizienzpumpe besitzt einen sogenannten Permanentmagnetmotor. Diese Motorbauart ermöglicht deutlich bessere Wirkungsgrade (insbesondere im Teillastbetrieb) als die von früher bekannten Asynchronmotoren. Da Hocheffizienzpumpen bereits serienmäßig über eine elektronische Leistungsregelung verfügen, reduziert sich der Stromverbrauch um ca. 80 % (im Vergleich zu den früheren unregulierten Pumpen mit Asynchronmotor). Aufgrund der Ökodesign-Richtlinie (EEI-Werte) sind Hocheffizienzpumpen heute Standard.

### Was ist eine automatische Adaption und wo liegen die Einsatzgrenzen?

Einige Pumpentypen haben die Möglichkeit einer automatischen Adaption, d.h. die Pumpe stellt sich automatisch – selbstlernend – auf den bedarfsgerechten Druck ein. Dies entbindet jedoch nicht vom Ermitteln der geeigneten Dimensionierung der Pumpe.

Bei Schwerkraftheizungen und Fußbodenheizungen sollte jedoch auf die automatische Adaptionfunktion verzichtet werden und stattdessen die Regelungsart „ $\Delta p$ -c“ (konstanter Druck) zum Einsatz kommen.



## Wo kann welcher Pumpentyp eingesetzt werden?

Ungeregelte oder stufig einstellbare Pumpen dürfen laut EnEV nur bis 25 kW Heizleistung eingesetzt werden. Elektronisch gesteuerte Pumpen sind immer einsetzbar.

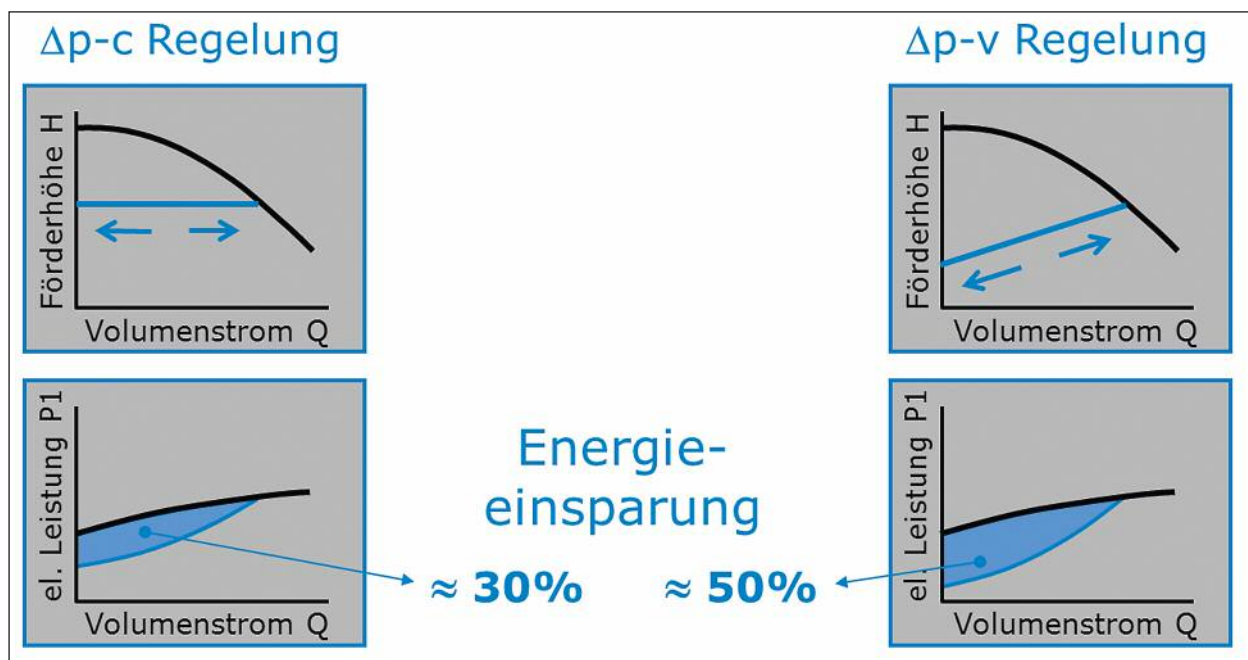
Aufgrund der europäischen Ökodesign-Verordnung dürfen Nassläuferpumpen nur noch in Form von Hocheffizienzpumpen (EEI  $\leq$  0,23) eingesetzt werden.

Bei wandhängenden Geräten ist die eingebaute Pumpe in der Regel Teil der CE-Zulassung und der internen Sicherheitskette (Gasgeräte-Richtlinie). Ein Austausch der alten Pumpe gegen eine Hocheffizienzpumpe sollte daher nur durchgeführt werden, wenn hierzu eine Freigabe des Geräteherstellers vorliegt.

## Welche Arten der Differenzdruckregelung gibt es?

Die Art der Regelung hängt von der Betriebsweise und vom Rohrleitungsnetz ab. Oftmals empfiehlt sich die  $\Delta p$ -c-Regelung bei größeren und weiter verzweigten Netzen. Die  $\Delta p$ -v-Regelung kommt eher bei kleineren Gebäuden zum Einsatz.

Abb. 16: Differenzdruckregelungen und Energieeinsparung im Vergleich zu einer unregulierten Pumpe



Quelle: Wilo

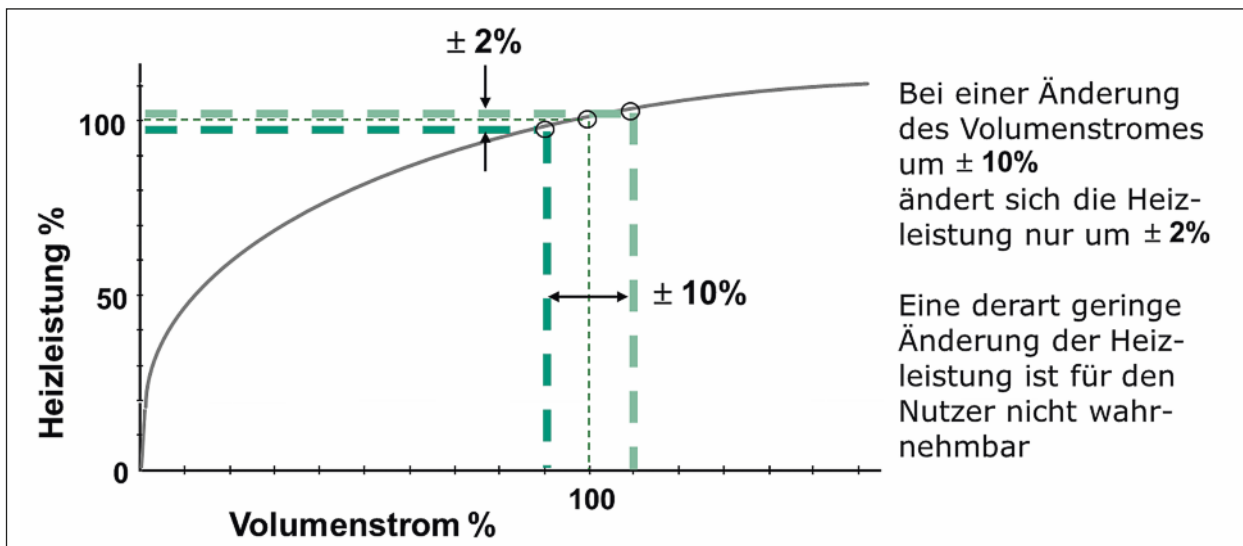
## Wie wirkt sich eine Unterdimensionierung aus?

Die Auswahl der Pumpe erfolgt anhand des berechneten Auslegungsbetriebspunktes.

Wenn keine genau passende Pumpe zur Verfügung steht, so soll nach Empfehlung der Pumpenhersteller die nächst kleinere Pumpe ausgewählt werden.

Eine so resultierende Unterdimensionierung hat auf die Wärmeleistung des Heizungssystems praktisch keine Bedeutung (siehe Grafik).

Abb. 17: Heizkörper Betriebsdiagramm Temperaturen 90°/70°



Quelle: Wilo

### Welche Einsparungen ergeben sich durch eine Hocheffizienzpumpe?

Hocheffizienzpumpen reduzieren den Strombedarf um ca. 80 % und teilweise auch noch mehr (z. B. im Austauschfall, wenn es sich um eine alte Pumpe handelt, die vielleicht auch noch überdimensioniert ist).

Tabelle 3: Dämmung von Rohrleitungen

| Beispiel:<br>übliche kleine Heizungsumwälzpumpe<br>Berücksichtigung des Lastprofils „Blauer Engel“ | Jahres-Energie-Verbrauch | Stromkosten pro Jahr<br>(0,25 €/kWh) |
|--|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Ungeregelte Pumpe<br>– „alte“ Bauart mit Asynchronmotor   | 550 kWh                  | 137,50 €                             |
| 2. Elektronisch geregelte Pumpe<br>– „alte“ Elektronikmotor mit Asynchronmotor                     | 350 kWh                  | 87,50 €                              |
| 3. Hocheffizienzpumpe  | 70 kWh                   | 17,50 €                              |

Quelle: Wilo

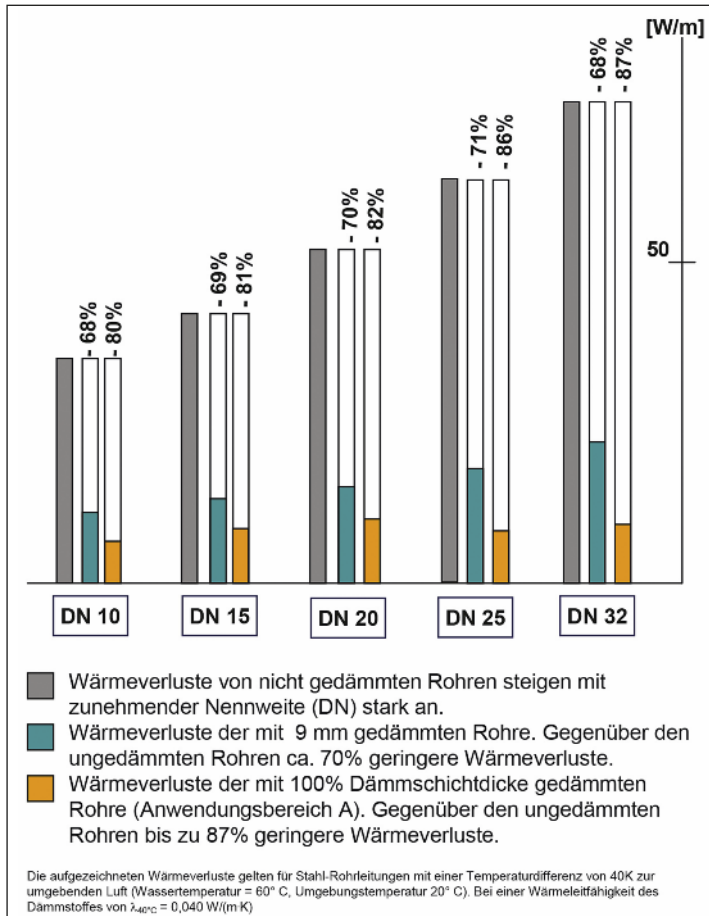
## 7 DÄMMUNG VON ROHRLEITUNGEN

Nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014/2016 sind Heizungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen gegen Wärmeverluste zu dämmen. Obwohl diese Dämmpflicht einschließlich einer Nachrüstverpflichtung bereits seit der EnEV 2002 besteht, sind immer noch zahlreiche Anlagen nicht gedämmt worden. Das führt zu hohen Energieverlusten. Der jährliche Wärmeverlust, der durch ungedämmte Verteilungen und Armaturen im Kellerbereich verursacht wird, kann bis zu einem Viertel des Jahres-Heizenergieverbrauchs eines Wohngebäudes betragen! Dabei ist die nachträgliche Dämmung von Heizungs- und Warmwasserleitungen eine der einfachsten und kostengünstigsten energetischen Sanierungsmaßnahmen.

In Bestandsgebäuden schreibt die EnEV eine Nachrüstung der frei zugänglichen Rohrleitungen (z. B. im Keller) vor. Wie sinnvoll das Aufbringen einer Dämmung ist, veranschaulicht die Abbildung. Im Vergleich zum ungedämmten Rohr lassen sich bis zu 87 % der Wärmeverluste verhindern.

Die EnEV verlangt eindeutig, dass Rohrleitungen und Armaturen gegen Wärmeverluste zu dämmen sind. Ebenso verhält es sich mit Rohrhalterungen, Bogen etc. Der Wärmeverlust einer ungedämmten Armatur DN 50 bei einer Mediumtemperatur von 60 °C und einer Umgebungstemperatur von 15 °C entspricht dem Wärmeverlust von ca. 1 m ungedämmten Kupferrohr DN 50.

**Abb. 18: Wärmeverluste von Rohrleitungen**



Quelle: Armacell

In Anlage 5 der EnEV sind die Mindestanforderungen an die Dämmung von Rohrleitungen und Armaturen geregelt. Die hier festgeschriebenen Dämmschichtdicken beziehen sich auf eine Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes von 0,035 W/(mK). Kommt ein Dämmstoff zum Einsatz, der einen von der Verordnung abweichenden Wärmeleitfähigkeitswert  $\lambda$  hat, muss die Dämmschichtdicke umgerechnet bzw. den Herstellerunterlagen (www.armacell.com) entnommen werden.

**Tabelle 4: Dämmschichtdicken nach EnEV 2014/2016**

| Zeile | Art der Leitungen/Armaturen<br>Innendurchmesser   | Mindestdicke der Dämmschicht,<br>bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von |                                     |
|-------|---|--|-------------------------------------|
|       |   | 0,035 W/(m · K)  | 0,040 W/(m · K)                     |
| 1     | bis 22 mm   | 20 mm  | 25 mm                               |
| 2     | über 22 bis 35 mm   | 30 mm  | 38 mm                               |
| 3     | über 35 mm bis 100 mm   | gleich<br>Innendurchmesser   | gleich Innen-<br>durchmesser + 20 % |
| 4     | über 100 mm   | 100 mm   | + 20 %                              |
| 5     | Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern | ½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4                                   |                                     |
| 6     | Wärmeverteilungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden                 | ½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4                                   |                                     |
| 7     | Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau  | 6 mm   | 9 mm                                |
| 8     | Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen  | 6 mm   | 9 mm                                |

Quelle: Armacell


Soweit bei erstmaligem Einbau oder Ersetzen Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen an Außenluftgrenzen, sind diese mit dem Zweifachen der Mindestdicke nach Tabelle 4 Zeile 1 bis 4 zu dämmen.

## EnEV-konforme Dämmstoffe

Für alle Dämmmaterialien, die im Sinne der EnEV zum Einsatz kommen und unter einen europäisch harmonisierten Produktstandard fallen, muss die Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda_{40\text{ °C}}$ ) mit einer Leistungserklärung des Herstellers nach EN 13787 deklariert werden.

Durch die CE-Kennzeichnung (Abkürzung von „Conformité Européene“ = Europäische Konformität) macht der Hersteller kenntlich, dass das Bauprodukt mit den geltenden Anforderungen übereinstimmt, die in den harmonisierten europäischen Normen dargelegt werden. Wird das Bauprodukt von einer harmonisierten Norm abgedeckt, so ist die CE-Kennzeichnung obligatorisch für dieses Produkt.

Abb. 19: Beispiel einer Leistungserklärung




## Leistungserklärung

### Nr. 0552-CPR-2013-013

|  |   |
|--|---|
| <b>Eindeutiger Kenncode des Produkttyps:</b>                             | <b>SH/Armaflex</b>  |
| <b>Verwendungszweck(e):</b>  | Wärmedämmprodukt für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie (ThiBEll) |
| <b>Hersteller:</b>   | Armacell Iberia S.L. c/ Can Magi n° 1<br>Poligono Industrial Riera d'Esclanya,<br>E-17213 Esclanya (Begur), Spain   |
| <b>Systeme zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit:</b> | 1 und 3   |
| <b>Harmonisierte Norm:</b>   | EN 14304:2009+A1:2013   |
| <b>Notifizierte Stelle/Stelle(n):</b>                                    | NB 0919, NB 0751, NB 0432   |
| <b>Erklärte Leistung(en):</b>  |   |

| Wesentliche Merkmale   | Leistung   |                            |   |
|--|--|----------------------------|---|
| Wärmedurchlasswiderstand/<br>Wärmeleitfähigkeit                                      | Schläuche  | $d_N = 9 - 11 \text{ mm}$  | $\lambda_{40^\circ\text{C}} \leq 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}),$<br>$\lambda(\vartheta_m) = (32 + 0,1 \cdot \vartheta_m + 0,0008(\vartheta_m - 40)^2) / 1000$ |
|  | Schläuche  | $d_N = 12 - 45 \text{ mm}$ | $\lambda_{40^\circ\text{C}} \leq 0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}),$<br>$\lambda(\vartheta_m) = (36 + 0,1 \cdot \vartheta_m + 0,0008(\vartheta_m - 40)^2) / 1000$ |
| Brandverhalten   | Schläuche  | $d_N = 9 - 45 \text{ mm}$  | B <sub>L</sub> -s3,d0   |
| Dauerhaftigkeit des Wärmedurchlasswiderstandes unter Einfluss von Alterung / Abbau   | Dimensionsstabilität <sup>1)</sup>                             |                            |   |
| Dauerhaftigkeit des Wärmedurchlasswiderstandes unter Einfluss von hohen Temperaturen | Obere Anwendungsgrenztemperatur ST(+) <sub>110</sub> (=110 °C) |                            |   |
| Dauerhaftigkeit des Brandverhaltens unter Einfluss von Alterung / Abbau              | Eigenschaften der Dauerhaftigkeit <sup>2)</sup>                |                            |   |
| Dauerhaftigkeit des Brandverhaltens unter Einfluss von hohen Temperaturen            | Eigenschaften der Dauerhaftigkeit <sup>2)</sup>                |                            |   |
| Wasseraufnahme   | NPD  |                            |   |
| Wasserdampfdurchlässigkeit/<br>Wasserdampf-Diffusionswiderstand                      | NPD  |                            |   |
| Abgabe korrosiver Substanzen   | NPD  |                            |   |

Abb. 19: Beispiel einer Leistungserklärung (Fortsetzung)




# declaration

|   |                   |
|---|-------------------|
| Schallabsorptionsgrad   | NPD               |
| Abgabe gefährlicher Substanzen an das Gebäudeinnere   | NPD <sup>3)</sup> |
| <ol style="list-style-type: none"> <li><sup>1)</sup> Im Laufe der Zeit erfolgt keine Änderung der Wärmeleitfähigkeit bei Produkten aus flexiblem Elastomerschaum.</li> <li><sup>2)</sup> Im Laufe der Zeit erfolgt keine Änderung des Brandverhaltens bei Produkten aus flexiblem Elastomerschaum..</li> <li><sup>3)</sup> Europäische Testmethoden sind in Arbeit.</li> <li><sup>4)</sup> Keine Leistung festgestellt (NPD)</li> </ol> |                   |

Diese Leistungserklärung ist auf gemäß Artikel 7(3) der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 auf unserer Homepage verfügbar: [www.armacell.com/DoP](http://www.armacell.com/DoP).

Die Leistung des vorstehenden Produktes entspricht der erklärten Leistung/den erklärten Leistungen. Für die Erstellung der Leistungserklärung im Einklang mit der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 ist allein der obengenannte Hersteller verantwortlich.

Unterzeichnet für den Hersteller und im Namen des Herstellers von:  
**Malte Witt, General Manager EU South**  
**Begur, 01.01.2015**



[Unterschrift]

**Armacell Iberia S.L.** • c/Can Magi nº 1-Poligono Industrial Riera d'Esclanya • E-17213 Esclanya (Begur) • Spain • Phone +34 972 613400 • Fax +34 972 300608 • [www.armacell.com2](http://www.armacell.com2)

Quelle: Armacell

## Auswahl und Verarbeitung

Die Dämmstoffe müssen sachgerecht verarbeitet werden. Dazu zählt z. B. auch die Verarbeitung aller Nähte. Bei der Installation ist die Montageanleitung der Hersteller zu beachten.

Bei Wärmepumpen, die über dasselbe Rohrnetz auch kühlen können, ist auf eine geschlossenzellige Dämmung Wert zu legen (hoher Diffusionswiderstand).

Die folgenden Abbildungen zeigen typische Schwachstellen der Rohrleitungsämmung: fehlende Dämmung im Bereich der Rohrleitungen, von Bogen, Schellen und Armaturen

Abb. 20: Einbausituation von Dämmung



Quelle: Armacell

Abb. 21: Dämmvorgang



Quelle: Armacell

## 7.1 Verfahren A (Regelleistung)

Sind Rohrleitungen, Armaturen oder Rohrhalterungen völlig oder teilweise nicht gedämmt, sollte der Anlagenbetreiber auf die Anforderungen der EnEV zur Dämmung aufmerksam gemacht werden. Rohrleitungen in nicht zugänglichen Schächten und im beheizten Bereich werden nicht betrachtet. Sollten jedoch Rohrleitungen, die in Schächten oder unter Putz verlegt waren, im Rahmen von Umbaumaßnahmen freigelegt werden, sollte auch hier auf die Anforderungen der EnEV zur Dämmung aufmerksam gemacht werden.

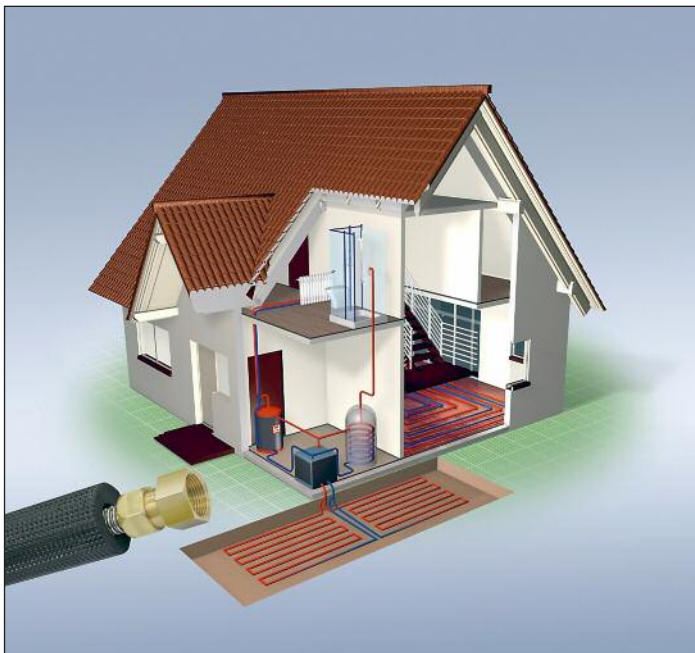
## 7.2 Verfahren B (Premiumleistung)

Der Austausch der Dämmung erfolgt analog zum Verfahren A (Regelleistung). Es wird empfohlen, vorhandene Dämmung, die erkennbar schlechter ist als nach EnEV (z. B. Gipsdämmung), gegen moderne Dämmung auszutauschen.

Der Kunde sollte bei energetisch anspruchsvollen Gebäuden (Effizienzhaus) bezüglich noch höherer Dämmstärken beraten werden.

Eine 22-Cu-Leitung mit 50 mm Gipsdämmung hat einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von ca. 1,53 W/(mK). Die Dämmung nach EnEV hat jedoch einen U-Wert von 0,191 W/(mK). Damit ist die alte Dämmung trotz höherer Dämmstärke circa achtmal schlechter als heute gefordert.

**Abb. 22: Darstellung Gebäude**



Quelle: Armacell



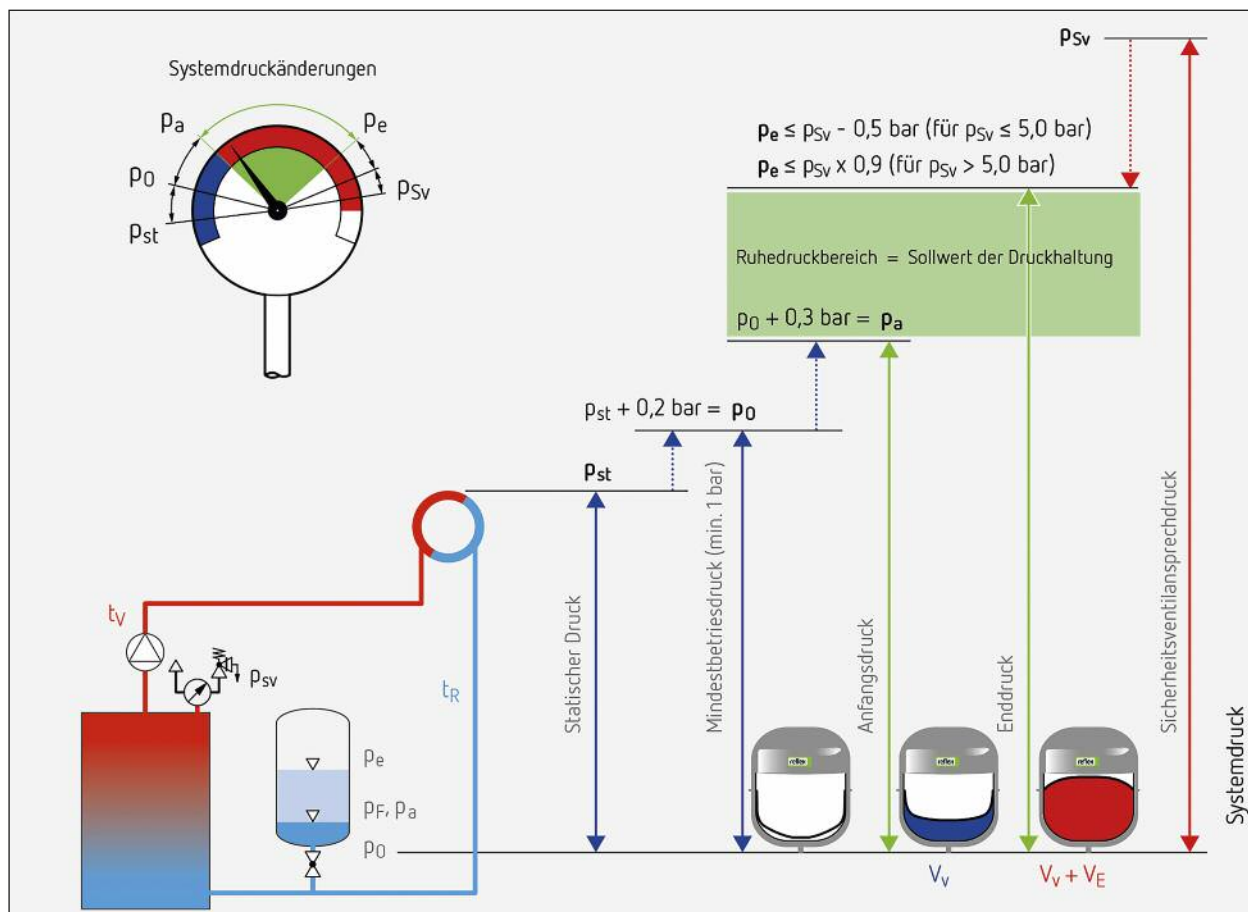
## 8 DRUCKHALTUNG

In diesem Kapitel bietet sich eine Aufteilung der Leistung in verschiedene Standards nicht an.

Grundsätzlich sind die Einbausituation, die Druckwerte und die Dimensionierung zu überprüfen. Die entsprechenden Werte sind nach den einschlägigen Rechenregeln zu ermitteln (DIN EN 12828). Dabei sind Abschätzungen für das Leitungsvolumen zulässig. Wenn ein hydraulischer Abgleich berechnet wurde, ist dies jedoch nicht notwendig, weil alle benötigten Daten (u. a. Leitungsvolumen) vorliegen.

Auswahl und Einstellung eines Membran-Druckausdehnungsgefäßes (MAG) haben auf den ersten Blick nichts mit dem Thema „Optimierung einer Heizungsanlage“ zu tun. Dennoch sollte dieser Bereich im Rahmen einer Optimierung nicht vergessen werden. Falsch ausgelegte oder mit falschen Drücken betriebene Ausdehnungsgefäße können zu einem Lufteintrag in das System oder zu unerklärlichen Wasserverlusten führen. Störgeräusche (Gluckern), verstärkte Korrosion und Störabschaltungen können die Folge sein. Neben der DIN EN 12828 kann ergänzend die VDI 4708 beachtet werden.

Abb. 23: Schema einer Heizungsanlage mit Saugdruckhaltung und Berechnungsgrößen



Quelle: Reflex

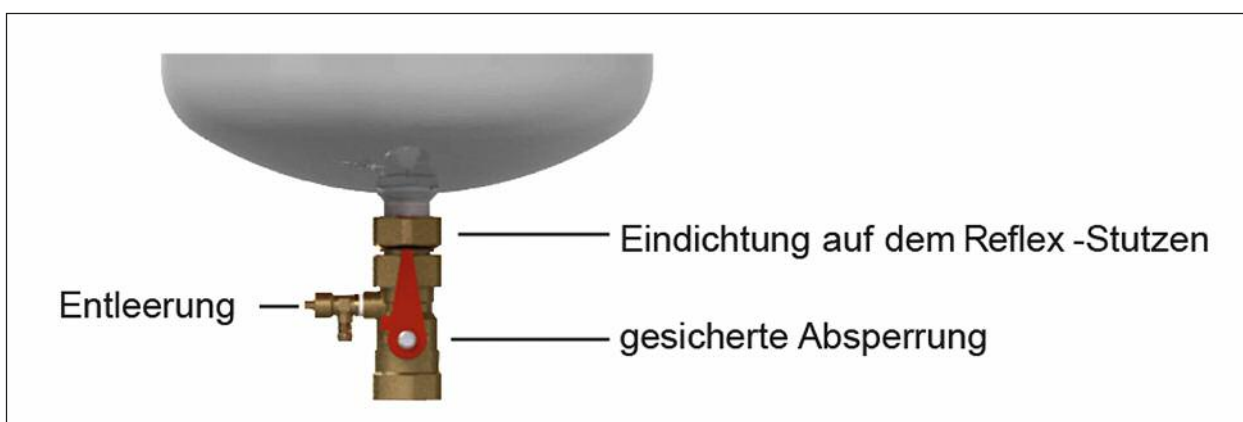
## Grundlagen für die Installation

Die folgenden Betrachtungen beziehen sich auf Anlagen im „Einfamilienhausbereich“ mit Temperaturen max. 100 °C und statischen Höhen von max. 16 m. Im kleinen Mehrfamilienhaus ist analog zu verfahren. Große Gebäudekomplexe (Hochhaus, ...) bedürfen einer gesonderten Planung der Druckhaltung.

Es wird von der häufig vorkommenden Schaltung Vordruck- bzw. Saugdruckhaltung (siehe Abb. S. 47) ausgegangen.

In der Ausdehnungsleitung vor dem MAG ist eine gesicherte Absperrung mit Entleerung vorzusehen.

**Abb. 24: Beispiel gesicherte Absperrung mit Entleerung an einem MAG**



Quelle: Reflex

| Checkliste für die Installation eines Ausdehnungsgefäßes |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/>                                 | Gesicherte Absperrung mit Entleerung, Anbindung entsprechend am Wärmeerzeuger  |
| <input type="checkbox"/>                                 | Sicherheitsventilsprechdruck nicht höher als max. zulässiger Betriebsüberdruck |
| <input type="checkbox"/>                                 | Zugänglichkeit für Prüf- und Wartungszwecke                                    |
| <input type="checkbox"/>                                 | Befestigung  |

## Kontrolle der Druckhaltung im Bestand bzw. Vorgehensweise bei Inbetriebnahme

Grundsätzlich sind die Einbausituation, die Druckwerte und die Dimensionierung zu überprüfen. Für eine spätere Wartung sind die Einstelldrücke für Ausdehnungsgefäß und Rohrnetz zu dokumentieren und am Gerät zu vermerken (z. B. als Aufkleber, s. Kapitel 10.9.1).

Für einen einwandfreien Betrieb des hydraulischen Systems der Heizungsanlage ist u. a. der Gasvordruck im MAG von großer Bedeutung.

Dessen Kontrolle soll in regelmäßigen Abständen (mindestens einmal jährlich) erfolgen. Für die Festlegung des mindestens erforderlichen Vordrucks  $p_0$  (Mindestbetriebsdruck) geht man von nachfolgender Betrachtung aus.

## Ermittlung der Drücke/Ersteinstellung

### Statischer Druck $p_{st}$

Der statische Druck, der auf dem Druckhaltesystem wirkt, ergibt sich aus der über dem Druckhaltesystem (MAG) stehenden Wassersäule. Siehe auch

$$p_{st} = \frac{H \times \text{bar}}{10 \text{ m}} \quad (H \text{ in m})$$

### Vordruck $p_0$

Der Vordruck wird auf der Gasseite des Membran-Druckausdehnungsgefäßes bei voller Druckentlastung und Entleerung auf der Heizungsseite gemessen.

Der Gasvordruck ist auf die örtlichen Verhältnisse abzustimmen und am Gefäß zu notieren.

$$p_0 \geq p_{st} + 0,2 \text{ bar}$$

und

$$p_0 \geq 1,0 \text{ bar}$$

#### Hinweis zur Formel:

Um auch immer genügend Druck für Umwälzpumpen und Wärmeerzeuger vorzuhalten, sollte bei geringen statischen Höhen (z. B. Dachzentralen) der Vordruck  $p_0 \geq 1 \text{ bar}$  gewählt werden. Für eine andere Vorgehensweise sind detaillierte Überprüfungen der Komponentenanforderungen erforderlich.

### Fülldruck $p_F$ und Wasservorlage $V_V$

Membran-Druckausdehnungsgefäße funktionieren nur, wenn in ihnen immer eine ausreichend große Wasservorlage vorhanden ist. Die Wasservorlage  $V_V$  wird im kalten Zustand beim Füllen der Anlage eingebracht und über den Fülldruck  $p_F$  am wasserseitigen Anlagenmanometer kontrolliert. Dies erfolgt bei entlüfteter und kalter Anlage.

$$p_F \geq p_0 + 0,3 \text{ bar}$$

### Enddruck $p_e$

Bei max. Systemtemperatur wird die Anlage thermisch entgast. Die Umwälzpumpen sind auszuschalten und die Anlage ist erneut zu entlüften. Danach wird Wasser bis auf Enddruck  $p_e$  nachgespeist.

$$p_e = p_{SV} - 0,5 \text{ bar}$$

für  $p_{SV} \leq 5,0 \text{ bar}$ ,  $p_{SV}$  = Sicherheitsventilansprechdruck

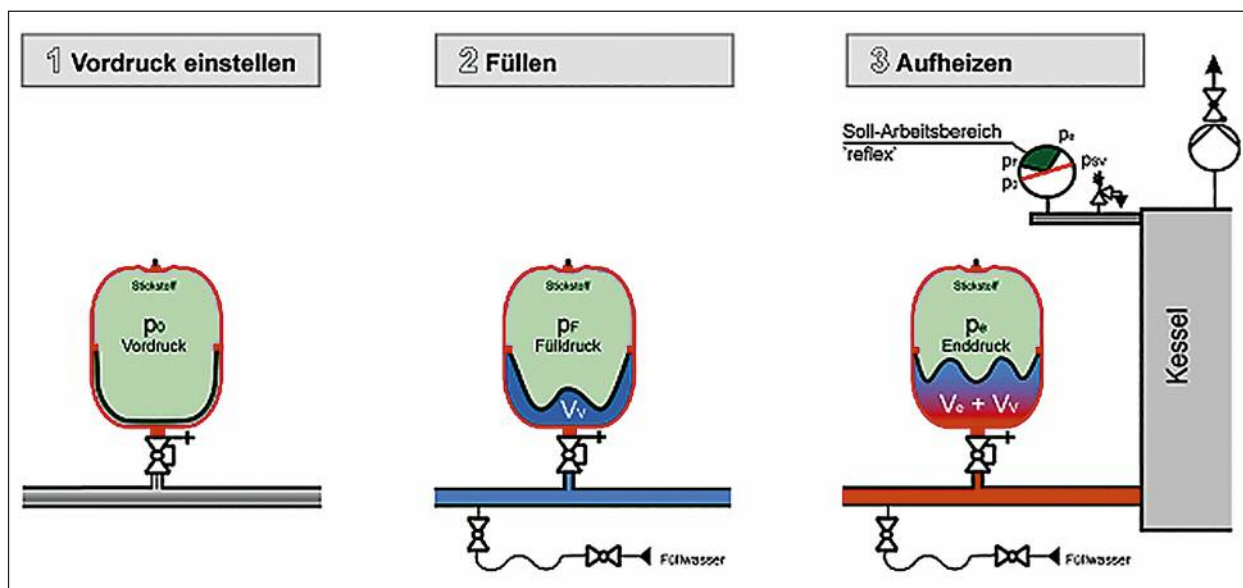
### Empfehlung:

$p_{SV} = 3,0 \text{ bar}$  bei statischen Höhen bis 1,6 bar (16 m)

$p_{SV} = 2,5 \text{ bar}$  bei statischen Höhen bis 1,1 bar (11 m)

### Zusammenfassung:

Abb. 25: Schema Drücke im MAG und im System abhängig vom Betriebszustand



Quelle: Reflex

### Dimensionierung des Ausdehnungsgefäßes: Auswahl nach überschlägigem Tabellenverfahren

Um eine **überschlägige** Größenbestimmung des Membran-Druckausdehnungsgefäßes vorzunehmen, kann eine entsprechende Anlageninhaltsermittlung anhand von Erfahrungswerten durchgeführt werden. Hier wird eine doppelte Vereinfachung angesetzt, die sich auf festgelegte Anwendungsfälle beschränkt.

Hierfür sind folgende Basisinformationen von Bedeutung:

- Heizleistung des/der Wärmeerzeuger bzw. der Verbraucherkreise
- Bauart der Verbraucher
- Auslegungstemperatur der Verbraucher
- Tabelle spez. Wasserinhalt der Verbraucher inkl. Wärmeerzeuger  $V_A$

### Die Auswahl erfolgt dann entsprechend nachstehendem Verfahren:

$$V_A \geq Q_{WE} \cdot v_A \text{ in Liter}$$

Mit

- $V_A$  Anlageninhalt inkl. Wärmeerzeugerinhalt in Litern
- $v_A$  Spezifischer Wasserinhalt in Liter/kW von Heizungslagen (Wärmeerzeuger, Verteilung, Heizflächen)

Tabelle 5: Näherungswerte spezifischer Wassereinhalt

| $T_V/t_R$<br>°C | Radiatoren      |                              | Platten | Konvektoren | Lüftung | Fußbodenheizung   |
|-----------------|-----------------|------------------------------|---------|-------------|---------|---|
|                 | Guss-radiatoren | Röhren- und Stahl-radiatoren |         |             |         |   |
| 60 / 40         | 27,4            | 36,2                         | 14,6    | 9,1         | 9,0     | $V_A = 20 \text{ l/kW}$<br><br>$V_A^{**} = 20 \text{ l/kW} \cdot \frac{\eta_{FB}}{n}$ |
| 70 / 50         | 20,1            | 26,1                         | 11,4    | 7,4         | 8,5     |   |
| 70 / 55         | 19,6            | 25,2                         | 11,6    | 7,9         | 10,1    |   |
| 80 / 60         | 16,0            | 20,5                         | 9,6     | 6,5         | 8,2     |   |
| 90 / 70         | 13,5            | 17,0                         | 8,5     | 6,0         | 8,0     |   |
| 105 / 70        | 11,2            | 14,2                         | 6,9     | 4,7         | 5,7     |   |
| 110 / 70        | 10,6            | 13,5                         | 6,6     | 4,5         | 5,4     |   |
| 100 / 60        | 12,4            | 15,9                         | 7,4     | 4,9         | 5,5     |   |

\*\*Wird die Fußbodenheizung als Teil der Gesamtanlage mit tieferen Vorlauftemperaturen betrieben und abgesichert, dann ist bei der Berechnung der Gesamtwassermenge  $V_A^{**}$  einzusetzen.  $\eta_{FB}$  = prozentuale Ausdehnung bezogen auf die max. VL-Temperatur der FB-Heizung.

Achtung!  
Näherungs-  
werte, im  
Einzelfall  
erhebliche  
Abweichungen  
möglich

Quelle: Reflex

Ein Puffervolumen ist hierbei zusätzlich zu betrachten, da dieses bei der überschlägigen Ermittlung des Anlagenvolumens nicht berücksichtigt ist.

Die Auswahl erfolgt mit diesen Daten nach der folgenden Tabelle 6. Die Definition der Drücke  $p_0$ ,  $p_e$  und  $p_{SV}$  wurden im vorherigen Abschnitt beschrieben.

Die Tabelle zeigt für die Sicherheitsventilansprechdrücke von 2,5 und 3 bar in Abhängigkeit des Mindestbetriebsdrucks  $p_0$  den möglichen Anlageninhalt  $V_A$  beim Gefäßnennvolumen  $V_N$ . Hierbei zeigt die Spalte  $V_N$  die marktüblichen Gefäßgrößen. Die Spalte  $p_0=0,5$  bar ist bei pauschaler Betrachtung in der Anwendung ungeeignet.

Die Tabelle ist auf eine Temperaturregler-Einstellung von 90 °C ausgerichtet.

$V_N$  = Nennvolumen des Membran-Druckausdehnungsgefäßes

$p_{SV}$  = Ansprechdruck des Sicherheitsventils (örtliche Gegebenheiten sind mit dem der Empfehlung zu vergleichen)

$V_A$  = Anlageninhalt

Für niedrigere Werte am Temperaturregler des Wärmeerzeugers  $t_{TR}$  kann eine Anpassung des Anlageninhaltes  $V_A$  über folgende Umrechnung vollzogen werden.

$$V_A = V_A \cdot \frac{\eta_{90^\circ\text{C}}}{\eta_{t_{TR}}}$$

Die zugehörige prozentuale Ausdehnung des Wassers  $n$  entnehmen Sie der folgenden Tabelle 7.

Tabelle 6: Auswahltabelle bei  $t_{Tr} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ 

| $p_{sv}$ | bar   | 2,5   |     |       |     |      |     | $V_n$ | 3,0   |     |       |     |       |     |      |     |
|----------|-------|-------|-----|-------|-----|------|-----|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|
| $p_0$    | bar   | 0,5   |     | 1,0   |     | 1,5  |     | Liter | 0,5   |     | 1,0   |     | 1,5   |     | 1,8  |     |
| $V_A$    | Liter | 65    |     | 30    |     | -    |     | 8     | 85    |     | 50    |     | 19    |     | -    |     |
| $p_F$    | bar   |       | 1,0 |       | 1,6 |      | -   |       |       | 1,1 |       | 1,6 |       | 2,2 |      | -   |
| $V_A$    | Liter | 100   |     | 45    |     | -    |     | 12    | 120   |     | 75    |     | 29    |     | -    |     |
| $p_F$    | bar   |       | 1,0 |       | 1,6 |      | -   |       |       | 1,1 |       | 1,6 |       | 2,2 |      | -   |
| $V_A$    | Liter | 130   |     | 55    |     | -    |     | 15    | 160   |     | 95    |     | 36    |     | -    |     |
| $p_F$    | bar   |       | 1,0 |       | 1,6 |      | -   |       |       | 1,1 |       | 1,6 |       | 2,2 |      | -   |
| $V_A$    | Liter | 170   |     | 85    |     | -    |     | 18    | 200   |     | 130   |     | 60    |     | 17   |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,9 |       | 1,5 |      | -   |       |       | 1,0 |       | 1,5 |       | 2,1 |      | 2,4 |
| $V_A$    | Liter | 270   |     | 150   |     | 33   |     | 25    | 320   |     | 220   |     | 120   |     | 55   |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,9 |       | 1,4 |      | 1,9 |       |       | 0,9 |       | 1,4 |       | 1,9 |      | 2,2 |
| $V_A$    | Liter | 380   |     | 220   |     | 70   |     | 33    | 440   |     | 310   |     | 180   |     | 100  |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,4 |       | 1,9 |      | 2,2 |
| $V_A$    | Liter | 400   |     | 240   |     | 80   |     | 35    | 470   |     | 340   |     | 200   |     | 110  |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,4 |       | 1,9 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 610   |     | 380   |     | 130  |     | 50    | 700   |     | 510   |     | 320   |     | 200  |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 980   |     | 610   |     | 210  |     | 80    | 1120  |     | 840   |     | 540   |     | 320  |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 1230  |     | 760   |     | 260  |     | 100   | 1400  |     | 1050  |     | 670   |     | 410  |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 1720  |     | 1070  |     | 360  |     | 140   | 1960  |     | 1470  |     | 940   |     | 570  |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 2450  |     | 1530  |     | 520  |     | 200   | 2800  |     | 2100  |     | 1340  |     | 810  |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 3060  |     | 1910  |     | 650  |     | 250   | 3500  |     | 2630  |     | 1670  |     | 1010 |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 3680  |     | 2290  |     | 780  |     | 300   | 4200  |     | 3150  |     | 2010  |     | 1220 |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 4900  |     | 3050  |     | 1040 |     | 400   | 5600  |     | 4200  |     | 2680  |     | 1620 |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 6130  |     | 3820  |     | 1300 |     | 500   | 7000  |     | 5250  |     | 3350  |     | 2030 |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 7350  |     | 4580  |     | 1560 |     | 600   | 8400  |     | 6300  |     | 4020  |     | 2430 |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 9800  |     | 6110  |     | 2080 |     | 800   | 11200 |     | 8400  |     | 5350  |     | 3240 |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 11310 |     | 7630  |     | 2600 |     | 1000  | 10600 |     | 10500 |     | 6690  |     | 4050 |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$    | Liter | 18380 |     | 11450 |     | 3900 |     | 1500  | 21000 |     | 15750 |     | 10040 |     | 6080 |     |
| $p_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |

Quelle: Reflex

Tabelle 7: Prozentuale Ausdehnung des Wassers


| t/°C                      | 0 | 10 | 20       | 30       | 40       | 50       | 60       | 70       | 80       | 90       | 100      |
|---------------------------|---|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| n in %<br>(+ 10 °C auf t) |   | 0  | 0,1<br>3 | 0,3<br>7 | 0,7<br>2 | 1,1<br>5 | 1,6<br>6 | 2,2<br>4 | 2,8<br>8 | 3,5<br>8 | 4,3<br>4 |

Quelle: Reflex

## Vergleichbare Ergebnisse liefern auch andere Auswahlhilfen

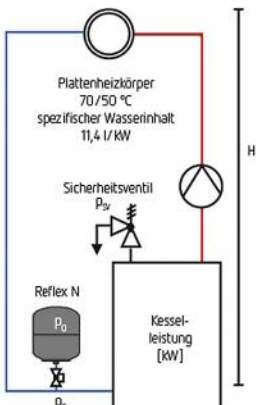
Abb. 26: Auswahltable in Scheckkartenformat

## Schnellauswahlkarte Heizungsgefäße



Thinking solutions.

| Reflex N      | Sicherheitsventil<br>2,5 bar |       | Sicherheitsventil<br>3,0 bar |       |
|---------------|------------------------------|-------|------------------------------|-------|
|               | Vordruck                     |       | Vordruck                     |       |
|               | 1,0                          | 1,5   | 1,0                          | 1,5   |
| Leistung [kW] |                              |       |                              |       |
| 10            | N 18                         | N 35  | N 18                         | N 25  |
| 20            | N 35                         | N 80  | N 25                         | N 35  |
| 30            | N 35                         | N 80  | N 35                         | N 50  |
| 40            | N 50                         | N 100 | N 35                         | N 50  |
| 50            | N 80                         | N 140 | N 50                         | N 80  |
| 60            | N 80                         | N 140 | N 50                         | N 80  |
| 70            | N 80                         | N 200 | N 80                         | N 80  |
| 80            | N 100                        | N 200 | N 80                         | N 100 |
| 90            | N 100                        | N 200 | N 80                         | N 140 |
| 100           | N 140                        | N 250 | N 80                         | N 140 |
| 120           | N 140                        | N 250 | N 100                        | N 140 |
| 140           | N 200                        | N 300 | N 140                        | N 200 |
| 160           | N 200                        | N 400 | N 140                        | N 200 |
| 180           | N 200                        | N 400 | N 200                        | N 250 |
| 200           | N 250                        | N 500 | N 200                        | N 250 |



- ▶ statischer Druck  $p_{stak} = \text{statische Höhe [m]}/10$
- ▶ Vordruck  $p_0 = p_{stak} + 0,2 \text{ bar}$
- ▶ Fülldruck  $p_f = p_0 + 0,3 \text{ bar (bei kalter Anlage)}$

Quelle: Reflex

Ausdehnungsgefäße in Anlagen, die nicht in dieses Schema passen, müssen mit dem differenzierten Verfahren bestimmt werden.

## Beispiel

Bei einem Gebäude mit der statischen Höhe von 13 m ergibt sich ein Mindestbetriebsdruck nach Formel  $p_0 \geq p_{st} + 0,2$  von  $p_0 \geq 1,3 \text{ bar} + 0,2 \text{ bar}$  gewählt  $p_0 = 1,5 \text{ bar}$ . Bei einem ermittelten Anlagenvolumen  $V_A$  von 180 l benötigen Sie bei einem 3,0 bar Sicherheitsventil ein 33 l Gefäß und bei einem 2,5 bar Sicherheitsventil ein Gefäß mit einem Nennvolumen von 80 l (bei den zuletzt genannten Rahmenbedingungen dürfte der Anlageninhalt bis zu 210 l betragen). Die entsprechenden wasserseitigen Fülldrücke  $p_f$  bei kalter Anlage stehen in der unteren Zeile.

Interessant ist die Variante einer Heizungsanlage mit 1000-l-Pufferspeicher bei ansonsten identischen Randbedingungen. Damit steigt das Anlagenvolumen auf insgesamt  $180 \text{ l} + 1000 \text{ l} = 1180 \text{ l}$ . Bei  $p_0 = 1,5 \text{ bar}$  und Sicherheitsventil mit 2,5 bar wird nun ein Ausdehnungsgefäß mit 500 l Volumen benötigt (statt vorher 80 l).

## Auswahl nach differenziertem Verfahren

Wenn sich die Heizungsanlage nicht in das o. g. Schema einordnen lässt, ist eine Berechnung unerlässlich. Diese lässt sich beispielsweise nach einem Hersteller-Formblatt durchführen (s. Tabelle 8, S. 55).

## Berechnungssoftware

Grundsätzlich empfiehlt sich die Nutzung einer Berechnungssoftware, wie sie von den Herstellern, zum Teil sogar als Onlinevarianten oder auch als App, angeboten werden. Die Programme erlauben einen Wechsel zwischen Abschätzung nicht vorhandener Randdaten (Anlagenvolumen) bis zur genauen Berechnung je nach Objekt und sind leicht bedienbar. Beispielsweise sei hier das Programm „Reflex Pro Win, -Web und -App“ genannt ([www.reflex.de](http://www.reflex.de)).

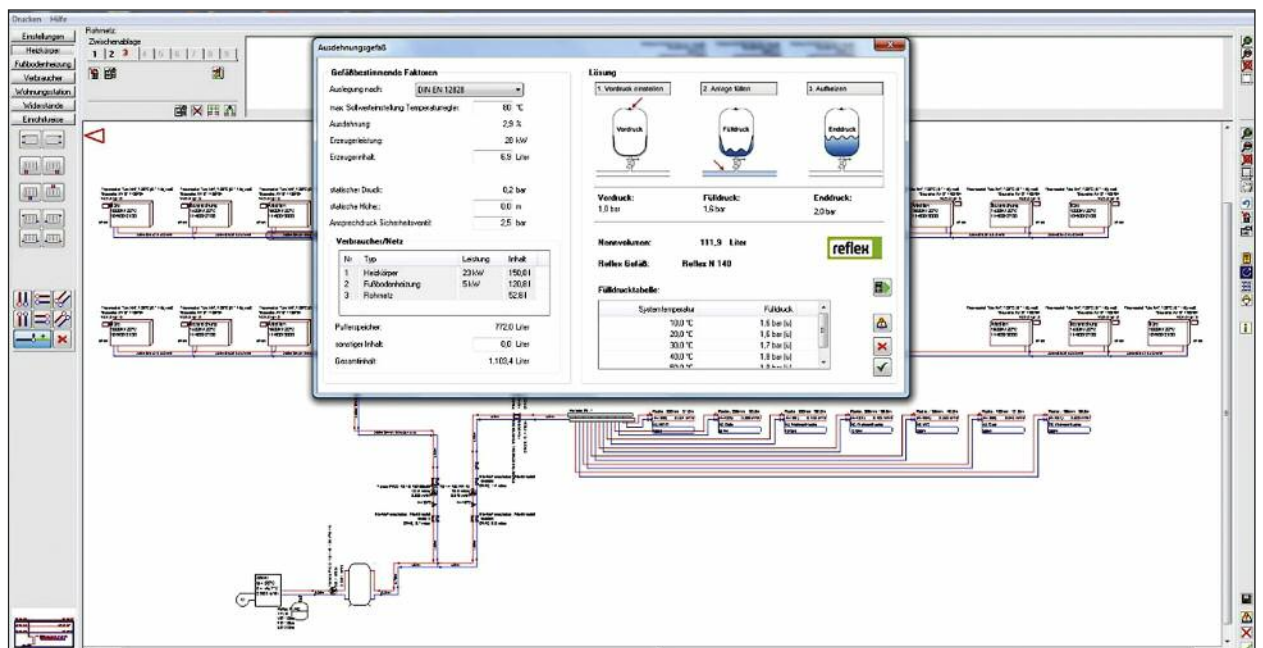
Abb. 27: Auslegung eines Ausdehnungsgefäßes mittels einer App



Quelle: Reflex

**Hinweis:** Wenn im Rahmen des Verfahrens B der hydraulische Abgleich berechnet wird, sind Abschätzungen nicht notwendig, weil alle Randbedingungen vorliegen. Die Auslegung des Ausdehnungsgefäßes fällt dann nebenbei ab.

Abb. 28: Auslegung des Ausdehnungsgefäßes im Rahmen des hydraulischen Abgleichs mit ZVPLAN

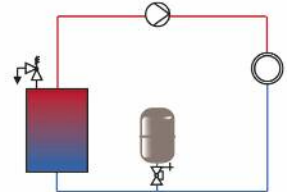


Quelle: ZVSHK/Consoft



Tabelle 8: Differenzierte Handrechnung nach Hersteller-Formblatt

| Reflex N, F, G in Heizungsanlagen  |  |                      |   |                                   |                                      |
|--|--|----------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Schaltung:</b> Vordruckhaltung, MAG im Rücklauf, Umwälzpumpe im Vorlauf, bei Nachdruckhaltung<br>Hinweise auf Seite 9 beachten. |  |                      |   |                                   |                                      |
| <b>Objekt:</b>   |  |                      |   |                                   |                                      |
| Ausgangsdaten  |  |                      |   |                                   |                                      |
| Wärmeerzeuger  | 1  | 2                    | 3                                       | 4                                 |                                      |
| Wärmeleistung  | $\dot{Q}_W = \dots\dots\dots$ kW   | $\dots\dots\dots$ kW | $\dots\dots\dots$ kW                    | $\dots\dots\dots$ kW              | $\dot{Q}_{ges} = \dots\dots\dots$ kW |
| Wasserinhalt   | $V_w = \dots\dots\dots$ Liter  |                      |   |                                   |                                      |
| Auslegungsvorlauftemperatur  | $t_v = \dots\dots\dots$ °C   | Ø S. 6               | Wasserinhalt näherungsweise             |                                   | $V_A = \dots\dots\dots$ Liter        |
| Auslegungsrücklauftemperatur   | $t_r = \dots\dots\dots$ °C   |                      | $V_A = f(t_v, t_r, Q)$                  |                                   |                                      |
| Wasserinhalt bekannt   | $V_A = \dots\dots\dots$ Liter  |                      |   |                                   |                                      |
| höchste Sollwerteneinstellung  |  | Ø S. 6               | prozentuale Ausdehnung n                |                                   | $n = \dots\dots\dots$ %              |
| Temperaturregler   | $t_{TR} = \dots\dots\dots$ °C  |                      | (bei Frostschutzmittelzusatz n*)        |                                   |                                      |
| Frostschutzmittelzusatz  | $\dots\dots\dots$ %  |                      |   |                                   |                                      |
| Sicherheitstemperaturbegrenzer   | $t_{STB} = \dots\dots\dots$ °C   | Ø S. 6               | Verdampfungsdruck $p_D$ bei > 100 °C    |                                   | $p_D = \dots\dots\dots$ bar          |
|  |  |                      | (bei Frostschutzmittelzusatz $p_{D*}$ ) |                                   |                                      |
| statischer Druck   | $p_{st} = \dots\dots\dots$ bar   |                      |   |                                   | $p_{st} = \dots\dots\dots$ bar       |
| Druckberechnung  |  |                      |   |                                   |                                      |
| <b>Vordruck</b>  | $p_D = \text{stat. Druck } p_{st} + \text{Verdampfungsdruck } p_D + (0,2 \text{ bar})^1$<br>$p_D = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots + (0,2 \text{ bar})^1 = \dots\dots\dots \text{ bar}$  |                      |   |                                   | $p_D = \dots\dots\dots$ bar          |
| Reflex-Empfehlung  | $p_D \geq 1,0 \text{ bar}$   |                      |   |                                   |                                      |
| <b>Sicherheitsventilansprechdruck</b>  | $p_{sv} \rightarrow$ Reflex-Empfehlung<br>$p_{sv} \geq \text{Vordruck } p_D + 1,5 \text{ bar}$ für $p_{sv} \leq 5 \text{ bar}$<br>$p_{sv} \geq \text{Vordruck } p_D + 2,0 \text{ bar}$ für $p_{sv} > 5 \text{ bar}$<br>$p_{sv} \geq \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ bar}$               |                      |   |                                   | $p_{sv} = \dots\dots\dots$ bar       |
| <b>Enddruck</b>  | $p_e \leq \text{Sicherheitsventil } p_{sv} - \text{Schließdruckdifferenz nach TRD 721}$<br>$p_e \leq p_{sv} - 0,5 \text{ bar}$ für $p_{sv} \leq 5 \text{ bar}$<br>$p_e \leq p_{sv} - 0,1 \times p_{sv}$ für $p_{sv} > 5 \text{ bar}$<br>$p_e \leq \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ bar}$ |                      |   |                                   | $p_e = \dots\dots\dots$ bar          |
| Gefäß  |  |                      |   |                                   |                                      |
| <b>Ausdehnungsvolumen</b>  | $V_e = \frac{n}{100} \times V_A = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ Liter}$  |                      |   |                                   | $V_e = \dots\dots\dots$ Liter        |
| <b>Wasservorlage</b>   | $V_v = 0,005 \times V_A$ für $V_n > 15 \text{ Liter}$ mit $V_v \geq 3 \text{ Liter}$<br>$V_v \geq 0,2 \times V_n$ für $V_n \leq 15 \text{ Liter}$<br>$V_v \geq \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ Liter}$   |                      |   |                                   | $V_v = \dots\dots\dots$ Liter        |
| <b>Nennvolumen ohne Servitec</b>   | $V_n = (V_e + V_v) \times \frac{p_e + 1}{p_e - p_D}$   |                      |   |                                   | $V_n = \dots\dots\dots$ Liter        |
| <b>mit Servitec</b>  | $V_n = (V_e + V_v + 5 \text{ Liter}) \times \frac{p_e + 1}{p_e - p_D}$   |                      |   |                                   |                                      |
|  | $V_n \geq \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ Liter}$<br>gewählt $V_n$ Reflex = $\dots\dots\dots$ Liter  |                      |   |                                   |                                      |
| Kontrolle  |  |                      |   |                                   |                                      |
| <b>Anfangsdruck ohne Servitec</b>  | $p_a = \frac{p_e + 1}{1 + \frac{V_e(p_e + 1)(n + n_e)}{V_n(p_D + 1) 2n}} - 1 \text{ bar}$  |                      |   |                                   | $p_a = \dots\dots\dots$ bar          |
| <b>mit Servitec</b>  | $p_a = \frac{p_e + 1}{1 + \frac{(V_e + 5 \text{ Liter})(p_e + 1)(n + n_e)}{V_n(p_D + 1) 2n}} - 1 \text{ bar}$  |                      |   |                                   |                                      |
|  | $p_a = \frac{\dots\dots\dots}{1 + \dots\dots\dots} - 1 \text{ bar} = \dots\dots\dots \text{ bar}$  |                      |   |                                   |                                      |
| Bedingung: $p_a \geq p_D + 0,25 \dots 0,3 \text{ bar}$ , ansonsten Berechnung für größeres Nennvolumen                             |  |                      |   |                                   |                                      |
| Ergebniszusammenstellung   |  |                      |   |                                   |                                      |
| Reflex ... / ... bar   | $\dots\dots\dots$ Liter  | Vordruck             | $p_D = \dots\dots\dots$ bar             | → vor Inbetriebnahme prüfen       |                                      |
| Reflex ... / ... bar   | $\dots\dots\dots$ Liter  | Anfangsdruck         | $p_a = \dots\dots\dots$ bar             | → Einstellung Nachspeisung prüfen |                                      |
| Reflex nur bei sauerstoffreichem Wasser  |  | Enddruck             | $p_e = \dots\dots\dots$ bar             |                                   |                                      |
| (z. B. Fußbodenheizungen)  |  |                      |   |                                   |                                      |



▶ bei  $t_R > 70 \text{ °C}$   
V Vorschaltgefäß vorsehen

- <sup>1)</sup> Empfehlung
- ▶ erf. Zulaufdruck der Umwälzpumpen lt. Herstellerangaben prüfen
  - ▶ Einhaltung des zul. Betriebsdruckes prüfen

▶ Fülldruck = Anfangsdruck bei 10 °C Fülltemperatur





## 9 DOKUMENTATION

Der Umfang und die Form einer Dokumentation unterliegen den vertraglichen Regelungen zwischen Fachbetrieb und Kunden. Folgende Punkte sollten in geeigneter Form festgehalten sein:

- Hydraulischer Abgleich: Einstellwert, Volumenstrom und Druckverlust<sup>3</sup> – (je Ventil), Volumenstrom und Förderhöhe (je Pumpe)
- Heizlast Gebäude und eingestellte Leistung Wärmeerzeuger
- Bei Verfahren B (Premiumleistung): raumweise Heizlast
- Auslegungstemperatur und Einstellung Regelung
- Vor-, Füll- und Enddruck Ausdehnungsgefäß

Die Dokumentation kann im Rahmen der Planung durch geeignete Software automatisiert erstellt werden.

Der Punkt „Dokumentation“ bietet durchaus Konfliktpotenzial im Verhältnis zum Kunden. Auf der einen Seite hat der Nutzer ein berechtigtes Interesse an den kompletten Planungsunterlagen, um bei späteren Nutzungsänderungen nicht die Planung komplett neu aufzurollen. Wenn der Auftraggeber Laie ist, wie es im Privatkundenbereich die Regel sein dürfte, ist er mit den vollständigen Berechnungsunterlagen komplett überfordert. Der Umfang einer Dokumentation erreicht auch bei Einfamilienhäusern schnell mehr als 100 Seiten und ist vom Endkunden nicht zu verstehen.

Die Dokumentation stellt aufgrund ihres Umfangs einen Kostenfaktor dar. Da zwischen den Berechnungsprogrammen unterschiedlicher Hersteller im Normalfall kein Datenaustausch möglich ist, ist ein kostengünstiger Austausch der Projektdaten auf Datenträger nicht sinnvoll, weil ein Dritter diese Daten zumeist nicht lesen kann. Eine Ausnahme besteht nur dann, wenn der Dritte über das gleiche Programm verfügt.

Wenn der Kunde Förderprogramme in Anspruch nimmt, gibt es ggf. Anforderungen an die Dokumentation, die ebenfalls vorab geklärt werden sollten.

Vor diesem Hintergrund sollte die Dokumentation an die Bedürfnisse des Kunden angepasst sein. Der Umfang sollte vor Auftragserteilung mit dem Kunden abgesprochen werden. Ein Vorschlag hierfür findet sich in Kapitel 10.1.1.

Die Empfehlung, den Auftragsumfang zu dokumentieren und ggf. auf die Folgen einer nicht beauftragten Planung hinzuweisen, wurde schon in Kapitel 1 gegeben. Entsprechende Vordrucke finden sich als Vorschlag in Kapitel 10.1.1 und 10.1.2.

Für die weitere Wartung empfiehlt es sich, die gängigen Einstellwerte direkt am Wärmeerzeuger in Form eines Aufklebers oder eines laminierten Schildes zu hinterlassen. Ein Vorschlag findet sich in Kapitel 10.9.1.

Ein Vorschlag für eine Kurzzusammenfassung der hydraulischen Eckwerte findet sich in Kapitel 10.9.4.

<sup>3</sup> Nicht notwendig bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung.

Wenn der Kunde Fördermittel beantragen möchte, muss er in Abhängigkeit vom Förderprogramm technische Nachweise erbringen. Regelmäßig gehört hierzu der Nachweis des hydraulischen Abgleichs. Für die Förderprogramme nach KfW und BaFa werden derzeit die Vordrucke aus den Kapiteln 10.9.2 und 10.9.3 benötigt. Die jeweils aktuellen Nachweise finden sich beim Fördergeber bzw. auf [www.vdzev.de](http://www.vdzev.de).

## 10 ANHANG

Dieses Kapitel ist in der Fachregel nicht enthalten. Aus Gründen der Lesbarkeit in diesem Kommentar wird auf eine farbliche Kennzeichnung verzichtet.

Produktkennwerte werden beispielhaft benannt.

## 10.1 Anhang Kapitel 1

### 10.1.1 Hinweis bei unvollständiger Beauftragung

**Hier Ihr Firmenname**

Herr/Frau  
Kunde Freundlich  
Straße des Aufbaus  
12345 Musterhausen



00.00.2020

**Wichtiger Hinweis zu Ihrem Auftrag vom .....**

Sehr geehrter Herr ....., sehr geehrte Frau....,

wir bedanken uns für Ihren Auftrag vom ..... Leider weichen Sie von unserer Empfehlung ab und beauftragen die notwendige Optimierung der vorhandenen Heizungsanlage nicht oder nicht vollständig. Das hat für Sie folgende Auswirkungen:

- > Die Heizungsanlage verliert ihre Förderfähigkeit nach KfW/BaFa (*Hier den Kundentext ggf. anpassen.*)
- > Die neue Heizungsanlage kann nicht optimal arbeiten. Aus Erfahrungswerten sorgt eine Optimierung des Systems üblicherweise für Einsparungen in Höhe von über 10 %. Das erklärt sich unter anderem damit, dass ohne hydraulischen Abgleich als Teil der Optimierung die Rücklauftemperaturen zum Kessel wärmer als notwendig sind und dass einzelnen Räumen ein Übermaß an Wärme zugeführt wird. Durch die fehlende Heizkurvenanpassung können die Temperaturen des Heizungswassers nicht optimal an den Wärmeerzeuger angepasst werden. Ungedämmte Rohrleitungen und Armaturen verlieren kostbare Wärme. Nur das komplette Optimierungspaket garantiert eine wirklich energiesparende und damit kostenbewusste Betriebsweise. Die Optimierung trägt sich in der Regel durch die Einsparungen im Betrieb.

Wir machen überdies darauf aufmerksam, dass Sie gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) §10(2) verpflichtet sind, „bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden“ zu dämmen (Ausnahme: max. 2 WE, davon 1 WE vom Eigentümer am 1.2.2002 bewohnt – Übergangsfrist 2 Jahre bei Eigentümerwechsel nach diesem Datum).

Freundliche Grüße

Ihr Meisterbetrieb

## 10.1.2 Festlegung des Standards

### Hier Ihr Firmenname

Herr  
Kunde Freundlich  
Straße des Aufbaus  
12345 Musterhausen



00.00.2020

### Angebot/Auftrag

Sehr geehrter Herr /Sehr geehrte Frau .....,

die Optimierung der Heizungsanlage erfolgt nach dem vom Zentralverband Sanitär Heizung Klima vorgeschlagenen Verfahren im Umfang der:

- Regelleistung                       Premiumleistung

die Planungsleistung wird übernommen durch:

- Auftraggeber                       Auftragnehmer

(Die folgenden Punkte werden nur ausgefüllt, wenn der Auftragnehmer die Planungsleistung übernimmt):

Die Heizlast wird:

- aus vorhandenen Unterlagen entnommen                       abgeschätzt

- nach DIN EN 12831 (ggf. einschl. Pauschalisierungen gem. Stand der Technik) bzw. Optimus-Verfahren berechnet

Eine zusätzliche Rohrnetzberechnung wird:

- durchgeführt                       nicht durchgeführt

Dokumentation der Planung

- Zusammenfassung Ergebnisse gem. Vorschlag ZVSHK                       Vollständiger Ausdruck

- Sonstiges:                       Projektdatei aus Berechnungsprogramm, Format:

Der Kunde beabsichtigt, folgendes Förderprogramm in Anspruch zu nehmen: \_\_\_\_\_

**Hinweis: Förderzusagen werden ausschließlich durch den Fördergeber erteilt. Das Risiko, ob eine zugesagte Förderung ausgezahlt wird, liegt beim Kunden.**

Der Fachbetrieb unterstützt den Kunden bezüglich der gewünschten Förderung bei

- Antragstellung                       Nachweisführung                       Abruf der Fördermittel

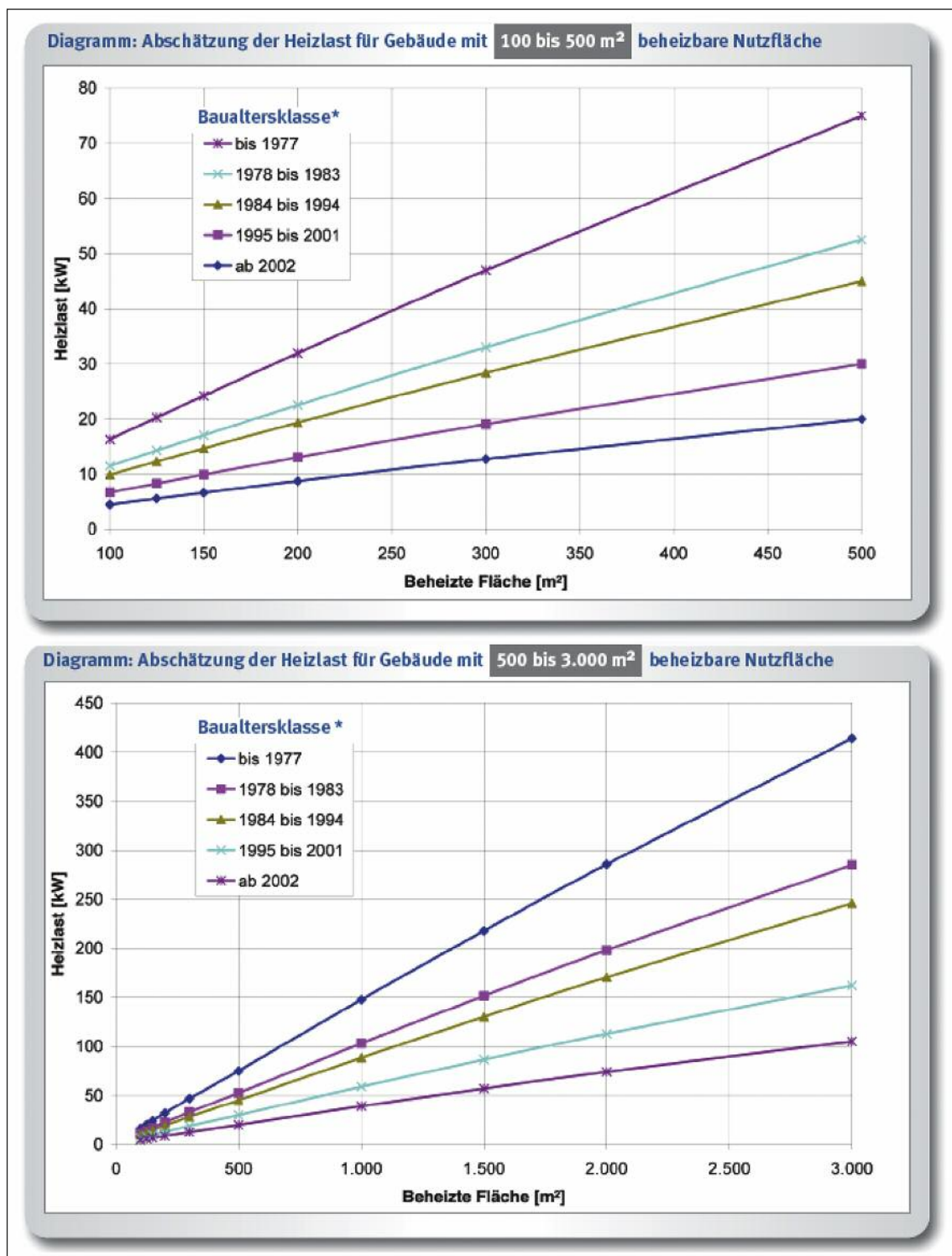
Freundliche Grüße

Ihr Meisterbetrieb

## 10.2 Anhang Kapitel 2

### 10.2.1 Heizlastabschätzung in Anlehnung an DIN EN 15378

Abb. 29: Heizlastabschätzung nach Baualtersklasse





Die Baualtersklasse entspricht dem Baujahr bzw. dem Jahr der energetischen Komplettanierung des Gebäudes. Sind genaue Daten nicht bekannt, kann folgende Einteilung genommen werden:

**Tabelle 9: Baualtersklassen**

|  | Baujahr  |
|--|----------|
| Außenwände ungedämmt, einfach verglaste Fenster  | bis 1977 |
| Außenwände ungedämmt, isolier- oder doppelverglaste Fenster  | ab 1978  |
| Nachträgliche Außenwanddämmung $\leq 6$ cm, isolier- oder doppelverglaste Fenster                  | ab 1984  |
| Nachträgliche Außenwanddämmung $\geq 6$ cm und Dachdämmung, neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung | ab 1995  |

Quelle: VdZ

Für einzelne Räume kann folgende Abschätzung verwendet werden:

**Tabelle 10: Heizlastabschätzung nach Baualtersklasse**

| Baualtersklasse | Heizlast             |
|-----------------|----------------------|
| bis 1977        | 163 W/m <sup>2</sup> |
| ab 1978         | 115 W/m <sup>2</sup> |
| ab 1984         | 99 W/m <sup>2</sup>  |
| ab 1995         | 67 W/m <sup>2</sup>  |
| ab 2002         | 45 W/m <sup>2</sup>  |

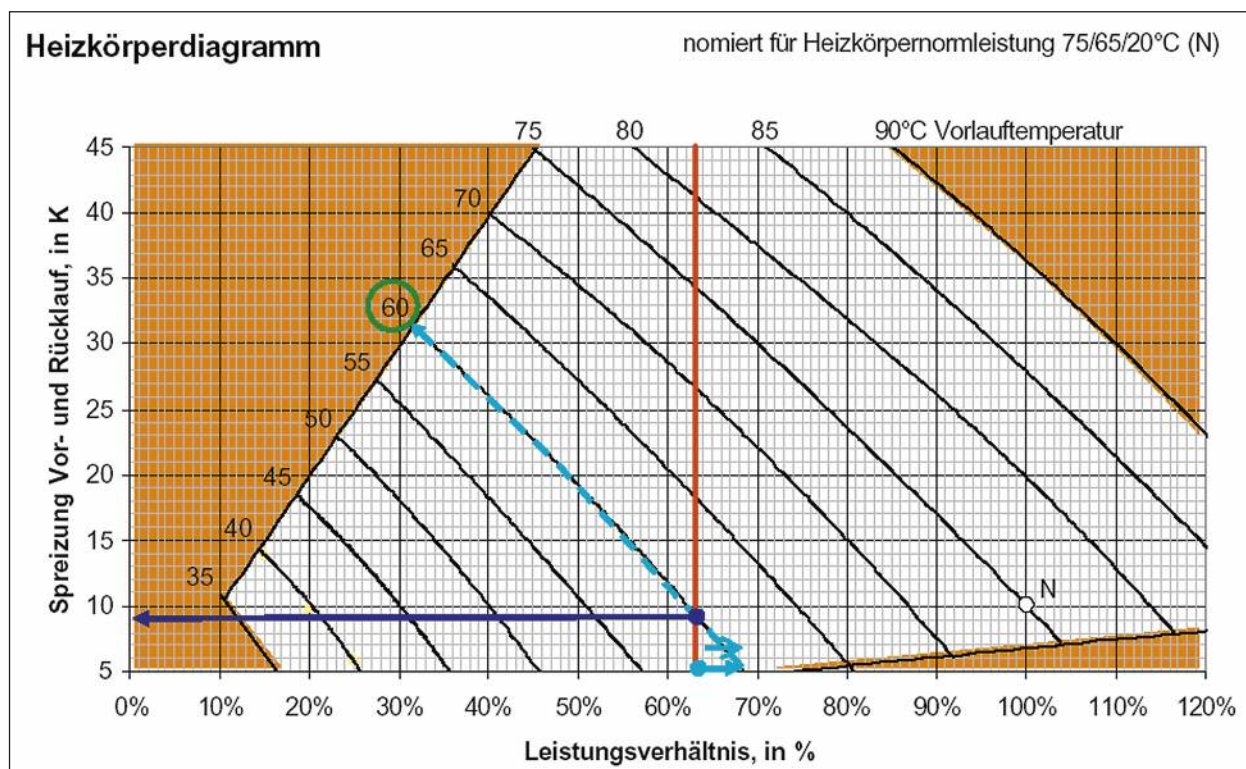
Quelle: VdZ

## 10.3 Anhang Kapitel 3

### 10.3.1 Heizkörperdiagramm

Aus dem Optimus-Verfahren zur Ermittlung der System-Vorlauftemperatur (Auslegungspunkt bei minimaler Außentemperatur gem. DIN EN 12831).<sup>4</sup>

Abb. 30: Ermittlung der Systemtemperaturen (Heizkörper)



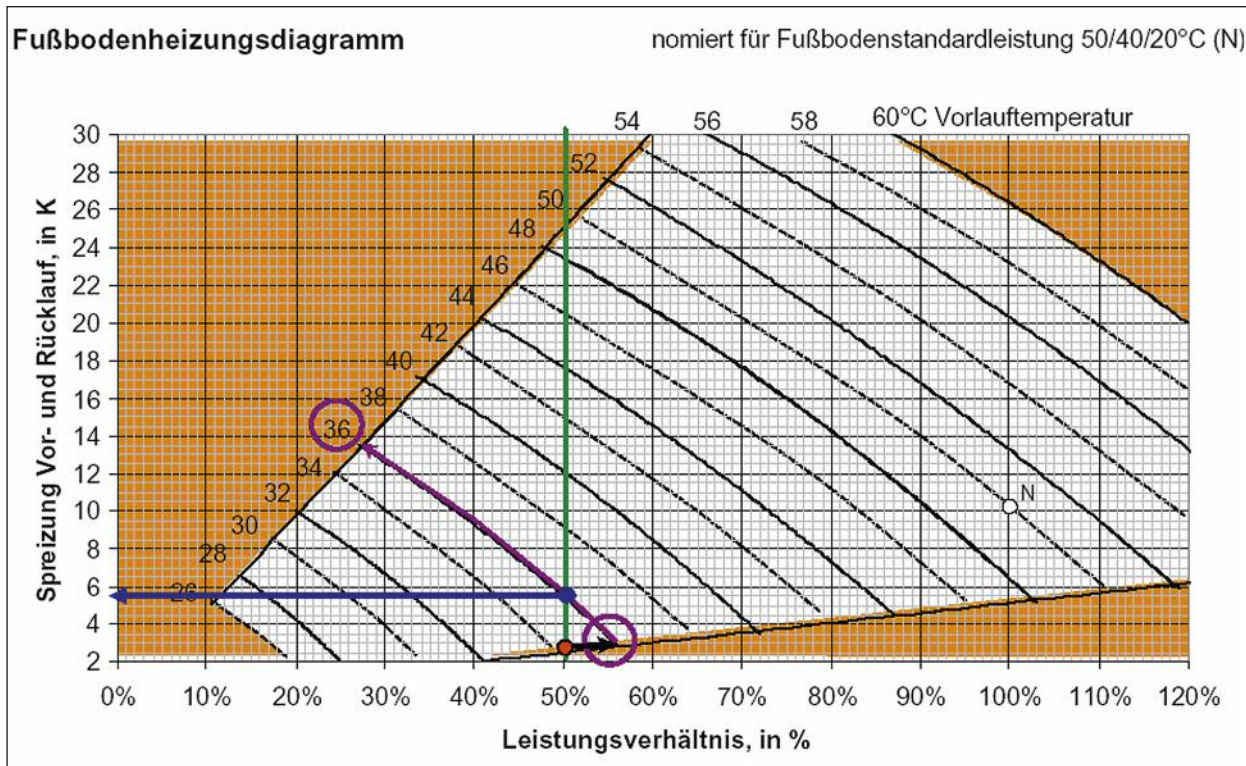
Quelle: FH Ostfalia

<sup>4</sup> Wir bedanken uns bei der FH Ostfalia (Prof. Wolff) und proKlima – Der energy-Fonds (Herr Timm) für die freundliche Überlassung.

### 10.3.2 Fußbodenheizungsdiagramm

Aus dem Optimus-Verfahren zur Ermittlung der System-Vorlauftemperatur (Auslegungspunkt bei minimaler Außentemperatur gem. DIN EN 12831).<sup>5</sup>

Abb. 31: Ermittlung der Systemtemperaturen (Fußbodenheizung)



Quelle: FH Ostfalia

<sup>5</sup> Wir bedanken uns bei der FH Ostfalia (Prof. Wolff) und proKlima – Der enercity-Fonds (Herr Timm) für die freundliche Überlassung.

### 10.3.3 Umrechnung von Heizkörperleistungen

Die Leistung eines Heizkörpers wird bei Normbedingungen angegeben. Die Umrechnung für die tatsächlichen Systemtemperaturen erfolgt mit folgender Formel:

$$\Phi = \Phi_{\text{Norm}} \times \left[ \frac{\Delta\theta_{\text{In}}}{49,83} \right]^n$$

$$\Delta\theta_{\text{In}} = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_L}{\theta_R - \theta_L}}$$

$\Phi$  = Wärmeleistung des Heizkörpers bei Betriebsbedingungen in Watt

$\Phi_{\text{Norm}}$  = Norm-Wärmeleistung des Heizkörpers in Watt nach EN 442 (75/65/20 °C)

$\Delta\theta_{\text{In}}$  = logarithmisch gemittelte Übertemperatur in Kelvin

$\theta_{V/R/L}$  = Vorlauf-/Rücklauf-/Raumtemperatur

### 10.3.4 Wärmeleistungen für Plattenheizkörper

Angabe je Meter Baulänge

nach EN 442

(75/65/20 °C)

Exponent n = 1,30

Herstellerangaben: August Brötje GmbH

**Tabelle 11: Wärmeleistungen für Plattenheizkörper**

| Profil-Plattenheizkörper |              |              |              |              |              |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Bauhöhe                  | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe |
|                          | 10           | 11           | 12           | 22           | 33           |
| mm                       | 43 mm        | 70 mm        | 72 mm        | 102 mm       | 158 mm       |
| 300                      | 312          | 479          | 739          | 930          | 1338         |
| 400                      | 400          | 646          | 942          | 1221         | 1715         |
| 500                      | 503          | 795          | 1139         | 1477         | 2071         |
| 600                      | 595          | 940          | 1330         | 1724         | 2422         |
| 900                      | 867          | 1328         | 1867         | 2445         | 3473         |

| Plan-Plattenheizkörper |              |              |              |              |              |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Bauhöhe                | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe |
|                        | 10           | 11           | 12           | 22           | 33           |
| mm                     | 43 mm        | 70 mm        | 72 mm        | 102 mm       | 158 mm       |
| 300                    | –            | 430          | 695          | 888          | 1233         |
| 400                    | –            | 584          | 892          | 1149         | 1580         |
| 500                    | –            | 709          | 1078         | 1395         | 1913         |
| 600                    | –            | 830          | 1253         | 1634         | 2232         |
| 900                    | –            | 1191         | 1708         | 2224         | 3196         |

Quelle: Brötje

### 10.3.5 Wärmeleistungen für Röhrenradiatoren

Angabe je Element, Elementbaulänge 45 mm

nach EN 442

(75/65/20 °C)

Exponent  $n = 1,30$

Herstellerangaben: BEMM GmbH, Serie Mera

**Tabelle 12: Wärmeleistung für Röhrenheizkörper**

| Bauhöhe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|         | 2-Säuler     | 3-Säuler     | 4-Säuler     | 5-Säuler     | 6-Säuler     |
| mm      | 65 mm        | 101 mm       | 139 mm       | 177 mm       | 215 mm       |
| 200     | 13           | 18           | 23           | 35           | 42           |
| 300     | 19           | 26           | 34           | 51           | 60           |
| 350     | 21           | 30           | 39           | 59           | 69           |
| 400     | 24           | 34           | 44           | 66           | 78           |
| 450     | 27           | 38           | 49           | 73           | 86           |
| 500     | 29           | 41           | 53           | 81           | 95           |
| 550     | 32           | 45           | 58           | 88           | 104          |
| 600     | 35           | 49           | 63           | 95           | 112          |
| 750     | 42           | 60           | 77           | 117          | 137          |
| 900     | 50           | 70           | 90           | 138          | 162          |
| 1000    | 55           | 78           | 100          | 152          | 178          |
| 1200    | 66           | 92           | 118          | 179          | 210          |
| 1500    | 82           | 113          | 145          | 220          | 258          |
| 1800    | 99           | 135          | 172          | 260          | 305          |
| 2000    | 110          | 150          | 189          | 287          | 336          |
| 2200    | 123          | 165          | 207          | 313          | 367          |
| 2500    | 142          | 188          | 233          | 353          | 414          |

Quelle: BEMM

### 10.3.6 Wärmeleistungen für Gussradiatoren (DIN 4703)

Angabe je Element, Elementbaulänge 60 mm

DIN-Angaben umgerechnet auf EN 442 (75/65/20 °C)

Exponent  $n = 1,30$

**Tabelle 13: Wärmeleistungen für Gussradiatoren**

| Bauhöhe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| mm      | 70 mm        | 110 mm       | 160 mm       | 220 mm       | 250 mm       |
| 280     | –            | –            | –            | –            | 69           |
| 430     | 41           | 53           | 70           | 92           | –            |
| 580     | 51           | 69           | 95           | 122          | –            |
| 680     | –            | –            | 111          | –            | –            |
| 980     | 84           | –            | 154          | 196          | –            |

Quelle: BEMM

### 10.3.7 Wärmeleistungen für Konvektoren

Angabe je Meter Baulänge

nach EN 442

(75/65/20 °C)

Exponent  $n = 1,30$

Herstellerangaben: BEMM GmbH, Serie Pako

**Tabelle 14: Wärmeleistungen für Konvektoren**

| Normal-Konvektoren |              |              |              |              |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Bauhöhe            | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe |
|                    | CN2          | CN3          | CN4          | CN5          |
| mm                 | 72 mm        | 133 mm       | 194 mm       | 255 mm       |
| 70                 | 328          | 573          | 764          | 899          |
| 140                | 501          | 853          | 1150         | 1418         |
| 210                | 675          | 1116         | 1548         | 1942         |
| 280                | 864          | 1382         | 1990         | 2511         |

| WVO-Konvektoren (Strahlungsschirm) |              |              |              |              |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Bauhöhe                            | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe | Typ/Bautiefe |
|                                    | CW3          | CW4          | CW5          | CW6          |
| mm                                 | 143 mm       | 204 mm       | 256 mm       | 326 mm       |
| 70                                 | 465          | 641          | 863          | 989          |
| 140                                | 695          | 1041         | 1332         | 1586         |
| 210                                | 931          | 1406         | 1822         | 2154         |
| 280                                | 1193         | 1763         | 2375         | 2731         |

Quelle: BEMM



### 10.3.8 Wärmeleistungen für Standard-Badheizkörper

Angabe je Heizkörper  
nach EN 442  
(75/65/20 °C)  
Exponent  $n = 1,26$

Herstellerangaben: BEMM GmbH, Serie Mido

**Tabelle 15: Wärmeleistungen für Standard-Badheizkörper**

| Bauhöhe | Baulänge | Baulänge | Baulänge | Baulänge |
|---------|----------|----------|----------|----------|
| mm      | 450 mm   | 500 mm   | 600 mm   | 750 mm   |
| 818     | 336      | 366      | 426      | –        |
| 1118    | 480      | 526      | 617      | 753      |
| 1462    | –        | 676      | 793      | 969      |
| 1720    | 748      | 818      | 957      | 1166     |

Quelle: BEMM

### 10.3.9 Wärmeleistungen für Kreuzrohr-Badheizkörper

Angabe je Heizkörper  
nach EN 442 (75/65/20 °C)  
Exponent  $n = 1,26$

Herstellerangaben: BEMM GmbH, Serie Cobo

**Tabelle 16: Wärmeleistungen für Kreuzrohr-Badheizkörper**

| <b>1-reihige Bauform (Querrohre vor den Sammelrohren)</b> |                 |                 |                 |                 |                 |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Bauhöhe</b>  | <b>Baulänge</b> | <b>Baulänge</b> | <b>Baulänge</b> | <b>Baulänge</b> | <b>Baulänge</b> |
| mm  | 501 mm          | 601 mm          | 701 mm          | 801 mm          | 901 mm          |
| 684   | 358             | 421             | –               | 545             | 605             |
| 1044  | 521             | 613             | 704             | 793             | 881             |
| 1404  | 687             | 808             | 927             | 1045            | 1161            |
| 1764  | 863             | 1016            | 1166            | 1314            | 1460            |

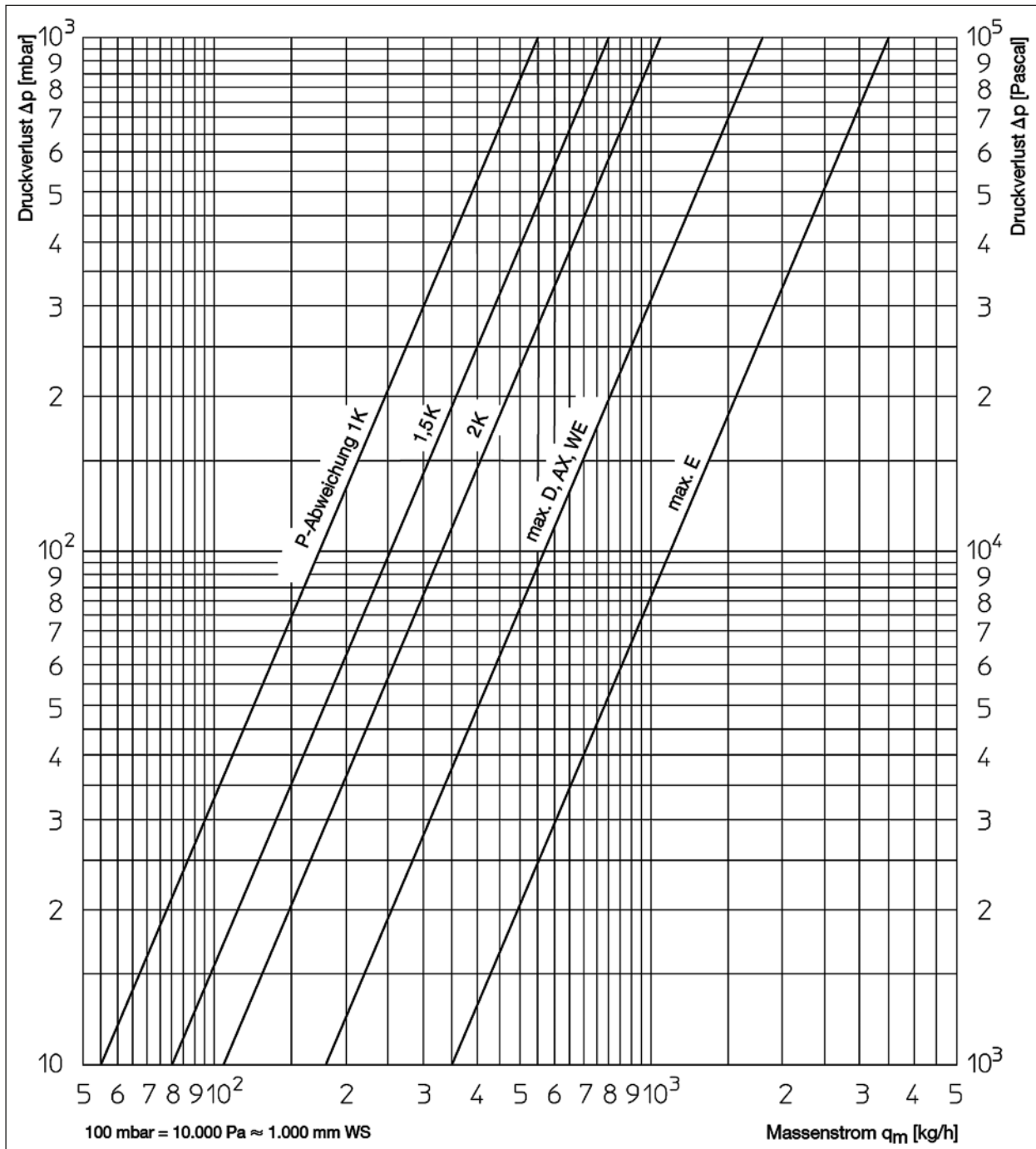
| <b>2-reihige Bauform (Querrohre vor und hinter den Sammelrohren)</b> |                 |                 |                 |                 |                 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Bauhöhe</b>   | <b>Baulänge</b> | <b>Baulänge</b> | <b>Baulänge</b> | <b>Baulänge</b> | <b>Baulänge</b> |
| mm   | 501 mm          | 601 mm          | 701 mm          | 801 mm          | 901 mm          |
| 684  | –               | 587             | –               | 794             | 898             |
| 1044   | 737             | 889             | 1041            | 1193            | 1346            |
| 1404   | 913             | 1102            | 1291            | 1481            | –               |
| 1764   | 1217            | 1458            | 1698            | 1937            | 2177            |

Quelle: BEMM

## 10.4 Anhang Kapitel 4

### 10.4.1 Diagramm Thermostatventil am Beispiel Oventrop

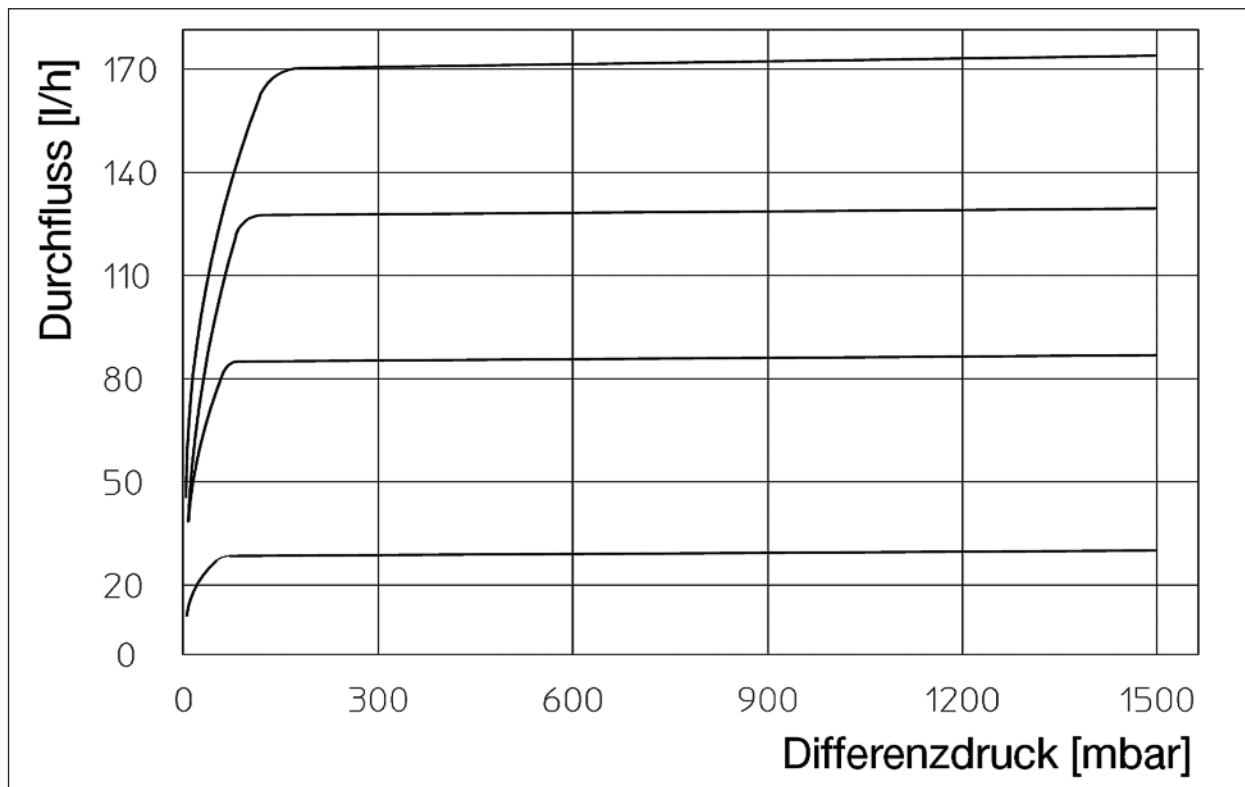
Abb. 32: Diagramm Oventrop Thermostatventil - e Baureihe „A“ und „RF“, DN 15



Quelle: Oventrop

### 10.4.2 Diagramm Thermostatventil für den automatischen hydraulischen Abgleich am Beispiel Oventrop

Abb. 33: Ventilkennlinien bei verschiedenen Handrad-Voreinstellungen im Vollastbetrieb (d. h. Thermostatkopf vollständig offen) am Beispiel Oventrop AQ

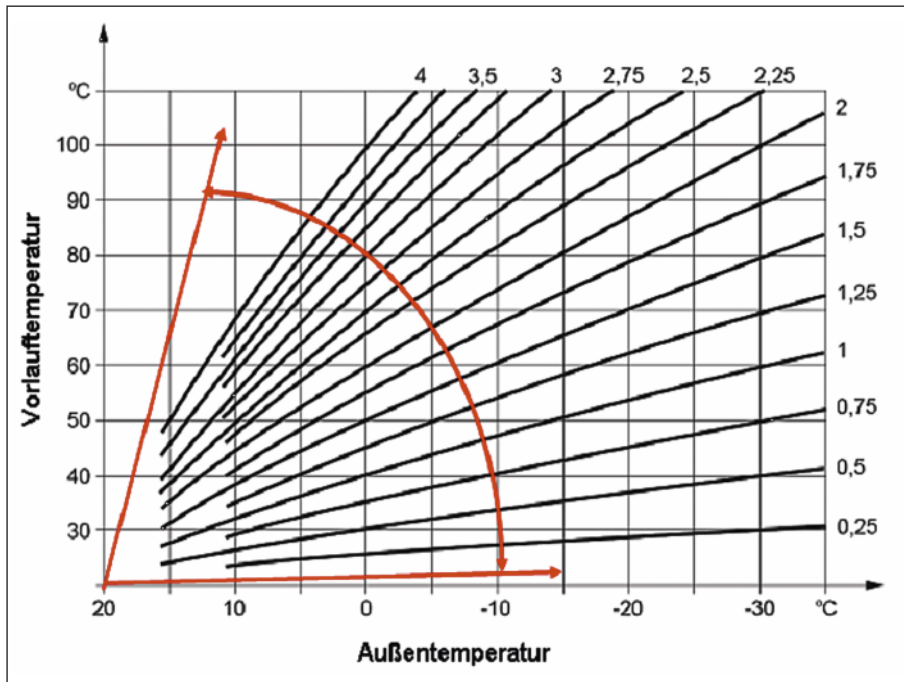


Quelle: Oventrop

## 10.5 Anhang Kapitel 5

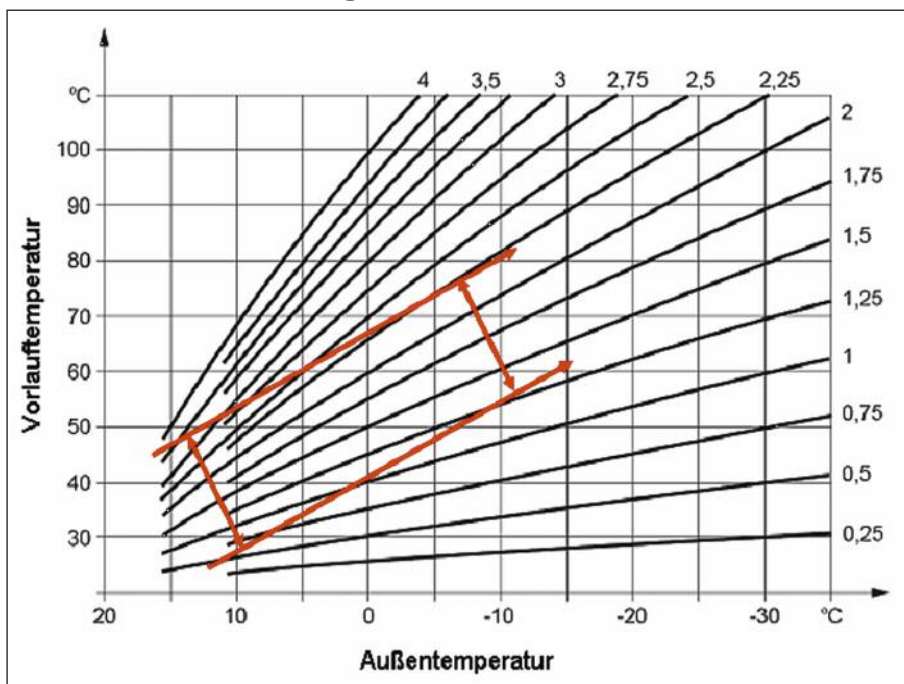
### 10.5.1 Heizkurveneinstellung

Abb. 34: Neigung einer Heizkurve



Quelle: Brötje

Abb. 35: Parallelverschiebung einer Heizkurve

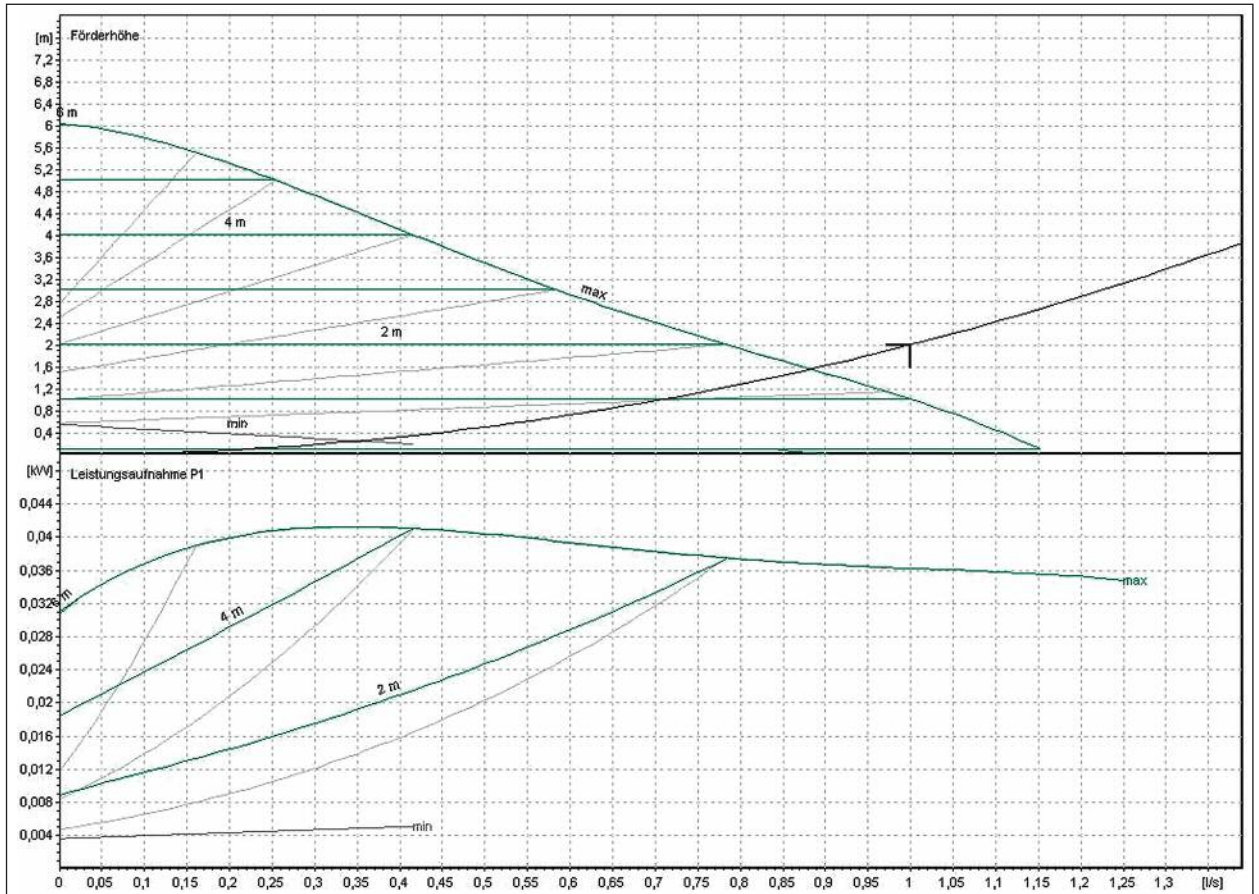


Quelle: Brötje

## 10.6 Anhang Kapitel 6

### 10.6.1 Pumpendiagramm Wilo Stratos Pico

Abb. 36: Pumpendiagramm Wilo Stratos Pico



Quelle: Wilo

Abb. 37: Wilo Stratos Pico



Quelle: Wilo

## 10.7 Anhang Kapitel 7

### 10.7.1 Dämmdicken gemäß EnEV 2014/2016

Tabelle 17: Dämmschichtdicken nach EnEV 2014/2016

| Zeile | Art der Leitungen/Armaturen  | Mindestdicke der Dämmschicht,<br>bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von |                                     |
|-------|--|--|-------------------------------------|
|       |  | 0,035 W/(m · K)  | 0,040 W/(m · K)                     |
| 1     | bis 22 mm  | 20 mm  | 25 mm                               |
| 2     | über 22 bis 35 mm  | 30 mm  | 38 mm                               |
| 3     | über 35 mm bis 100 mm  | gleich<br>Innendurchmesser   | gleich Innen-<br>durchmesser + 20 % |
| 4     | über 100 mm  | 100 mm   | + 20 %                              |
| 5     | Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4<br>in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungs-<br>bereich von Leitungen, an Leitungsverbindungs-<br>stellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern | ½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4                                   |                                     |
| 6     | Wärmeverteilungen von Zentralheizungen nach<br>den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31. Januar 2002<br>in Bauteilen zwischen beheizten Räumen<br>verschiedener Nutzer verlegt werden                     | ½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4                                   |                                     |
| 7     | Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau   | 6 mm   | 9 mm                                |
| 8     | Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen<br>sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und<br>Klimakältesystemen  | 6 mm   | 9 mm                                |

Quelle: Armacell

## 10.8 Anhang Kapitel 8

### 10.8.1 Checkliste für die Installation eines Ausdehnungsgefäßes

Tabelle 18: Checkliste für die Installation eines Ausdehnungsgefäßes

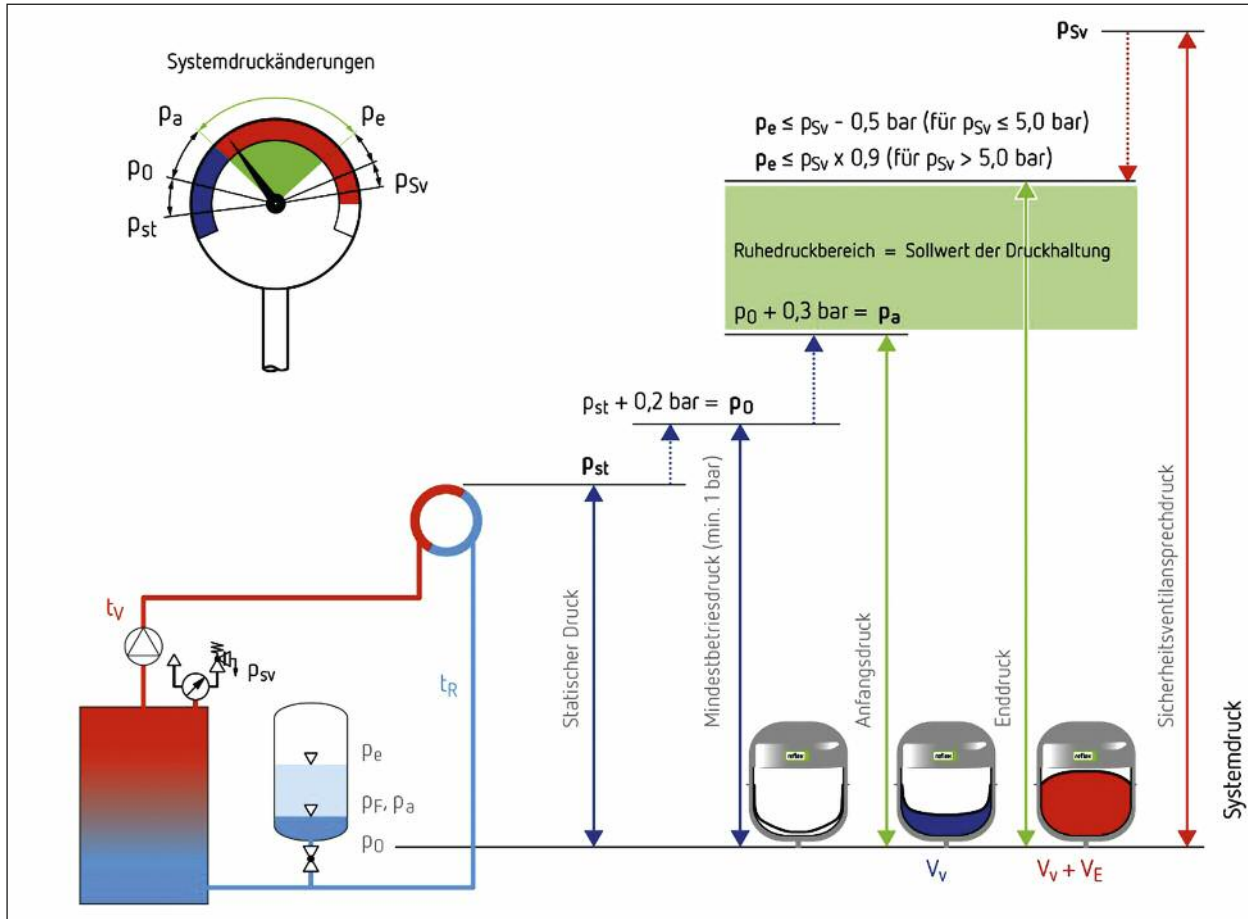
| Checkliste für die Installation eines Ausdehnungsgefäßes |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/>                                 | Gesicherte Absperrung mit Entleerung, Anbindung entsprechend am Wärmeerzeuger    |
| <input type="checkbox"/>                                 | Sicherheitsventilansprechdruck nicht höher als max. zulässiger Betriebsüberdruck |
| <input type="checkbox"/>                                 | Zugänglichkeit für Prüf- und Wartungszwecke                                      |
| <input type="checkbox"/>                                 | Befestigung  |

Quelle: Reflex



### 10.8.2 Berechnungsgrößen am Ausdehnungsgefäß

Abb. 38: Schema einer Heizungsanlage mit Saugdruckhaltung und Berechnungsgrößen



Quelle: Reflex

## 10.8.3 Überschlägige Auslegung Ausdehnungsgefäß

Abbildung 39: Auswahltabelle Ausdehnungsgefäß bei  $t_{Tr} = 90 \text{ °C}$ 


| $\rho_{sv}$ | bar   | 2,5   |     |       |     |      |     | $V_n$ | 3,0   |     |       |     |       |     |      |     |
|-------------|-------|-------|-----|-------|-----|------|-----|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|
| $\rho_0$    | bar   | 0,5   |     | 1,0   |     | 1,5  |     | Liter | 0,5   |     | 1,0   |     | 1,5   |     | 1,8  |     |
| $V_A$       | Liter | 65    |     | 30    |     | –    |     | 8     | 85    |     | 50    |     | 19    |     | –    |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 1,0 |       | 1,6 |      | –   |       |       | 1,1 |       | 1,6 |       | 2,2 |      | –   |
| $V_A$       | Liter | 100   |     | 45    |     | –    |     | 12    | 120   |     | 75    |     | 29    |     | –    |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 1,0 |       | 1,6 |      | –   |       |       | 1,1 |       | 1,6 |       | 2,2 |      | –   |
| $V_A$       | Liter | 130   |     | 55    |     | –    |     | 15    | 160   |     | 95    |     | 36    |     | –    |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 1,0 |       | 1,6 |      | –   |       |       | 1,1 |       | 1,6 |       | 2,2 |      | –   |
| $V_A$       | Liter | 170   |     | 85    |     | –    |     | 18    | 200   |     | 130   |     | 60    |     | 17   |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,9 |       | 1,5 |      | –   |       |       | 1,0 |       | 1,5 |       | 2,1 |      | 2,4 |
| $V_A$       | Liter | 270   |     | 150   |     | 33   |     | 25    | 320   |     | 220   |     | 120   |     | 55   |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,9 |       | 1,4 |      | 1,9 |       |       | 0,9 |       | 1,4 |       | 1,9 |      | 2,2 |
| $V_A$       | Liter | 380   |     | 220   |     | 70   |     | 33    | 440   |     | 310   |     | 180   |     | 100  |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,4 |       | 1,9 |      | 2,2 |
| $V_A$       | Liter | 400   |     | 240   |     | 80   |     | 35    | 470   |     | 340   |     | 200   |     | 110  |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,4 |       | 1,9 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 610   |     | 380   |     | 130  |     | 50    | 700   |     | 510   |     | 320   |     | 200  |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 980   |     | 610   |     | 210  |     | 80    | 1120  |     | 840   |     | 540   |     | 320  |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 1230  |     | 760   |     | 260  |     | 100   | 1400  |     | 1050  |     | 670   |     | 410  |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 1720  |     | 1070  |     | 360  |     | 140   | 1960  |     | 1470  |     | 940   |     | 570  |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 2450  |     | 1530  |     | 520  |     | 200   | 2800  |     | 2100  |     | 1340  |     | 810  |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 3060  |     | 1910  |     | 650  |     | 250   | 3500  |     | 2630  |     | 1670  |     | 1010 |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 3680  |     | 2290  |     | 780  |     | 300   | 4200  |     | 3150  |     | 2010  |     | 1220 |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 4900  |     | 3050  |     | 1040 |     | 400   | 5600  |     | 4200  |     | 2680  |     | 1620 |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 6130  |     | 3820  |     | 1300 |     | 500   | 7000  |     | 5250  |     | 3350  |     | 2030 |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 7350  |     | 4580  |     | 1560 |     | 600   | 8400  |     | 6300  |     | 4020  |     | 2430 |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 9800  |     | 6110  |     | 2080 |     | 800   | 11200 |     | 8400  |     | 5350  |     | 3240 |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 11310 |     | 7630  |     | 2600 |     | 1000  | 10600 |     | 10500 |     | 6690  |     | 4050 |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |
| $V_A$       | Liter | 18380 |     | 11450 |     | 3900 |     | 1500  | 21000 |     | 15750 |     | 10040 |     | 6080 |     |
| $\rho_F$    | bar   |       | 0,8 |       | 1,3 |      | 1,8 |       |       | 0,8 |       | 1,3 |       | 1,8 |      | 2,1 |

Quelle: Reflex

## 10.9 Anhang Kapitel 9

### 10.9.1 Kesselblatt

Abbildung 40: Kesselblatt

|   |   |
|---|---|
| <b>Name des Kunden:</b>                                 |  |
| <b>Kessel:</b>  | Datum: _____  |
| Heizlast: _____ kW                                      |   |
| Eingestellte Heizleistung: _____ kW                     |   |
| <b>Regelung:</b>  |   |
| Max. Vorlauf: _____ °C                                  | bei Außentemperatur: _____ °C   |
| Steigung: _____   |   |
| Parallelverschiebung: _____                             | (alternativ: fiktive Innentemperatur: _____ °C)                                     |
| <b>Pumpe:</b>   |   |
| Stufe/Förderhöhe: _____                                 | Volumenstrom: _____   |
| Regelung:<br>Konstantdruck – variabler Druck – unregelt | <small>Nichtzutreffendes bitte streichen!</small>                                   |
| <b>Ausdehnungsgefäß:</b>                                |   |
| Vordruck (Ausdehnungsgefäß): _____ bar                  |   |
| Fülldruck (Wasserseite): _____ bar                      |   |
| Enddruck (Wasserseite): _____ bar                       |   |
| Nenngröße: _____ l                                      |   |
| <b>Monteur:</b> _____                                   |   |

### 10.9.2 Nachweis hydraulischer Abgleich (Einzelmaßnahme)

Abb. 41: Muster Bestätigung hydraulischer Abgleich (Einzelmaßnahme, Vorderseite)


## Bestätigung des Hydraulischen Abgleichs für die KfW-/BAFA-Förderung (Einzelmaßnahme)

### – Formular Einzelmaßnahme –

Das vorliegende Verfahren zum Nachweis des Hydraulischen Abgleichs durch Fachbetriebe wurde mit KfW und BAFA abgestimmt.

Diese Bestätigung – ausgefüllt durch den Fachbetrieb – bitte dem Kunden aushändigen.

Sie ist im KfW-Förderprogramm Energieeffizient Sanieren – Zuschuss (430) und Kredit (152) mindestens 10 Jahre durch den Kunden aufzubewahren und nur auf Aufforderung der KfW zuzusenden.



Spitzenverband der  
GEBÄUDETECHNIK

KfW-/BAFA-Antrag vom \_\_\_\_\_

KfW-Geschäftspartnernummer – falls bekannt \_\_\_\_\_

Name / Antragsteller \_\_\_\_\_

PLZ / Ort / Straße \_\_\_\_\_

Objektanschrift \_\_\_\_\_

Bitte Zutreffendes ankreuzen und Werte eintragen:

**Hydraulischer Abgleich durchgeführt**  
Informationen zu den Verfahren siehe nächste Seite

nach Verfahren A

nach Verfahren B

Ausdehnungsgefäß geprüft  Fülldruck  bar

**Berechnung Einstellung**

| Einstellung  | Heizkreis 1                                   | Heizkreis 2                                   | Heizkreis 3                                   |
|--|---|---|---|
|  | Zweirohrheizung <input type="checkbox"/>      | Zweirohrheizung <input type="checkbox"/>      | Zweirohrheizung <input type="checkbox"/>      |
|  | Fußbodenheizung <input type="checkbox"/>      | Fußbodenheizung <input type="checkbox"/>      | Fußbodenheizung <input type="checkbox"/>      |
|  | Einrohrheizung <input type="checkbox"/>       | Einrohrheizung <input type="checkbox"/>       | Einrohrheizung <input type="checkbox"/>       |
| Auslegungsvorlauftemperatur  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  |
| Heizkreisrücklauftemperatur  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  |
| Ermittelter Gesamtdurchfluss   | <input style="width: 50px;" type="text"/> l/h | <input style="width: 50px;" type="text"/> l/h | <input style="width: 50px;" type="text"/> l/h |
| Ermittelte Pumpenförderhöhe (bei Gesamtdurchfluss) <sup>1)</sup>           | <input style="width: 50px;" type="text"/> m   | <input style="width: 50px;" type="text"/> m   | <input style="width: 50px;" type="text"/> m   |
| Ggf. Differenzdruckregler (Zweirohrheizung, Fußbodenheizung) <sup>2)</sup> | vorhanden <input type="checkbox"/>            | vorhanden <input type="checkbox"/>            | vorhanden <input type="checkbox"/>            |
| Ggf. Durchflussregler/Strangregulierventil (Einrohrheizung) <sup>2)</sup>  | vorhanden <input type="checkbox"/>            | vorhanden <input type="checkbox"/>            | vorhanden <input type="checkbox"/>            |

1) Wenn eine Pumpe mehrere Heizkreise versorgt, ist die Pumpe Heizkreis 1 zuzuordnen.  
2) Dokumentation in den Berechnungsergebnissen

**Bemerkungen (z. B. direkter Anschluss Fernwärme)**

Der Hydraulische Abgleich wurde nach anerkannten Regeln der Technik durchgeführt.

Dokumentation inklusive Berechnungsergebnisse wurde dem Antragsteller übergeben. (Nicht bei Berechnung durch Sachverständigen)

Alle einstellbaren Sollwerte (Druck, Temperatur, Durchfluss) wurden an den Komponenten eingestellt.

Ort, Datum \_\_\_\_\_

Dokumentation inklusive Berechnungsergebnisse erhalten.

Ort, Datum \_\_\_\_\_

Unterschrift / Stempel Fachbetrieb oder ggf. Sachverständiger \_\_\_\_\_


Unterschrift Antragsteller \_\_\_\_\_

2016/07/20

Abb. 42: Muster Bestätigung hydraulischer Abgleich (Einzelmaßnahme, Rückseite)

## Leistungsbeschreibung für die Durchführung des Hydraulischen Abgleichs von Heizungsanlagen

Die Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“ ist kostenlos erhältlich unter [www.vdzev.de](http://www.vdzev.de)



Spitzenverband der  
GEBÄUDETECHNIK

**1. Verfahren zur Durchführung des Hydraulischen Abgleichs (Zweirohrheizung mit Heizflächen)**

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p><b>Verfahren A</b><br/>(Näherungsverfahren zulässig bei beheizten Nutzflächen bis 500m<sup>2</sup> je Heizkreis ausgestattet mit einer Pumpe oder Differenzdruckreglern/Durchflussreglern, siehe auch Fachregel, Mindestleistung)</p>  | <p><b>Verfahren B</b><br/>(In der Regel: Softwareberechnung, für alle Anlagengrößen, siehe auch Fachregel, grundsätzlich empfohlen)</p>  |
| <b>Zur Verwendung bei Fördermaßnahme:</b>     | <p><b>Zulässig bei:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Austausch Wärmeerzeuger (KfW/BAFA)</li> <li>■ Heizungsoptimierung (KfW/BAFA)</li> </ul>  | <p><b>Erforderlich bei:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nachträgliche Maßnahmen zur Wärmedämmung (KfW)</li> <li>■ Heizungspaket (KfW)</li> </ul>  |
| <b>Nachzuweisende Leistungen:<sup>1</sup></b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ermittlung der Heizflächendurchflüsse anhand einer abgeschätzten Heizlast (z. B. nach Baualtersklassen (W/m<sup>2</sup>) oder installierter Heizflächengröße)</li> <li>■ Thermostatventile mit konventioneller Voreinstellung: Ermittlung der Voreinstellung mittels Heizflächendurchfluss und Annahme eines Differenzdruckes</li> <li>■ Thermostatventile mit automatischer Durchflussbegrenzung: Voreinstellwert = ermittelter Heizflächendurchfluss</li> <li>■ Überschlägige Ermittlung von:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemtemperatur</li> <li>• Pumpenförderhöhe</li> <li>• Gesamtdurchfluss</li> <li>• Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern.<sup>2</sup></li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Raumweise Heizlastberechnung in Anlehnung an DIN EN 12831 inkl. relevanter Beiblätter. Vereinfachungen sind möglich (z. B. U-Werte nach Typologien)</li> <li>■ Heizflächenauslegung: Berechnen der Heizflächendurchflüsse in Abhängigkeit der geplanten Vor- und Rücklauftemperaturen und der Heizflächengrößen</li> <li>■ Ermittlung (in der Regel durch Rohrnetz-berechnung) von:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voreinstellwerten der Thermostatventile<sup>3</sup></li> <li>• Pumpenförderhöhe</li> <li>• Gesamtdurchfluss</li> <li>• Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern.<sup>2</sup></li> <li>• Optimierung der Vorlauftemperatur bei Heizflächen im Bestand</li> </ul> </li> <li>■ Wenn große Teile der Alt-Installation des Rohrnetzes im nicht sichtbaren Bereich liegen, ist eine Ermittlung der Voreinstellwerte durch Annahme von Rohrlängen und Nennweiten möglich.</li> </ul> |

**2. Technische Besonderheiten**

**2.1 Nachzuweisende Leistungen bei Einrohrheizung<sup>1</sup>**

- Ermittlung der einzelnen Einrohr-Heizkreisdurchflüsse: Die Heizlast wird entsprechend den Baualtersklassen (Verfahren A) oder dem Verfahren B ermittelt.
- Abgleich der Einrohr-Heizkreise mittels Durchflussbegrenzung oder Durchflussregelung und Rücklauftemperaturbegrenzung
- Ermittlung der notwendigen Pumpenförderhöhe und des Gesamtdurchflusses
- Einstellung der Heizungs-Umwälzpumpe(n)
- Freiliegende Rohre sind zu dämmen (Förderfähigkeit bei jeweiligen Programmen prüfen)
- Hinweis: Der Wechsel auf ein Zweirohrsystem mit Heizkörpern wird empfohlen und ist förderfähig.

**2.2 Nachzuweisende Leistungen bei Fußbodenheizung<sup>1</sup>**

- Die einzelnen Heizkreise müssen mit voreinstellbaren Abgleicharmaturen, Durchflussmengenmessern oder Durchflussreglern/-begrenzern versehen sein.
- Grundsätzlich ist nach Verfahren A/B vorzugehen.

<sup>1</sup> Angenommene Randbedingungen und Berechnungsergebnisse müssen dokumentiert und dem Antragsteller übergeben werden.

<sup>2</sup> Notwendig bei Differenzdrücken am Thermostatventil größer 150 mbar, nicht notwendig bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung.

<sup>3</sup> Bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung genügt die Einstellung der berechneten Heizflächendurchflüsse.

Mehr Informationen finden Sie unter [www.vdzev.de](http://www.vdzev.de)

Formular Bestätigung Hydraulischer Abgleich Einzelmaßnahme

## 10.9.3 Nachweis hydraulischer Abgleich, Effizienzhaus

Abb. 43: Muster Bestätigung hydraulischer Abgleich (Effizienzhaus, Vorderseite)

## Bestätigung des Hydraulischen Abgleichs für ein KfW-Effizienzhaus (Neubau oder Sanierung)

### – Formular KfW-Effizienzhaus –

Das vorliegende Verfahren zum Nachweis des Hydraulischen Abgleichs durch Fachbetriebe wurde mit der KfW abgestimmt.


Diese Bestätigung – ausgefüllt durch den Fachbetrieb – bitte dem Kunden aushändigen.

Sie ist in den KfW-Förderprogrammen Energieeffizient Sanieren – Zuschuss (430) und Kredit (151) und Energieeffizient Bauen – Kredit (153) mindestens 10 Jahre durch den Kunden aufzubewahren und nur auf Aufforderung der KfW zuzusenden.

Name / Antragsteller \_\_\_\_\_

PLZ / Ort / Straße \_\_\_\_\_

Objektanschrift \_\_\_\_\_



Spitzenverband der  
GEBÄUDETECHNIK

KfW-Antrag vom \_\_\_\_\_

KfW-Geschäftspartnernummer – falls bekannt \_\_\_\_\_

Bitte Zutreffendes ankreuzen und Werte eintragen:

Hydraulischer Abgleich durchgeführt
Neubau Effizienzhaus 
Sanierung Effizienzhaus

Informationen zu den Verfahren siehe nächste Seite

Ausdehnungsgefäß geprüft  Fülldruck  bar

Berechnung Einstellung

| Einstellung  | Heizkreis 1                                   | Heizkreis 2                                   | Heizkreis 3                                   |
|--|---|---|---|
|  | Zweirohrheizung <input type="checkbox"/>      | Zweirohrheizung <input type="checkbox"/>      | Zweirohrheizung <input type="checkbox"/>      |
|  | Fußbodenheizung <input type="checkbox"/>      | Fußbodenheizung <input type="checkbox"/>      | Fußbodenheizung <input type="checkbox"/>      |
|  | Einrohrheizung <input type="checkbox"/>       | Einrohrheizung <input type="checkbox"/>       | Einrohrheizung <input type="checkbox"/>       |
| Auslegungsvorlauftemperatur  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  |
| Heizkreisrücklauftemperatur  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  | <input style="width: 50px;" type="text"/> °C  |
| Ermittelter Gesamtdurchfluss   | <input style="width: 50px;" type="text"/> l/h | <input style="width: 50px;" type="text"/> l/h | <input style="width: 50px;" type="text"/> l/h |
| Ermittelte Pumpenförderhöhe (bei Gesamtdurchfluss) <sup>1)</sup>           | <input style="width: 50px;" type="text"/> m   | <input style="width: 50px;" type="text"/> m   | <input style="width: 50px;" type="text"/> m   |
| Ggf. Differenzdruckregler (Zweirohrheizung, Fußbodenheizung) <sup>2)</sup> | vorhanden <input type="checkbox"/>            | vorhanden <input type="checkbox"/>            | vorhanden <input type="checkbox"/>            |
| Ggf. Durchflussregler/Strangregulierventil (Einrohrheizung) <sup>2)</sup>  | vorhanden <input type="checkbox"/>            | vorhanden <input type="checkbox"/>            | vorhanden <input type="checkbox"/>            |

1) Wenn eine Pumpe mehrere Heizkreise versorgt, ist die Pumpe Heizkreis 1 zuzuordnen.  
2) Dokumentation in den Berechnungsergebnissen

Bemerkungen (z. B. direkter Anschluss Fernwärme)

Der Hydraulische Abgleich wurde nach anerkannten Regeln der Technik durchgeführt.  
 Dokumentation inklusive Berechnungsergebnisse wurde dem Antragsteller übergeben. (Nicht bei Berechnung durch Sachverständigen)  
 Alle einstellbaren Sollwerte (Druck, Temperatur, Durchfluss) wurden an den Komponenten eingestellt.

Ort, Datum \_\_\_\_\_

Dokumentation inklusive Berechnungsergebnisse erhalten.

Ort, Datum \_\_\_\_\_

Unterschrift / Stempel Fachbetrieb oder ggf. Sachverständiger \_\_\_\_\_


Unterschrift Antragsteller \_\_\_\_\_

2016/12/21

Abb. 44: Muster Bestätigung hydraulischer Abgleich (Effizienzhaus, Rückseite)

## Leistungsbeschreibung für die Durchführung des Hydraulischen Abgleichs von Heizungsanlagen

Die Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“ ist kostenlos erhältlich unter [www.vdzev.de](http://www.vdzev.de)



Spitzenverband der  
GEBÄUDETECHNIK

**1. Verfahren zur Durchführung des Hydraulischen Abgleichs (Zweirohrheizung mit Heizflächen)**

|                                   | Neubau Effizienzhaus<br><small>In der Regel: Softwareberechnung für alle Anlagengrößen</small>  | Sanierung Effizienzhaus<br><small>In der Regel: Softwareberechnung für alle Anlagengrößen</small>   |
|-----------------------------------|---|---|
| <b>Nachzuweisende Leistungen:</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Raumweise Heizlastberechnung, z. B. nach DIN EN 12831 inkl. Beibl. 1</li> <li>■ Heizflächenauslegung: Berechnen der Heizflächendurchflüsse in Abhängigkeit der geplanten Vor- und Rücklauftemperaturen und der Heizflächengrößen</li> <li>■ Ermittlung von (i. d. R. durch Rohrnetz-berechnung):               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voreinstellwerte der Thermostatventile<sup>1</sup> oder Regulierventile bei Flächenheizungen<sup>2</sup></li> <li>• Pumpenförderhöhe</li> <li>• Gesamtdurchfluss</li> <li>• Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern<sup>3</sup></li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Raumweise Heizlast in Anlehnung an die DIN EN 12831 (U-Werte aus Effizienzhaus-nachweis sind zu verwenden)</li> <li>■ Heizflächenauslegung: Berechnen der Heizflächendurchflüsse in Abhängigkeit der geplanten Vor- und Rücklauftemperaturen und der Heizflächengrößen</li> <li>■ Ermittlung von (i. d. R. durch Rohrnetz-berechnung):               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voreinstellwerte der Thermostatventile<sup>1</sup> oder Regulierventile bei Flächenheizungen<sup>2</sup></li> <li>• Pumpenförderhöhe</li> <li>• Gesamtdurchfluss</li> <li>• Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern<sup>3</sup></li> <li>• Optimierung der Vorlauftemperatur bei Heizflächen im Bestand</li> </ul> </li> <li>■ Wenn große Teile der Alt-Installation des Rohrnetzes im nicht sichtbaren Bereich liegen, ist eine Ermittlung der Voreinstellwerte ausnahmsweise durch Annahme von Rohrlängen und Nennweiten möglich.</li> </ul> |

**2. Technische Besonderheiten**

**2.1 Nachzuweisende Leistung bei Einrohrheizung**

- Ermittlung der einzelnen Einrohr-Heizkreisdurchflüsse gem. Heizlastberechnung nach DIN EN 12831-1
- Abgleich der Einrohr-Heizkreise mittels Durchflussbegrenzung oder Durchflussregelung und Rücklauftemperaturbegrenzung
- Ermittlung der notwendigen Pumpenförderhöhe und des Gesamtdurchflusses
- Einstellung der Heizungs-Umwälzpumpe(n)
- Freiliegende Rohre sind auch im beheizten Bereich zu dämmen
- Hinweis: Der Wechsel auf ein Zweirohrsystem mit Heizkörpern wird bei der Sanierung empfohlen und ist förderfähig.

**2.2 Nachzuweisende Leistung bei Fußbodenheizung**

- Die einzelnen Heizkreise müssen mit voreinstellbaren Abgleicharmaturen, Durchflussmengenmessern oder Durchflussreglern/-begrenzern versehen sein.
- Grundsätzlich ist nach dem obigen Verfahren (1) vorzugehen.

<sup>1</sup> Bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung genügt die Einstellung der berechneten Heizflächendurchflüsse.

<sup>2</sup> Bei Durchflussmengenmessern oder einstellbaren Durchflussreglern genügt die Einstellung der berechneten Durchflüsse.


<sup>3</sup> Notwendig bei Differenzdrücken am Thermostatventil größer 150 mbar, nicht notwendig bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung.

Mehr Informationen finden Sie unter [www.vdzev.de](http://www.vdzev.de)

Formular Bestätigung Hydraulischer Abgleich KfW-Effizienzhaus

### 10.9.4 Kurzzusammenfassung Hydraulik

Tabelle 19: Kurzzusammenfassung Hydraulik

| Bauherr  |      |        |    | Baustelle |        |    | Auftrags-Nr. |        |    | Datum |        |    |  |        |    |
|----------|------|--------|----|-----------|--------|----|--------------|--------|----|-------|--------|----|---|--------|----|
| Strang 1 |      |        |    | 2         |        |    | 3            |        |    | 4     |        |    | 5   |        |    |
| HK       | Q[W] | V[l/h] | VE | Q[W]      | V[l/h] | VE | Q[W]         | V[l/h] | VE | Q[W]  | V[l/h] | VE | Q[W]  | V[l/h] | VE |
| 1        |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| 2        |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| 3        |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| 4        |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| 5        |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| 6        |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| 7        |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| 8        |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| 9        |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| 10       |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |
| Summe:   |      |        |    |           |        |    |              |        |    |       |        |    |   |        |    |

| Strang  | 1       | 2      | 3  | 4       | 5      |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
|---|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|
| Der Volumenstrom der einzelnen Stränge wird von oben übertragen   |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
| V [l/h]   |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
| Stranglänge (einfach) vom Kessel bis zum letzten Heizkörper des jeweiligen Stranges<br>Quelle: VdZ  |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
| Länge [m]   |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
| Mit dem Datenschieber für jeden Strang die erforderliche Förderhöhe über die Leitungslänge ermitteln (⊕⊗) (Gesamtlänge)   |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
| Förderh. [m]  |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
| Der Differenzdruck der Strangregulierventile errechnet sich aus der Differenz der Förderhöhe des ungünstigsten Strangs und der Förderhöhe des betrachteten Strangs<br>$\Delta p_{\text{Strangregulierventil}} = \text{Förderhöhe (ungünstiger Strang)} - \text{Förderhöhe (betrachteter Strang)}$ |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
| $\Delta p$ [m]  |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
| Der Volumenstrom der Strangregulierventile entspricht dem Summenvolumenstrom der Heizkörper eines Stranges  |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |
| Strangregulierventile   | NW [DN] | V[l/h] | VE | NW [DN] | V[l/h] | VE | NW [DN] | V[l/h] | VE | NW [DN] | V[l/h] | VE | NW [DN] | V[l/h] | VE |
|   |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |         |        |    |

Quelle: ZVSHK



# 11 ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Dieses Kapitel ist in der Fachregel nicht enthalten. Aus Gründen der Lesbarkeit wird auf eine farbliche Kennzeichnung verzichtet.

## Abbildungen

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Abb. 1:  | Vereinfachte Heizlastermittlung nach DIN EN 12831 mittels App am Beispiel ZVPLAN, Quelle: Consoft   | 13 |
| Abb. 2:  | Design-Röhrenradiator Dera T 1800 x 654 mm (10 EL) mit M-Ventil Softline, alles im Farbton Weiß RAL 9016, Quelle: BEMM                            | 16 |
| Abb. 3:  | Screenshot ZVPLAN, Quelle: ZVSHK/Consoft  | 17 |
| Abb. 4:  | Heizkörperdiagramm, Quelle: FH Ostfalia   | 18 |
| Abb. 5:  | Darstellung der Temperaturspreizungen in einem realen Gebäude am Beispiel ZVPLAN, Quelle: ZVSHK/Consoft   | 19 |
| Abb. 6:  | Top-Badwärmer Aurea 2 1794 x 608 mm mit M-Ventil Purline im Farbton Silbermetallic, mit optionaler LED-Hinterleuchtung, Quelle: BEMM              | 20 |
| Abb. 7:  | Thermostatventil mit automatischer Durchflussbegrenzung, Quelle: Oventrop   | 25 |
| Abb. 8:  | Differenzdruckregler, Quelle: Oventrop  | 26 |
| Abb. 9:  | Differenzdruckmessgerät. Quelle: Oventrop   | 26 |
| Abb. 10: | Differenzdruckunabhängiges Regulierventil mit Rücklauf Temperaturbegrenzer und Adapter für Mindestdurchfluss bei Einrohrkreisen, Quelle: Oventrop | 27 |
| Abb. 11: | Thermografieaufnahme Bad mit Fußbodenheizung mit Flir C2, Quelle: Wöhler Technik  | 31 |
| Abb. 12: | Neigung einer Heizkurve, Quelle: Brötje   | 33 |
| Abb. 13: | Parallelverschiebung einer Heizkurve, Quelle: Brötje  | 33 |
| Abb. 14: | Kesselregelung, Quelle: Brötje  | 34 |
| Abb. 15: | Vergleich ungereregelt/elektronisch geregelte Pumpe, Quelle: Wilo   | 38 |
| Abb. 16: | Differenzdruckregelungen und Energieeinsparung im Vergleich zu einer ungeregelten Pumpe, Quelle: Wilo   | 39 |
| Abb. 17: | Heizkörper Betriebsdiagramm Temperaturen 90°/70°, Quelle: Wilo  | 40 |
| Abb. 18: | Wärmeverluste von Rohrleitungen, Quelle: Armacell   | 41 |
| Abb. 19: | Beispiel einer Leistungserklärung, Quelle: Armacell   | 43 |
| Abb. 20: | Einbausituation von Dämmung, Quelle: Armacell   | 45 |
| Abb. 21: | Dämmvorgang, Quelle: Armacell   | 45 |
| Abb. 22: | Darstellung Gebäude, Quelle: Armacell   | 46 |
| Abb. 23: | Schema einer Heizungsanlage mit Saugdruckhaltung und Berechnungsgrößen, Quelle: Reflex  | 47 |
| Abb. 24: | Beispiel gesicherte Absperrung mit Entleerung an einem MAG, Quelle: Reflex  | 48 |
| Abb. 25: | Schema Drücke im MAG und im System abhängig vom Betriebszustand, Quelle: Reflex   | 49 |
| Abb. 26: | Auswahltabelle in Scheckkartenformat, Quelle: Reflex  | 53 |
| Abb. 27: | Auslegung eines Ausdehnungsgefäßes mittels einer App, Quelle: Reflex  | 54 |
| Abb. 28: | Auslegung des Ausdehnungsgefäßes im Rahmen des hydraulischen Abgleichs mit ZVPLAN, Quelle: ZVSHK/Consoft  | 54 |
| Abb. 29: | Heizlastabschätzung nach Baualtersklasse, Quelle: VdZ   | 62 |
| Abb. 30: | Ermittlung der Systemtemperaturen (Heizkörper), Quelle: FH Ostfalia   | 64 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Abb. 31: | Ermittlung der Systemtemperaturen (Fußbodenheizung), Quelle: FH Ostfalia   | 65 |
| Abb. 32: | Diagramm Oventrop Thermostatventil - e Baureihe „A“ und „RF“, DN 15; Quelle: Oventrop  | 73 |
| Abb. 33: | Ventilkennlinien bei verschiedenen Handrad-Voreinstellungen im Vollastbetrieb (d. h. Thermostatkopf vollständig offen) am Beispiel Oventrop AQ, Quelle: Oventrop | 74 |
| Abb. 34: | Neigung einer Heizkurve, Quelle: Brötje  | 75 |
| Abb. 35: | Parallelverschiebung einer Heizkurve, Quelle: Brötje   | 75 |
| Abb. 36: | Pumpendiagramm Wilo Stratos Pico, Quelle: Wilo   | 76 |
| Abb. 37: | Wilo Stratos Pico, Quelle: Wilo  | 76 |
| Abb. 38: | Schema einer Heizungsanlage mit Saugdruckhaltung und Berechnungsgrößen, Quelle: Reflex   | 79 |
| Abb. 39: | Auswahltablette Ausdehnungsgefäß bei $t_{Tr} = 90 \text{ °C}$ – Quelle: Reflex   | 80 |
| Abb. 40: | Kesselblatt, Quelle: ZVSHK   | 81 |
| Abb. 41: | Muster Bestätigung hydraulischer Abgleich (Einzelmaßnahme), Vorderseite, Quelle: VdZ   | 82 |
| Abb. 42: | Muster Bestätigung hydraulischer Abgleich (Einzelmaßnahme), Rückseite, Quelle: VdZ   | 83 |
| Abb. 43: | Muster Bestätigung hydraulischer Abgleich (Effizienzhaus), Vorderseite, Quelle: VdZ  | 84 |
| Abb. 44: | Muster Bestätigung hydraulischer Abgleich (Effizienzhaus), Rückseite, Quelle: VdZ  | 85 |

## 11.1 Tabellenverzeichnis

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabelle 1:  | Einsatzbereich Verfahren A/B, Quelle: VdZ   | 9  |
| Tabelle 2:  | Heizlast in Abhängigkeit von der beheizbaren Nutzfläche (in Anlehnung an Nationaler Anhang zu DIN EN 15378), Quelle VdZ | 11 |
| Tabelle 3:  | Dämmung von Rohrleitungen, Quelle: Wilo   | 40 |
| Tabelle 4:  | Dämmschichtdicken nach EnEV 2014/2016, Quelle: Armacell   | 42 |
| Tabelle 5:  | Näherungswerte spezifischer Wassereinhalt, Quelle: Reflex   | 51 |
| Tabelle 6:  | Auswahltablette bei $t_{Tr} = 90 \text{ °C}$ , Quelle: Reflex   | 52 |
| Tabelle 7:  | Prozentuale Ausdehnung des Wassers, Quelle: Reflex  | 53 |
| Tabelle 8:  | Differenzierte Handrechnung nach Hersteller-Formblatt, Quelle: Reflex   | 55 |
| Tabelle 9:  | Baualtersklassen, Quelle: VdZ   | 63 |
| Tabelle 10: | Heizlastabschätzung nach Baualterklasse   | 63 |
| Tabelle 11: | Wärmeleistungen für Plattenheizkörper, Quelle: Brötje   | 67 |
| Tabelle 12: | Wärmeleistung für Röhrenheizkörper, Quelle: BEMM  | 68 |
| Tabelle 13: | Wärmeleistungen für Gussradiatoren, Quelle: BEMM  | 69 |
| Tabelle 14: | Wärmeleistungen für Konvektoren, Quelle: BEMM   | 70 |
| Tabelle 15: | Wärmeleistungen für Standard-Badheizkörper, Quelle: BEMM  | 71 |
| Tabelle 16: | Wärmeleistungen für Kreuzrohr-Badheizkörper, Quelle: BEMM   | 72 |
| Tabelle 17: | Dämmschichtdicken nach EnEV 2014/2016, Quelle: Armacell   | 77 |
| Tabelle 18: | Checkliste für die Installation eines Ausdehnungsgefäßes, Quelle: Reflex  | 78 |
| Tabelle 19: | Kurzzusammenfassung Hydraulik, Quelle: ZVSHK  | 86 |



Herausgeber:



**ZENTRALVERBAND  
SANITÄR  
HEIZUNG KLIMA**

Rathausallee 6  
53757 Sankt Augustin  
Telefon: 02241 9299-0  
E-Mail: [info@zvshk.de](mailto:info@zvshk.de)  
Internet: [www.zvshk.de](http://www.zvshk.de)

© September 2017, Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.