

ZUB HELENA HEIZLAST

BERECHNUNG ZUM HYDRAULISCHEN ABGLEICH

Version 4.1

WILHELM LIESE
ZUB SYSTEMS GMBH

Inhalt

1. Einleitung.....	3
2. Funktionsübersicht.....	4
3. Berechnung zum hydraulischen Abgleich	5
3.1 Definition: Hydraulischer Abgleich	5
3.1.1 Einleitung (hydraulischer Abgleich).....	5
3.1.2 Warum sollte ein hydraulischer Abgleich durchgeführt werden?	6
3.1.3 Nachweis des hydraulischen Abgleichs	9
3.1.4 Allgemeine Vorgehensweise bei der Durchführung des hydraulischen Abgleichs	11
4. Berechnung des hydraulischen Abgleichs mit ZUB Heizlast.....	12
4.1 Erste Schritte	12
4.2 Hydraulischer Abgleich für Ein- und Zweifamilienhäuser (vereinfachtes Verfahren).....	14
4.3 Hydraulischer Abgleich für Häuser mit mehreren Heizkreisen (z.B. Mehrfamilienhäuser)	21
4.3.1 Eingabe der Heizkreise	22
4.4 Raumweise Eingabe der Berechnungsrandbedingungen.....	28
4.4.1 Eingabe der Heizkörper	29
4.4.2 Eingabe der Heizkörperventile	32
4.4.3 Exkurs: Heizkörperventile	35
4.4.4 Eingabe Flächenheizung	36
4.5 Ergebnisse hydraulischer Abgleich	40
5. Ausgabe	44
6. Begriffe	46
7. FAQs.....	51

Die vorliegenden Unterlagen wurden nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt zusammengestellt. Da Fehler jedoch nie auszuschließen sind, kann keine Gewähr für Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben übernommen werden. Insbesondere die Fortschreibung technischer Bestimmungen und Normen sowie deren Auslegung bedarf der eigenständigen und kritischen Prüfung und Diskussion der Beispiele anhand der aktuellen Regeln der Technik. Grundlage für reale Projekte müssen eigene Planungen und Berechnungen gemäß den jeweils geltenden rechtlichen Bestimmungen sein. Eine Haftung des Verfassers dieser Unterlagen für unsachgemäße, unvollständige oder falsche Angaben und aller daraus entstehenden Schäden wird grundsätzlich ausgeschlossen.

Das Urheberrecht liegt ausschließlich bei den Autoren. Eine Weiterverwendung der Unterlagen oder Teile der Unterlagen z. B. als Seminarunterlage oder Kopiervorlage für andere Fortbildungsveranstaltungen ist ebenso wie die Einspeicherung in elektronische Medien ohne ausdrückliche Zustimmung nicht gestattet!

Kassel, 2025

1. Einleitung

ZUB Helena Heizlast ist ein Modul innerhalb der GEG-Software ZUB Helena. Mit dem Modul besteht die Möglichkeit Heizlastberechnungen nach DIN EN 12831-1:2017-09 bzw. DIN/TS 12831-1: 2020-04 (nationaler Anhang) für Wohn- und Nichtwohngebäude¹ durchzuführen. Es werden die Norm-Wärmeverluste (Transmission und Lüftung) eines Raumes unter Norm-Umgebungsbedingungen und Norm-Innenraumbedingungen ermittelt. Alternativ können Sie eigene Randbedingungen in die Software eingeben. Die Heizlast in Gebäuden ermöglicht Ihnen eine bessere Auslegung der Heizungssysteme.

Darüber hinaus wird die Raum-Heizlast für den hydraulischen Abgleich benötigt.

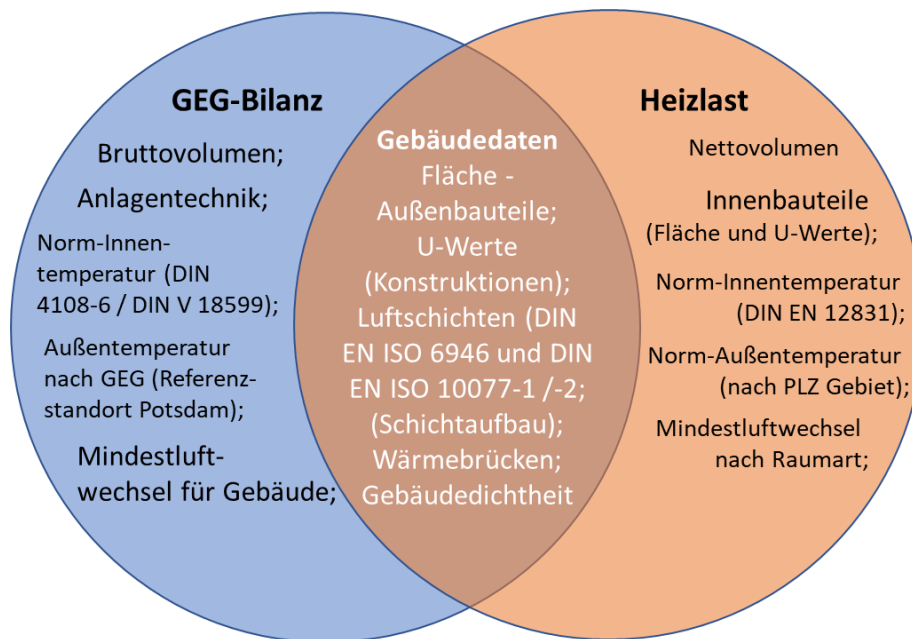


Abbildung 1: Datengrundlage für Heizlastberechnung. Schnittmenge GEG-Bilanz / Heizlastberechnung

Des Weiteren können Sie mit Hilfe von **ZUB E-CAD** die geometrischen Daten (äußere Hüllfläche und Innenbauteile) einfach erfassen und nach ZUB Helena raumweise importieren. Weitere Informationen zu ZUB E-CAD erhalten Sie über diesen [Link](#).

Wichtiger Hinweis: ZUB Helena Heizlast ist ein Modul innerhalb der Software ZUB Helena. Für die Nutzung des Moduls ist eine gültige Version von ZUB Helena (Pro oder Ultra) notwendig.

Mit der kostenfreien Erweiterung **HYDRAULISCHER ABGLEICH** können Berechnungen zum hydraulischen Abgleich derzeit ausschließlich für **Wohngebäude im Bestand** durchgeführt werden.

¹ Bei der Berechnung von Nichtwohngebäuden mit raumluftechnischen Anlagen wird für die Eingabe der Volumenströme eine externe Lüftungsplanung vorausgesetzt.

2. Funktionsübersicht

- Raumweise Berechnung der Heizlast sowie Berechnung der Gebäude-Heizlast nach DIN EN 12831-1:2017-09 bzw. DIN/TS 12831-1: 2020-04.
- Datenverbund mit ZUB Helena (Nutzung der Konstruktions- und Baustoffdatenbank, Übernahme von Flächen und Räumen).
- Übernahme von Gebäudedaten (Innen- und Außenbauteile, Flächen, Volumina) aus E-CAD möglich.
- Ausdruck der Formblätter (Heizlast) der DIN EN 12831 als PDF- oder Word-Datei.
- Wärmeverluste an Erdreich und an unbeheizte Räume werden berücksichtigt.
- Direkte Eingabe von Luftvolumenströme oder Import der an das Heizlastverfahren angepassten Volumenströme gemäß dem detailliertem Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 (mit dem Erweiterungsmodul ZUB Lüftungskonzept).
- Informationen zum Datenstatus helfen Eingabefehler zu finden und zu beheben.
- Berechnungen zum hydraulischen Abgleich mit Heizkörper und Flächenheizsysteme für Wohngebäude (im Bestand) als kostenfreie Erweiterung von ZUB Helena Heizlast.

3. Berechnung zum hydraulischen Abgleich

3.1 Definition: Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich befasst sich mit der folgenden Fragestellung: durch welche technischen Maßnahmen kann das Heizungswasser in einer geschlossenen Heizungsanlage genauso geleitet werden, dass jeder Heizkörper die passende Heizwassermenge abbekommt?

Das Heizwasser nimmt in der Heizungsanlage den Weg des geringsten Widerstandes. Ziel des Abgleichs ist, durch Einbau von geeigneten Widerständen das Heizungswasser genau in der richtigen Menge an jede Stelle des Netzes zu leiten.

Der hydraulische Abgleich ist für das Auslegen und Einregulieren von Verteilsystemen insbesondere von Warmwasserheizungen erforderlich.

Der hydraulische Abgleich umfasst das rechnerische Bestimmen und Einstellen der Regulierwiderstände um die möglichst exakte Verteilung der Wasserströme auf die verschiedenen Übergabestellen (Heizfläche) für den Auslegungsfall zu gewährleisten. Des Weiteren kann durch den hydraulischen Abgleich die richtige Auswahl der Komponenten (Rohre, Armaturen und Pumpen) gemäß den zuvor erstellten Berechnungen erfolgen.

Der hydraulische Abgleich soll die Funktion der Anlage optimieren und den Aufwand für Heiz- und Hilfsenergie (für die Wasserumwälzung) minimieren.

Eine wichtige Rolle für die Regelfähigkeit spielt eine ausreichende Ventilautorität der Regelarmaturen (z.B. Thermostatventil).

Die Ventilautorität beschreibt das Verhältnis von Auslegungsdruckabfall zu Schließdruckdifferenz am auslegungsgemäß geöffneten Ventil.

Die Definitionsgleichung für die Ventilautorität lautet $a_v = \Delta_{pV,A} / \Delta_{pV,0}$

3.1.1 Einleitung (hydraulischer Abgleich)

Immer mehr Gebäude werden vor dem Hintergrund der Energieeinsparung baulich saniert. Oftmals wird nur die Gebäudehülle energetisch verbessert, jedoch die alten Heizungs- und Trinkwarmwasserbereitungsanlagen in ihrem ursprünglichen Zustand belassen und nicht den neuen veränderten Verhältnissen angepasst.

Die Anpassung der Anlagentechnik an die neuen baulichen Verhältnisse ist ein wichtiges Mittel zur Einsparung von Energie. Beim hydraulischen Abgleich mit ZUB Helena Heizlast geht es im Wesentlichen um die Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand. Beim Neubau wird zumeist der hydraulische Abgleich über einen TGA-Fachplaner oder von dem ausführenden Heizungs-Fachbetrieb geplant und umgesetzt. Bei einem Wohngebäude im Bestand sind zumeist das Rohrnetz und seine Widerstände unbekannt. Im Optimus-Verfahren werden pauschale Werte für die Widerstände des Rohrnetzes angesetzt.

Der hydraulische Abgleich dient der Anpassung der in einem Gebäude bereitgestellten Wärmemenge an den tatsächlich benötigten Bedarf. Neben der Energieeinsparung durch „unnötiges Heizen“, entsteht ein weiterer Energieeinspareffekt durch eine reduzierte Pumpenenergie. Weitere Effekte des hydraulischen Abgleichs ist eine Geräuschminderung in der Anlage und ein gleichmäßiges Aufheizverhalten der Räume.

Die Optimierung der Anlagentechnik umfasst den hydraulischen Abgleich mit Einstellung der Förderhöhe im Netz und Voreinstellung von Thermostatventilen sowie die Einstellung der Vorlauftemperatur am zentralen Regler.

Das Verfahren benötigt eine Gebäudebegehung und –aufnahme (insbesondere der vorhandenen Heizkörper).

Die Berechnungen zum hydraulischen Abgleich können für Wohngebäude im Bestand mit **ZUB Helena Heizlast** durchgeführt werden.

3.1.2 Warum sollte ein hydraulischer Abgleich durchgeführt werden?

Das Heizungswasser fließt durch das Heizungssystem nach dem Prinzip des geringsten Widerstands. Eine hydraulisch nicht abgegliche Anlage führt zu einer Überversorgung der naheliegenden Heizkörper bzw. zu einer Unterversorgung der weiter entfernten Heizkörper. Dies führt dazu, dass manche Räume zu warm, andere hingegen nicht mit ausreichender Wärme versorgt werden.

In vielen Fällen werden dann stärkere Pumpen eingebaut oder die Vorlauftemperatur erhöht. Durch diese Maßnahme wird der Energieverbrauch unnötig gesteigert und zusätzlich stellen sich lästige Strömungsgeräusche im Heizsystem ein.

Der hydraulische Abgleich soll gewährleisten, dass nur so viel Heizenergie verbraucht wie benötigt wird, um das gewünschte Raumklima zu erreichen. Ein hydraulischer Abgleich ist bei alten wie auch bei neuen Heizungsanlagen sinnvoll. Es können auch folgende Probleme bei nicht hydraulisch abgeglichenen Anlagen entstehen:

- **Über- oder Unterversorgung der Heizungsübergaben** (z.B. Heizkörper).
Da Wasser immer den Weg des geringsten Widerstandes nimmt, können pumpennahe Räume Überversorgt werden, während weiter entfernte Räume bzw. Heizkörper unterversorgt werden.
- **Ungenügende Versorgung im Nennlastbetrieb** (Volllast), wenn z.B. alle Räume gleichzeitig versorgt werden sollen.
- **Verzögertes Wiederaufheizen**, nach z.B. Nachtabsenkung oder Nachtabstaltung.
- **Unzureichende Regelbarkeit**, da schwankende Differenzdrücke ungünstig für Regelarmaturen sind.
- **Störende Geräuschentwicklung** insbesondere im Teillastbetrieb.

Durch eine Begrenzung des Volumenstroms und eine Anpassung der Pumpenleistung wird die Fließgeschwindigkeit in der Anlage reduziert.

- **Erhöhter Energieverbrauch** z.B. durch erhöhten Pumpenstrom und eine nicht bedarfsgerechte Versorgung der Heizflächen. Des Weiteren wird durch eine verbesserte Ausnutzung der Vorlauftemperatur der Heizenergiebedarf reduziert.
- **Benötigte Rücklauftemperaturen werden nicht erreicht.**
Ein Überversorgter Verbraucher (z.B. Heizkörper) erzeugt eine zu hohe Rücklauftemperatur.
- **Unzureichende Leistung** trotz ausreichender Kesselleistung
Ungünstige Betriebsbedingungen führen zu einer unzureichenden Vorlauftemperatur.

Vorteile des hydraulischen Abgleichs:

- Energieeinsparung
- Umweltschutz
- Komfort (keine Über- und Unterversorgung, keine Geräusche)
- Erfüllung der entsprechenden Vorschriften und deren Kontrolle über Dokumentationen (z. B. Protokolle)

Daher sollte bei

- nicht abgeglichenen Bestandsanlagen,
- einer Heizlaständerung des Gebäudes sowie
- einer Änderung des Wärmeerzeugers bzw. der Anlagentechnik

ein hydraulischer Abgleich durchgeführt werden

Indizien für nicht abgeglichen Anlagen sind:

- ungleichmäßige Wärmeverteilung im Heizungsnetz,
- laute Strömungsgeräusche in den Rohrleitungen und/ oder an den Thermostatventilen,
- eine überdimensionierte bzw. auf Maximalleistung eingestellt Heizungspumpe,
- von der Anlagenauslegung abweichende Systemtemperaturen (sofern eine Anlagenauslegung durchgeführt wurde).

Begleitende Maßnahmen

Für Maßnahmen zur Energieeinsparung in Verbindung mit dem hydraulischen Abgleich sind folgende zusätzliche Maßnahmen und Investitionen sinnvoll und werden deshalb zusätzlich gefördert:

- **Voreinstellbare Thermostatventile**, sind Thermostatventile, die über eine Voreinstellungsmöglichkeit für den Handwerker verfügen. Über eine Stellschraube im Ventilunterteil kann dieser unabhängig von der Einstellung des Thermostatkopfes den Durchfluss des warmen Wassers regeln.
- **Einzelraumtemperaturregler**, damit kann die Raumtemperatur eines einzelnen Raumes unabhängig von der Temperatur anderer Räume geregelt werden.
- Durch **Strangventile**, mit Strangreguliertventilen können z.B. in großen Wohngebäuden Volumenströme von Teilanlagen angepasst werden, um eine einfachere Einstellung der Thermostatventile zu ermöglichen.
- Technik zur **Volumenstromregelung**, z.B. automatische Volumenstromregler.
- Separate **Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik** und Benutzerinterfaces, z. B. Bedienungsoberflächen.
- **Pufferspeicher**, sind Speicher, in denen nicht benötigte überschüssige Energie von Wärmeerzeugern zwischengespeichert und bei Bedarf wieder an das Heizsystem abgegeben wird.
- **Einstellung der Heizkurve**: Die Heizung wird durch die Heizkurve stark beeinflusst. Sie beschreibt die optimale Vorlauftemperatur, passend zum aktuellen Wärmebedarf eines Gebäudes.

Wichtig bei diesen zusätzlichen Maßnahmen ist, dass sie im unmittelbaren Zusammenhang mit dem hydraulischen Abgleich durchgeführt wurden und die Optimierung des Heizsystems zum Ziel haben.

Bundesförderung für effiziente Gebäude

Gemäß der Liste der technischen FAQ der Bundesförderung für effiziente Gebäude kann eine Heizungsanlage im Bestand nach DIN V 18599 berechnet werden, wenn die raumweise Regelung dem Stand der Technik entspricht, sämtliche zugängliche Heizungs- und Trinkwarmwasser-Rohrleitungen nach GEG (Anlage 8) gedämmt sind und ein hydraulischer Abgleich der Anlage durchgeführt wurde.

Für Effizienzhäuser

- mit wassergeführten, hydraulisch betriebenen Heizungsanlagen und
- mit hydraulisch betriebenen Wärme- und Kälteversorgungsanlagen

ist die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs immer erforderlich.

Der hydraulische Abgleich ist gemäß dem Formular "[Bestätigung des Hydraulischen Abgleichs BEG - Wohngebäude](#)" der VdZ - Wirtschaftsvereinigung Gebäude und Energie e. V. durchzuführen und vom durchführenden Fachunternehmen unter Verwendung des Formulars zu bestätigen.

Für ein Effizienzhaus ist der hydraulische Abgleich nach Verfahren B durchzuführen.

Erforderliche Nachweise

Der entsprechende Fachunternehmer/Installateur muss das Formular des VdZ zur „Bestätigung des hydraulischen Abgleichs“, ausfüllen und übergeben. So bestätigt er, dass der hydraulische Abgleich ordnungsgemäß durchgeführt wurde.

Für Einzelmaßnahmen und für den Neubau eines BEG-Effizienzhauses bzw. die Sanierung zu einem Effizienzhaus stehen separate Formulare zur Verfügung.

Zusätzlich sollen für die durchgeführten Maßnahmen Rechnungen in Kopien vorgelegt werden. Achten Sie darauf, dass das BAFA diese Maßnahmen nur anerkennen kann, wenn sie eindeutig aus der vorgelegten Rechnung hervorgehen. Deswegen ist es erforderlich, dass ihr Installateur bei der Rechnungserstellung die entsprechenden Maßnahmen präzise benennt. Bitte markieren Sie zusätzlich die entsprechenden Rechnungspositionen auf der Rechnungskopie.

Hinweis: Das VDZ (Forum für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik e.V.) hat die Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“ als Leitfaden zur Durchführung des hydraulischen Abgleichs im Rahmen der Projektgruppe „Hydraulischer Abgleich“ erarbeitet. Die Fachregel sowie die Formulare zum hydraulischen Abgleich können über diesen [Link](#) heruntergeladen werden.

3.1.3 Nachweis des hydraulischen Abgleichs

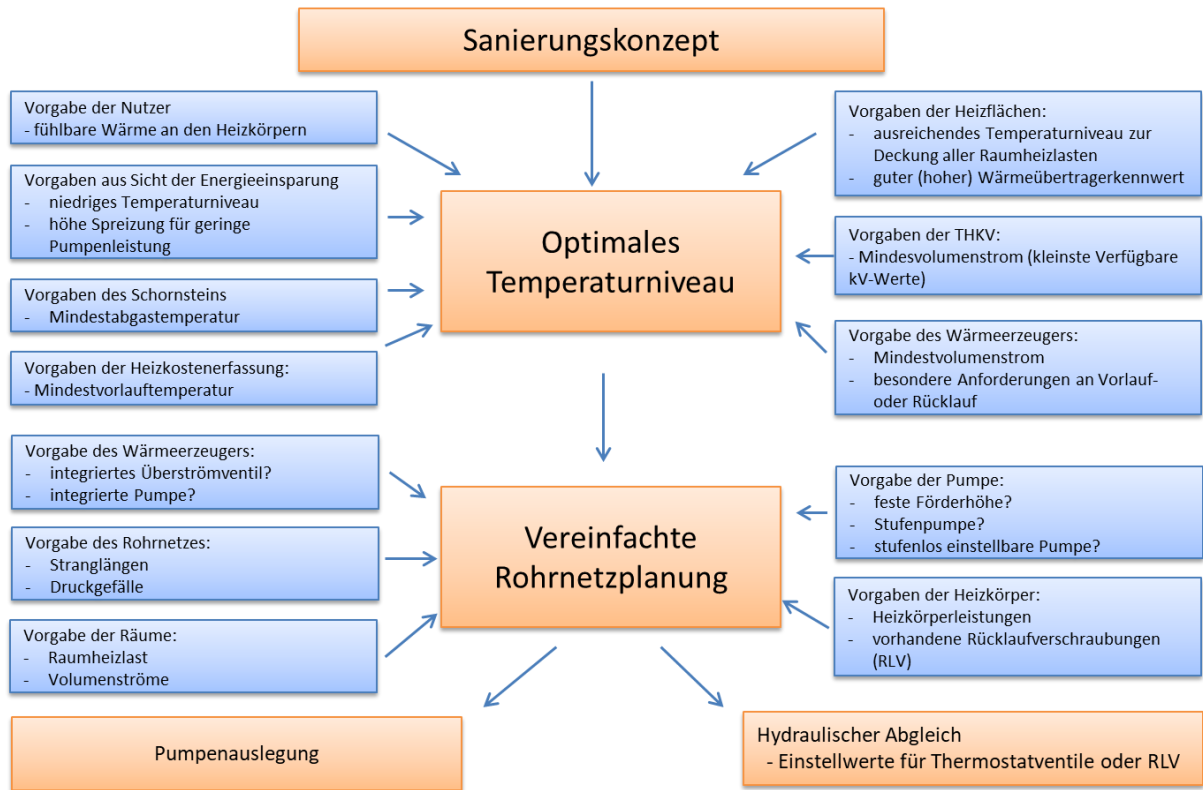
Grundsätzlich unterscheidet man beim hydraulischen Abgleich zwischen zwei Verfahrensarten. Der hydraulische Abgleich nach Verfahren A stellt ein vereinfachtes Verfahren (Schätzverfahren) dar. Verfahren B ist das genauere Verfahren, bei dem die raumweise Heizlast berechnet werden muss. Für Förderanträge ab dem 01.01.2023 ist nur noch das Verfahren B für die BEG-Förderung zulässig.

Verfahren A (Näherungsverfahren)

- Zulässig bei beheizten Nutzflächen bis 500m² je Heizkreis, ausgestattet mit einer Pumpe oder Differenzdruckreglern;
- Berechnung der raumweisen Heizlast nicht notwendig – Berechnung der Gebäude Heizlast nach DIN EN 12831-1 ausreichend;
- Ermittlung der Heizflächendurchflüsse anhand einer abgeschätzten Heizlast;
- Überschlägige Ermittlung aller notwendigen Daten (Systemtemperatur, Pumpenförderhöhe, Gesamtdurchfluss, usw.).

Verfahren B (detailliertes Verfahren)

- Berechnung der raumweisen Heizlast nach DIN EN 12831-1 bzw. DIN/TS 12831-1;
- Bestimmung der Heizleistung des Heizkörpers;
- Vereinfachte Aufnahme des Rohrnetzes und der Lage der Heizkörper (bei Ein- und Mehrfamilienhäusern) – **bei Ein- und Zweifamilienhäusern kann auf eine Bestimmung des Rohrnetzes verzichtet werden (vereinfachtes Verfahren);**
- Ermittlung von Voreinstellwerten der Thermostatventile, Pumpenförderhöhe, Gesamtdurchfluss, usw.



Datengrundlage

Folgende Daten werden für den hydraulischen Abgleich für jeden beheizten Raum benötigt:

- Größe und Qualität der thermisch relevanten Bauteile für die Ermittlung der Raumheizlast.
- Typ und Maße der vorhandenen Heizflächen für die Ermittlung der Normheizleistung.
- Typ und Durchmesser (Anschlussgröße) **der Thermostatventile** (sowie Voreinstellbarkeit des Ventils) bzw. **der Rücklaufverschraubungen**.
- (Sonder-) Einbauteile wie Schmutzfänger, Differenzdruckregler, Rückschlagklappen müssen bekannt sein, um die Druckverluste im Netz zu bestimmen.
- Fabrikat und Typ der Pumpe sowie mögliche Einstellbereiche von ggf. bereits vorhandenen Differenzdruckreglern.

Darüber hinaus muss die Länge des längsten Strangs des Rohrnetzes und die Entfernung der einzelne Heizkörper zur Pumpe (weit, mittel, fern) dokumentiert werden.

Hinweis: Kann das Thermostatventil nicht voreingestellt werden, muss es gegen ein einstellbares Ventil ausgetauscht werden oder es wird ein entsprechender Ventileinsatz nachgerüstet.

3.1.4 Allgemeine Vorgehensweise bei der Durchführung des hydraulischen Abgleichs



- Aufnahme der notwendigen Daten vor Ort (z.B. Art und Größe der vorhandenen Heizkörper, Aufnahme des vorhandenen Rohrnetzes zur Ermittlung der Druckverluste im gesamten System, usw.)
- Ermittlung des Wärmebedarfs - Berechnung der Raumheizlast nach DIN EN 12831-1 und DIN/TS 12831-1
- Bestimmung der Heizkörperleistungen
- Auswahl einer geeigneten Vorlauftemperatur
- Bestimmung der Volumenströme für jeden Heizkörper
- Ermittlung der Druckverlust für das Ventil an jedem Heizkörper
- Bestimmung der Voreinstellung der Thermostatventile
- Berechnung der Förderhöhe der Pumpe oder ggf. eines Differenzdruckreglers
- Einstellung der Ventile und der Pumpe vor Ort; ggf. Austausch der Umwälzpumpe
- Erstellung der Projektdokumentation (Berechnungsergebnisse und Zusammenstellung der Einstellwerte)

4. Berechnung des hydraulischen Abgleichs mit ZUB Heizlast

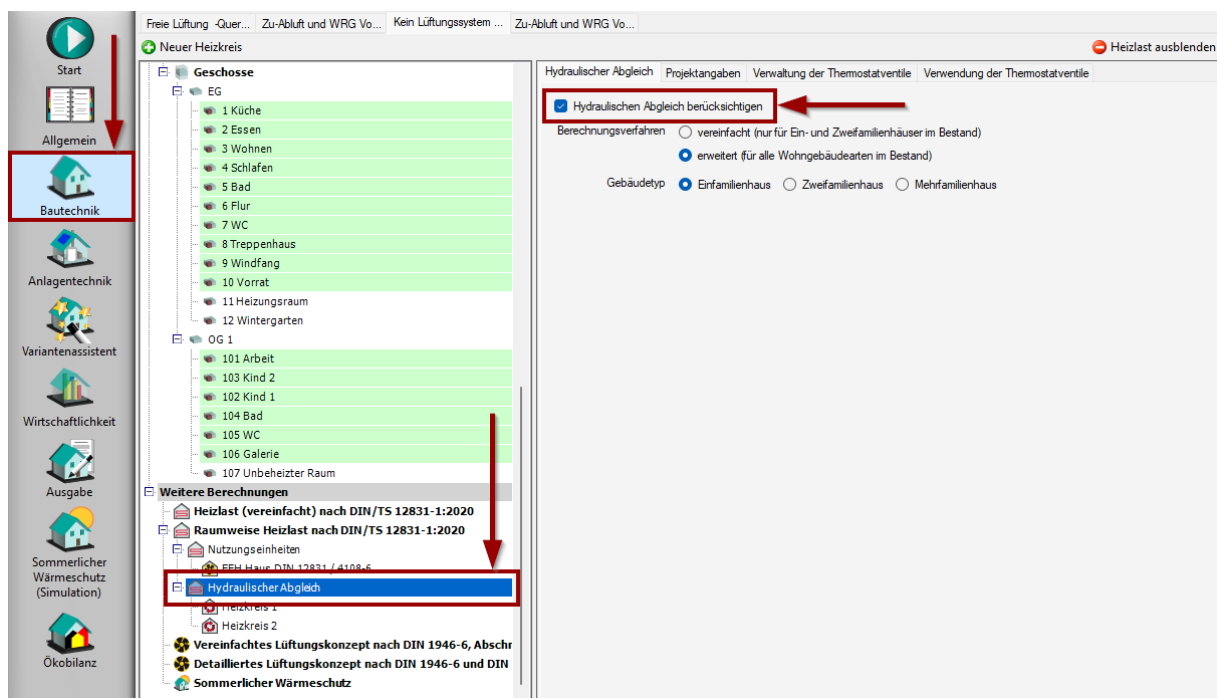
Der hydraulische Abgleich ist in ZUB Helena ein Teil der raumweisen Heizlastberechnung. Eingaben können nur mit dem Modul **ZUB Helena Heizlast** vorgenommen werden.

Die Eingaben zum hydraulischen Abgleich werden vollständig in der Bautechnik vorgenommen.

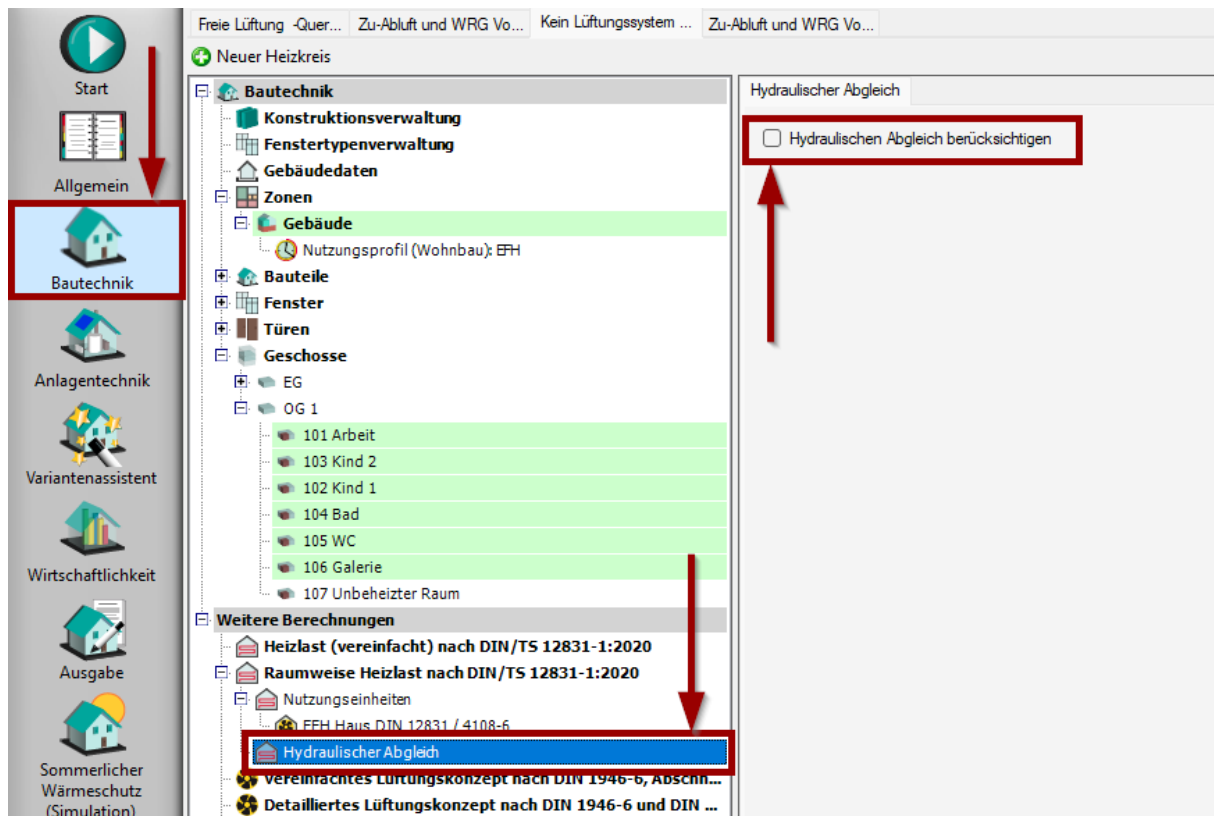
Die Eingabe der notwendigen Daten erfolgt zum einen unter **HYDRAULISCHER ABGLEICH** sowie in den zuvor angelegten Räumen (in der Registerkarte HYDRAULISCHER ABGLEICH → siehe Abschnitt 4.4 Raumweise Eingabe der Berechnungsrandbedingungen).

4.1 Erste Schritte

Im Projektbaum finden Sie direkt unter **RAUMWEISE HEIZLAST NACH DIN/TS 12831-1:2020** den Eintrag **HYDRAULISCHER ABGLEICH**.



Durch Setzen des Häkchens bei **HYDRAULISCHER ABGLEICH BERÜCKSICHTIGEN** kann das Verfahren aktiviert werden.



Im Projektbaum können unter **HYDRAULISCHER ABGLEICH** allgemeine Daten, welche für alle Räume gelten, eingegeben werden.

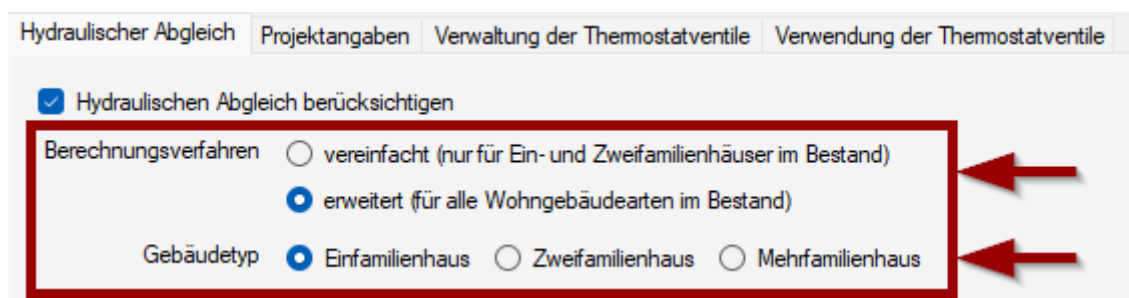
Hierfür stehen Ihnen die Registerkarten **Hydraulischer Abgleich**, **Projektangaben**, **Erweiterte Daten** (nur bei Berechnungsverfahren „vereinfacht“), **Verwaltung der Thermostatventile** und **Verwendung der Thermostatventile** zur Verfügung, auf die nun im Einzelnen eingegangen wird.

Zunächst kann das Berechnungsverfahren ausgewählt werden.

Das **vereinfachte Verfahren** ist nur für Ein- und Zweifamilienhäuser vorgesehen. Die Anwendung beschränkt sich auf Zweirohrheizung (für **Fußbodenheizungen** muss das erweiterte Verfahren ausgewählt werden, da hierfür ein separater Heizkreis benötigt wird).

Beim **erweiterten Verfahren** (für alle Wohngebäude) wird nach Eingabe der notwendigen Daten (Gebäudedaten, Daten zur Heizungsanlage) die notwendige Übertemperatur der einzelnen Heizkörper sowie die optimale Temperaturspreizung der Heizungsanlage berechnet. Anschließend wird für diese Spreizung - und den daraus resultierenden Volumenstrom - die notwendige Förderhöhe der Umwälzpumpe sowie die für die Voreinstellung der einzelnen Thermostatventile benötigten Werte (Volumenstrom und Druckverlust (kv-Wert)) ermittelt.

Des Weiteren kann der Gebäudetyp ausgewählt werden.



4.2 Hydraulischer Abgleich für Ein- und Zweifamilienhäuser (vereinfachtes Verfahren)

In diesem Abschnitt werden zunächst die Eingaben zur Berechnung für Ein- bzw. Zweifamilienhäuser erläutert (**vereinfachtes Verfahren**). Die Vorgehensweise für Mehrfamilienhäuser erfolgt im **Abschnitt 4.3** Hydraulischer Abgleich für Häuser mit mehreren Heizkreisen (z.B. Mehrfamilienhäuser).

Wichtiger Hinweis: der hydraulische Abgleich für Fußbodenheizungen ist nur mit dem erweiterten Verfahren möglich.

Zunächst kann die Vorlauftemperatur bei Auslegung $\theta_{VL,Ausl}$ [°C] eingegeben werden.

Vorlauftemperatur Auslegung $\theta_{VL,Ausl}$ [°C]	75
Gewählter Differenzdruck p_{Soll} [mbar]	40
Gesamter Volumenstrom ΣV_{HK} [l/h]	0
Vorlauftemperatur nach Optimierung $\theta_{VL,Opt}$ [°C]	0

Nach der Sanierung haben Heizkörper aufgrund der gleich gebliebenen Systemtemperaturen und Volumenströme eine zu große Leistung. Der Raum wird daher mit Wärme üerversorgt. Diese Wärme wird im ungünstigsten Fall aus den Räumen herausgelüftet. Daher sollte das Temperaturniveau angepasst, also abgesenkt werden. Die Absenkung der Vorlauftemperatur reicht nicht aus bzw. ist nicht zielführend, um die Leistung der Heizkörper zu mindern, da sich die Heizkörperleistungen nicht gleichmäßig verändert haben. Die Anpassung kann daher nur durch einen hydraulischen Abgleich (Anpassung des Volumenstroms zu den Heizkörpern) erfolgen.

Die Wahl einer bestimmten Vorlauftemperatur hängt von einer Vielzahl von Einflussfaktoren ab (siehe folgende Abbildung). Um für den Nutzer ein angenehmes Raumklima zu gewährleisten (auch um Beschwerden vorzubeugen), sollte auch bei höheren Außentemperaturen in den Übergangszeiten (im Frühjahr und im Herbst) die Möglichkeit bestehen den Raum mit Wärme zu versorgen. Es soll also beim Nutzer ein „Wärmeeindruck“ entstehen. Besonders bei Mehrfamilienhäusern hängt die Wahl der Vorlauftemperatur vom Nutzerverhalten ab. Bei Einfamilienhäusern ist dies von untergeordneter Bedeutung, da die Nutzer in der Regel gut über ihre Heizungsanlage und deren Einstellungen informiert sind.



Abbildung 2: Einflussfaktoren für die Wahl einer bestimmten Vorlauftemperatur

Randbedingungen für die Wahl des Temperaturniveaus.

Für die Optimierung des Temperaturniveaus müssen bekannt sein:

- alle Raumheizlasten nach der Sanierung / Modernisierung,
- die Heizkörpernormleistungen der jeweils installierten Heizflächen (75/65/20 °C) bzw. die Heizkörperleistungen bei einem bestimmten Temperaturniveau,
- die daraus bestimmten, notwendigen logarithmischen Übertemperaturen für jeden Heizkörper,
- der thermisch ungünstigste Heizkörper (größte logarithmische Übertemperatur).

Die Wahl der Vorlauftemperatur ist praktisch frei möglich, solange sie so hoch ist, dass alle Heizkörper noch ausreichend warm werden.

Erläuterung der weiteren Programmfelder:

Gewählter Differenzdruck p_{Soll} [mbar]

Vorlauftemperatur Auslegung $\theta_{\text{VL,Ausl}}$ [°C]	60
Gewählter Differenzdruck p_{Soll} [mbar]	40
Gesamter Volumenstrom $\Sigma \dot{V}_{\text{HK}}$ [l/h]	97
Vorlauftemperatur nach Optimierung $\theta_{\text{VL,Opt}}$ [°C]	65

Eingabe eines gewählten Differenzdrucks. Dieser ergibt sich aus den Druckverlusten und den Sonderdruckverlusten abzüglich des Ausbaus einer vorhandenen Rückschlagklappe (sofern möglich).

Ein großes Problem bei der Berechnung ist die Abschätzung der Druckverluste in bestehenden Rohrnetzen. Oftmals wurden Netze mit einer bestimmten Spreizung (20 K) und einem bestimmten maximalen R-Wert von 100 Pa/m ausgelegt. Diese Informationen (mit welcher Spreizung und mit welchen mittleren R-Werten das Netz bei Installation und Inbetriebnahme ausgelegt wurde) sind für das Heizsystem in der Regel nicht bekannt. Bei älteren Gebäuden wurden die Rohrnetze auch oftmals gar nicht ausgelegt. An dieser Stelle müssen Annahmen getroffen werden. Die verwendeten Standardwerte (bei Druckverlust, Thermostatventile und Rohrleitungen) sind zu überprüfen und ggf. anzupassen.

In der Regel muss im Gebäudebestand daher eine Annahme getroffen werden, da zu viele unbekannte Berechnungsparameter vorliegen.

Der Einstellbereich für den Differenzdruck erfolgt an der Pumpe oder sofern vorhanden an einem Differenzdruckregler.

Gesamter Volumenstrom $\Sigma \dot{V}_{\text{HK}}$ [l/h]

Vorlauftemperatur Auslegung $\theta_{\text{VL,Ausl}}$ [°C]	60
Gewählter Differenzdruck p_{Soll} [mbar]	40
Gesamter Volumenstrom $\Sigma \dot{V}_{\text{HK}}$ [l/h]	97
Vorlauftemperatur nach Optimierung $\theta_{\text{VL,Opt}}$ [°C]	65

Die Volumenströme der einzelnen Räume werden an dieser Stelle zum Gesamtvolumenstrom aufsummiert. Ist der Gesamtvolumenstrom bekannt, können die Druckverluste der Sonderbauteile berücksichtigt werden.

Für die Berechnung des Volumenstroms sind

- Pumpendaten,
- die Restförderhöhe im System,
- der Ansprechdruck des externen Überströmventils sowie
- der Druckabfall in Sondereinbauten (z.B. Schmutzfänger)

notwendig.

Vorlauftemperatur nach Optimierung $\theta_{VL,Opt}$ [°C]

Vorlauftemperatur Auslegung $\theta_{VL,Ausl}$ [°C]	60
Gewählter Differenzdruck p_{Soll} [mbar]	40
Gesamter Volumenstrom ΣV_{HK} [l/h]	97
Vorlauftemperatur nach Optimierung $\theta_{VL,Opt}$ [°C]	65

Das Programm gibt Ihnen einen Vorschlag für eine ausreichende Vorlauftemperatur.

Als nächstes werden die auftretenden Druckverluste (an Thermostatventilen oder Druckverluste, die in den geraden Rohrstrecken entstehen) bestimmt. Die Druckverluste durch Thermostatventile und Rohrleitungen können als Wert (in mbar) eingegeben werden. Alternativ können Standardwerte verwendet werden.

Druckverluste Thermostatventile p_{TV} [mbar]: Die Eingabe hängt u.a. von den geschätzten Rohrleitungsverlusten ab. Gemäß Optimus-Studie kann ein Druckverlust von 25 mbar angenommen werden. Weitere Quellen gehen von 50 mbar bei Altanlagen, und 30 mbar bei Anlagen mit kleinen Massenströmen aus (z.B. bei Gebäuden mit stark verbessertem Wärmeschutz und einer einheitlichen Heizkörperauslegung). Die Eingabe muss daher vom Planer geprüft und ggf. benutzerdefiniert angepasst werden.

Druckverluste Rohrleitungen p_{Rohr} [mbar]: Bei Bestandsanlagen erfolgt die Eingabe in Abhängigkeit u.a. von der Rohrleitungslänge (Vorlauf-/ Rücklauf), des Verschmutzungsgrades sowie des Volumenstroms (Annahme 25 mbar gemäß Optimus-Studie).

Weitere Quellen sprechen von 0,5 mbar bis 0,75 mbar je Meter Rohrleitungslänge. Die Eingabe muss vom Planer geprüft und ggf. benutzerdefiniert angepasst werden.

Druckverluste, die durch neue Schmutzfänger entstehen, müssen den Herstellerunterlagen entnommen werden.

Druckverluste	
Druckverluste Thermostatventile p_{TV} [mbar]	25 <input checked="" type="checkbox"/> Standardwert
Druckverluste Rohrleitungen p_{Rohr} [mbar]	25 <input checked="" type="checkbox"/> Standardwert
Druckverluste neuer Schmutzfänger $p_{Sf,neu}$ [mbar]	0
<input type="checkbox"/> Bei Erneuerung vorhandene Rückschlagklappe deinstallieren	

Sofern eine Rückschlagklappe eingegeben wurde, kann diese entfernt werden (durch Setzen des Häkchens in der Checkbox **BEI ERNEUERUNG VORHANDENE RÜCKSCHLAGKLAPPE DEINSTALLIEREN**). Die Druckverluste reduzieren sich in dem entsprechenden Maße. Ist die Rückschlagklappe fest in einem Wärmeerzeuger verbaut, und kann nicht ausgebaut werden, bleibt sie in der Heizungsanlage.

Sind weiter Sonderbauteile in der Anlage vorhanden, können diese über die Tabelle **SONDERDRUCKVERLUSTE** eingegeben werden. Betätigen Sie die Schaltfläche **DRUCKVERLUST HINZUFÜGEN / DRUCKVERLUST ENTFERNEN**, um ein Sonderbauteil einzugeben oder zu löschen.

Art	Bemerkung	Druckverlust [mbar]
Luftabscheider		15

Druckverlust hinzufügen Druckverlust entfernen

Anschließend können Sie über das Drop-Down-Menü (in der Spalte ART) das Sonderbauteil auswählen und den Druckverlust (sowie eine Bemerkung) eingeben.

Art	Bemerkung	Druckverlust [mbar]
Luftabscheider (keine Auswahl) Luftabscheider Schmutzfänger Rückschlagklappe Schwerkraftbremse Wärmeübertrager Flügelradwärmemengenzähler Ultraschallwärmemengenzähler anderer Widerstand		15

Druckverlust hinzufügen Druckverlust entfernen

ZUB Helena Heizlast bietet Ihnen eine Auswahlliste der Druckverluste aufgrund von Sonderbauteilen (wie z.B. Schwerkraftbremse, Luftabscheider, usw.) an.

Sondereinbauten müssen bei der Aufnahme der Anlagentechnik berücksichtigt werden, da der Druckverlust stark vom Volumenstrom und vom jeweiligen Gerätetyp abhängt. Die zentral in einer Anlage verbauten Gerätetypen werden bei einer Anlagenbegehung aufgenommen und protokolliert. Anschließend werden mit Hilfe von Herstellerdiagrammen die stark volumenstromabhängigen Druckverluste der Sondereinbauten in der Anlage bestimmt. Für den neuen Volumenstrom durch das Bauteil kann nach der Optimierung des Heizungssystems der Druckverlust aus den Herstellerdiagrammen abgelesen werden.

In der Registerkarte **ERWEITERTE DATEN** kann zunächst die **Art der Anlage** festgelegt werden.

Hydraulischer Abgleich Projektangaben **Erweiterte Daten** Verwaltung der Thermostatventile Verwendung der Thermostatventile

Art der Anlage ☐ Anlage mit nicht einstellbarer Pumpe / Differenzdruckregler / Überströmventil ☒ Anlage mit einstellbarer Pumpe / Differenzdruckregler / Überströmventil

Einstellbereich des Differenzdrucks

Differenzdruck des Netzes wird bestimmt durch

Einstellbereich der Druckerhöhung bei einem Volumenstrom von ??? l/h bzw. ??? m³/h

von mbar bis mbar

Anschließend muss ausgewählt werden, wie die Druckbereitstellung des Systems gewährleistet wird. In alten Anlagen ist oftmals eine unregelmäßige Pumpe zu finden. Der Differenzdruck, den z.B. eine

Pumpe bereitstellen muss, steigt mit sinkendem Volumenstrom an. Die Druckerhöhung kann im nachfolgenden Eingabefeld [in mbar] eingetragen werden.

Ist der Differenzdruck höher als notwendig, wird dieser überschüssige Differenzdruck über die Thermostatventile abgedrosselt. Da in diesem Fall ein höherer zusätzlicher Hilfsenergieaufwand für die Pumpe notwendig ist, ist dies möglichst zu vermeiden.

Unter **EINSTELLBEREICH DES DIFFERENZDRUCKS** kann der Einstellbereich der vorhandenen Pumpe, des vorhandenen Differenzdruckreglers oder des vorhandenen Überströmventils ausgewählt und angegeben werden (Angaben sind aus Herstellerunterlagen zu entnehmen).

In der Registerkarte **Verwaltung der Thermostatventile** werden die in den Räumen ausgewählten Ventile angezeigt. Die Registerkarte dient zur Verwaltung der Ventile. Hier können neue Ventile angelegt, bearbeitet, gelöscht und kopiert werden.

Bezeichnung	DN-Wert	maximaler kV-Wert [m³/h]	Verwendung
Danfoss RA-FN, DN 15	15	0.900	6

Die Auswahl der Thermostatventile erfolgt in den einzelnen Räumen (siehe **Abschnitt: 4.4 Raumweise Eingabe der Berechnungsrandbedingungen**).

Sie haben die Möglichkeit die Liste der Ventile über die Schaltflächen

- Neues Ventil
- Neu aus Datenbank
- Ventil bearbeiten
- Ventil löschen
- Kopie anlegen

zu bearbeiten.

Die Registerkarte **VERWENDUNG DER THERMOSTATVENTILE** zeigt die verwendeten Ventile, die entsprechenden Räume mit den dort angelegten Heizkörpern usw. an. Die Registerkarte dient als Übersicht. Die Angaben können über die Schaltfläche **Excel-Export** nach MS-Office übertragen werden.

Hydraulischer Abgleich
Projektangaben
Erweiterte Daten
Verwaltung der Thermostatventile
Verwendung der Thermostatventile

Bezeichnung	Raum	Heizkörper	DN-Wert	Einstellung
Danfoss RA-FN; DN 15	101 Arbeit	Heizkörper 1	15	0,5
Danfoss RA-FN; DN 15	103 Kind 2	Heizkörper 1	15	0,5
Danfoss RA-FN; DN 15	102 Kind 1	Heizkörper 1	15	0,5
Danfoss RA-FN; DN 15	104 Bad	Heizkörper 1	15	0,5
Danfoss RA-FN; DN 15	105 WC	Heizkörper 1	15	0,5
Danfoss RA-FN; DN 15	106 Galerie	Heizkörper 1	15	0,5

Excel-Export

Anschließend werden die Heizkörper sowie die Thermostatventile in den jeweiligen Räumen eingegeben. Wechseln Sie in den Abschnitt 4.4 Raumweise Eingabe der Berechnungsrandbedingungen.

4.3 Hydraulischer Abgleich für Häuser mit mehreren Heizkreisen (z.B. Mehrfamilienhäuser)

Hydraulischer Abgleich Projektangaben Verwaltung der Thermostatventile Verwendung der Thermostatventile

☒ Hydraulischen Abgleich berücksichtigen

Berechnungsverfahren ☐ vereinfacht (nur für Ein- und Zweifamilienhäuser im Bestand)
☒ erweitert (für alle Wohngebäudearten im Bestand)

Gebäudetyp ☒ Einfamilienhaus ☐ Zweifamilienhaus ☐ Mehrfamilienhaus

Das erweiterte Verfahren ermöglicht auch die Berechnung für Mehrfamilienhäuser bzw. für Häuser mit **mehreren Heizkreisen**. Des Weiteren muss das erweiterte Verfahren für die Berechnung des hydraulischen Abgleichs für Fußbodenheizungen ausgewählt werden, da das Verfahren für Fußbodenheizungen das Anlegen eines Heizkreises erfordert.

In der Registerkarte **Verwaltung der Thermostatventile** werden die in den Räumen ausgewählten Ventile angezeigt. Die Registerkarte dient zur Verwaltung der Ventile. Hier können neue Ventile angelegt, bearbeitet, gelöscht und kopiert werden.

Hydraulischer Abgleich Projektangaben Verwaltung der Thermostatventile Verwendung der Thermostatventile

Bezeichnung	DN-Wert	maximaler kV-Wert	Verwendung
Danfoss RA-FN; DN 15	15	0,900	9

Neues Ventil Neu aus Datenbank Ventil bearbeiten Ventil löschen Kopie anlegen

Die Auswahl der Thermostatventile erfolgt in den einzelnen Räumen (siehe **Abschnitt: 4.4 Raumweise Eingabe der Berechnungsrandbedingungen**).

Sie haben die Möglichkeit die Liste der Ventile über die Schaltflächen

- Neues Ventil
- Neu aus Datenbank
- Ventil bearbeiten
- Ventil löschen
- Kopie anlegen

zu bearbeiten.

Die Registerkarte **VERWENDUNG DER THERMOSTATVENTILE** zeigt die verwendeten Ventile, die entsprechenden Räume mit den dort angelegten Heizkörpern usw. an. Die Registerkarte dient als Übersicht. Die Angaben können über die Schaltfläche **Excel-Export** nach MS-Office übertragen werden.

Hydraulischer Abgleich

Projektangaben

Verwaltung der Thermostatventile

Verwendung der Thermostatventile

Bezeichnung	Raum	Heizkörper	Heizkörperleistung / Raumheizlast [W/W]	DN-Wert	Einstellung
Danfoss RA-FN; DN 15	8 Treppenhaus	Heizkörper 1	87 / 71	15	0,5
Danfoss RA-FN; DN 15	9 Windfang	Heizkörper 1	109 / 100	15	0,5
Danfoss RA-FN; DN 15	10 Vorrat	Heizkörper 1	65 / 63	15	0,5
Danfoss RA-FN; DN 15	101 Arbeit	Heizkörper 1	1.968 / 1.479	15	1,0
Danfoss RA-FN; DN 15	103 Kind 2	Heizkörper 1	773 / 720	15	1,5
Danfoss RA-FN; DN 15	102 Kind 1	Heizkörper 1	1.125 / 905	15	1,0
Danfoss RA-FN; DN 15	104 Bad	Heizkörper 1	633 / 531	15	1,5
Danfoss RA-FN; DN 15	105 WC	Heizkörper 1	137 / 114	15	0,5
Danfoss RA-FN; DN 15	106 Galerie	Heizkörper 1	364 / 240	15	0,5

Excel-Export

Anschließend werden die Heizkörper sowie die Thermostatventile in den jeweiligen Räumen eingegeben. Wechseln Sie in den Abschnitt 4.4 Raumweise Eingabe der Berechnungsrandbedingungen.

4.3.1 Eingabe der Heizkreise

Über die Schaltfläche **NEUER HEIZKREIS** kann ein weiterer Heizkreis angelegt werden (sofern notwendig).

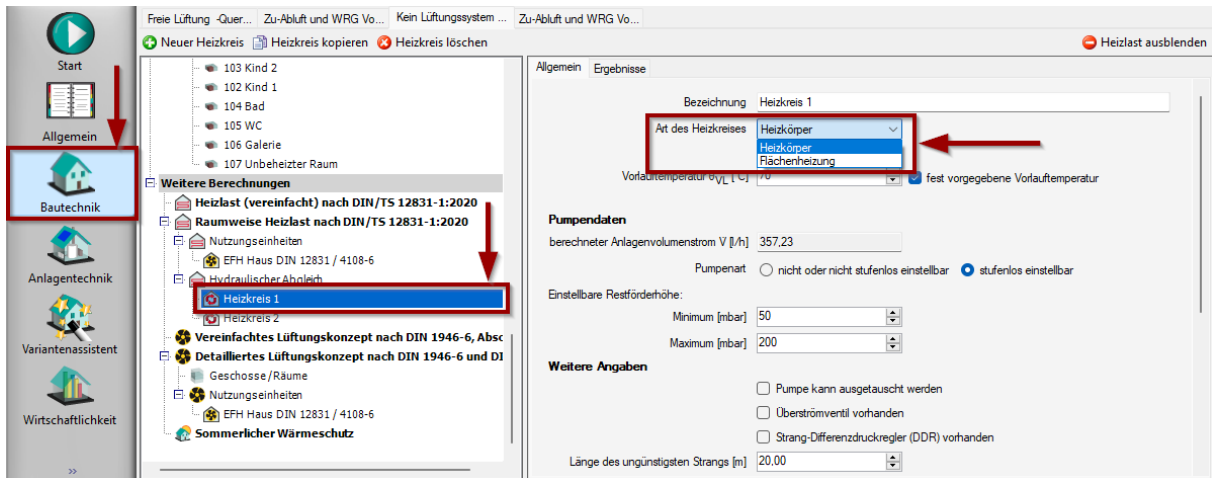
The screenshot shows the software interface with the following elements:

- Sidebar:** 'Bautechnik' is selected and highlighted with a red box.
- Main Menu:** 'Neuer Heizkreis' is highlighted with a red box and a red arrow.
- Right Panel:**
 - Buttons: 'Hydraulischer Abgleich', 'Projektangaben', 'Verwaltung der Thermostatventile', 'Verwendung der Thermostatventile'.
 - Checkboxes: 'Hydraulischen Abgleich berücksichtigen' (checked), 'Berechnungsverfahren' (radio buttons: 'vereinfacht' and 'erweitert' - 'erweitert' is selected).
 - Radio buttons for 'Gebäudetyp': 'Einfamilienhaus' (selected), 'Zweifamilienhaus', 'Mehrfamilienhaus'.

Wird ein neues Projekt erstellt ist bereits immer ein Heizkreis angelegt. Die Daten für die einzelnen Heizkreise erfolgt im Programm-Abschnitt **HEIZKREIS 1**.

Die einzelnen Heizkreise können später den jeweiligen Räumen zugeordnet werden.

Wechseln Sie im Projektbaum auf **HEIZKREIS 1** (die Bezeichnung kann geändert werden). In der Zeile ART DES HEIZKREISES können Sie zunächst die **ART DES ÜBERGABESYSTEMS** (Heizkörper oder Flächenheizung) auswählen.



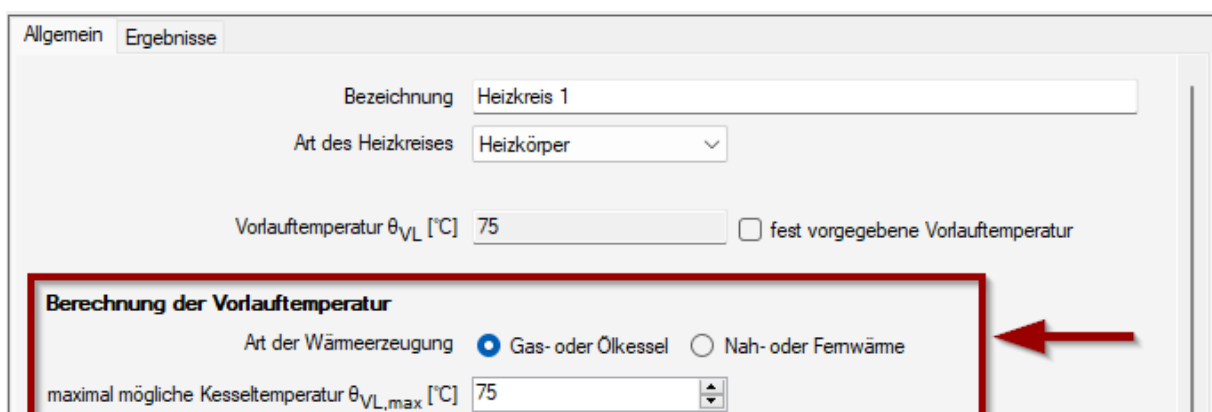
Als nächstes muss die **Vorlauftemperatur** eingegeben werden, sofern diese fest vorgegeben ist, und sich nicht beliebig einstellen lässt. Ansonsten kann die Vorlauftemperatur theoretisch frei gewählt werden, solange sie so hoch ist, dass alle Heizkörper noch ausreichend warm werden. Es ist zu beachten, je höher die Vorlauftemperatur, desto geringer ist die sich einstellende Rücklauftemperatur im Netz. Das Setzen des Häkchens in der Checkbox **FEST VORGEGEBENE VORLAUFTEMPERATUR** ist notwendig, wenn die Vorlauftemperatur des betrachteten Systems sich nicht beliebig einstellen lässt bzw. diese fest vorgegeben wird (z.B. bei bestimmten Fernwärmeübergabestationen oder wenn das Verteilnetz über mehrere Teilstränge verfügt, die jeweils mit der gleichen Vorlauftemperatur versorgt werden).

Ist die Vorlauftemperatur nicht fest vorgegeben, muss als nächstes die ART DER WÄRMEERZEUGUNG bestimmt werden. Mit dieser Angabe werden mögliche Vorlauftemperaturen, in Abhängigkeit von der Wärmeerzeugung, ermittelt.

Zur Auswahl stehen Gas- oder Ölkessel sowie Nah- oder Fernwärmesysteme.

Hinweis: Bei anderen Wärmeerzeugern (z.B. Wärmepumpen) oder bei einer bekannten Vorlauftemperatur wird die Vorlauftemperatur direkt vorgegeben.

Bei den erstgenannten Systemen erfolgt anschließend die Angabe der maximal möglichen Kesseltemperatur (gemäß Herstellerunterlagen, ggf. Typenschild). Die Werte sollten zwischen 50°C und 90°C liegen.



Im Abschnitt **PUMPENDATEN** wird im nächsten Schritt die Pumpenart ausgewählt. Es wird zwischen nicht oder nicht stufenlos (also mehrstufig) einstellbaren Pumpen und stufenlos einstellbaren Pumpen unterschieden.

The screenshot shows a software interface with two tabs: 'Allgemein' and 'Ergebnisse'. The 'Ergebnisse' tab is active. Below the tabs, there are several input fields and checkboxes. A red arrow points from the 'Berechnung der Vorlauftemperatur' section down to the 'Pumpendaten' section. The 'Pumpendaten' section is highlighted with a red border. It contains the following fields:

- Bezeichnung: Heizkreis 1
- Art des Heizkreises: Heizkörper (dropdown menu)
- Vorlauftemperatur θ_{VL} [°C]: 0
- ☐ fest vorgegebene Vorlauftemperatur
- Berechnung der Vorlauftemperatur
- Art der Wärmeerzeugung: ☒ Gas- oder Ölkessel ☐ Nah- oder Fernwärme
- maximal mögliche Kesseltemperatur $\theta_{VL,max}$ [°C]: 75
- Pumpendaten** (highlighted section):
 - berechneter Anlagenvolumenstrom V [l/h]: 0,0
 - Pumpenart: ☒ nicht oder nicht stufenlos einstellbar ☐ stufenlos einstellbar
 - Restförderhöhe bei:
 - Stufe 1 [mbar]: 0
 - Stufe 2 [mbar]: 0
 - Stufe 3 [mbar]: 0
 - Stufe 4 [mbar]: 0

Hinweis: Durch eine zu hohe Vorlauftemperatur könnten sich zu hohen Spreizungen an den einzelnen Heizkörpern und damit sehr geringe Volumenströme ergeben. Es werden kV-Werte ermittelt, die das Thermostatventil ggf. nicht erreicht. Eine zu hohe Systemspreizung (> 30 K) kann u. U. zu Totzeiten im Netz führen und die Temperaturschichtung im Heizkörper zu hoch werden lassen. Bei Vorlauftemperaturen unter 50°C ergeben sich u. U. zu kleine Wärmeübertragerkennwerte für die Heizflächen.

Unter **NICHT ODER NICHT STUFENLOS EINSTELLBAR** fallen alle Pumpen, die nicht die Möglichkeit bieten, eine stufenlose Einstellung ihrer Förderhöhe im Auslegungsfall vorzugeben. Diese Pumpen sind in Kessel-Kompaktgeräten meist werkseitig integriert. Sie lassen sich nicht stufenlos einstellen, sondern fahren entweder konstant auf einer Drehzahlstufe oder können über eine Drehzahlregelung stufig zwischen einer und bis zu vier Drehzahlstufen betrieben werden. Auch durch die Kesselregelung geregelte Pumpen fallen unter den Typ A. Über die Kesselregelung wird ihre Förderhöhe zwar dynamisch in Abhängigkeit der abgegebenen Wärmeleistung stufenlos eingestellt, im Auslegungsfall (bei Volllast) stellt sich jedoch immer ein von der Kesselregelung vorgegebener Wert ein.

Pumpendaten

berechneter Anlagenvolumenstrom V [l/h]

Pumpenart ☒ nicht oder nicht stufenlos einstellbar ☐ stufenlos einstellbar

Restförderhöhe bei

Stufe 1 [mbar]

Stufe 2 [mbar]

Stufe 3 [mbar]

Stufe 4 [mbar]

Unter **STUFENLOS EINSTELLBAR** fallen externe Pumpen, also nicht in einen Wärmeerzeuger integrierte Pumpen, die die Möglichkeit einer stufenlosen Einstellung ihrer Förderhöhe für den Auslegungsfall bieten (Differenzdruck-geregelte Pumpen, bei denen der Soll-Differenzdruck unabhängig vom Volumenstrom in einem vorgegebenen Bereich beliebig gewählt werden kann).

Pumpendaten

berechneter Anlagenvolumenstrom V [l/h]

Pumpenart ☐ nicht oder nicht stufenlos einstellbar ☒ stufenlos einstellbar

Einstellbare Restförderhöhe:

Minimum [mbar]

Maximum [mbar]

Für **nicht oder nicht stufenlos einstellbare Pumpen** ist die Eingabe der Restförderhöhen einer Pumpe in die vorgesehenen Felder (Stufe 1 bis Stufe 4) vorzunehmen. Der jeweilige Wert wird in Abhängigkeit des Anlagenvolumenstroms (den die Pumpe fördern muss) aus Herstellerunterlagen des Kessels oder der Pumpe entnommen. Der für die Bestimmung notwendige Anlagenvolumenstrom wird vom Programm errechnet und im Feld „Berechneter Anlagenvolumenstrom“ ausgewiesen.

Pumpendaten

berechneter Anlagenvolumenstrom V [l/h]

Pumpenart ☒ nicht oder nicht stufenlos einstellbar ☐ stufenlos einstellbar

Bei stufenlos einstellbaren Pumpen sind die minimale und die maximale Restförderhöhe der Pumpe einzugeben.

Unter **WEITER ANGABEN** können Sie zunächst über die Checkbox bestimmen, ob die vorhandene Pumpe ausgetauscht werden kann oder nicht. Diese Auswahl hat keinen Einfluss auf die Berechnung. Sie dient nur zur Dokumentation (für die Druck-Ausgabe).

Weitere Angaben

☐ Pumpe kann ausgetauscht werden

☐ Überströmventil vorhanden

☐ Strang-Differenzdruckregler (DDR) vorhanden

Länge des ungünstigsten Strangs [m]

Sollte ein externes (also nicht im Kessel integriertes) **Überströmventil** in der Anlage vorhanden sein, muss der Ansprechdruck dieses Ventils eingegeben werden.

The screenshot shows the 'Weitere Angaben' (Further Information) section of a software interface. It contains three checkboxes: 'Pumpe kann ausgetauscht werden' (unchecked), 'Überströmventil vorhanden' (checked), and 'Strang-Differenzdruckregler (DDR) vorhanden' (unchecked). Below the checkboxes, there is a text input field labeled 'Ansprechdruck externes Überströmventil [mbar]' with the value '20' entered. At the bottom, there is a text input field labeled 'Länge des ungünstigsten Strangs [m]' with the value '20,00' entered. A red rectangular box highlights the 'Überströmventil vorhanden' checkbox and the 'Ansprechdruck' input field.

Es wird davon ausgegangen, dass Sondereinbauten zwischen dem Überströmventil und den Verbrauchern angeordnet sind (also nicht zwischen Pumpe und Überströmventil).

Sollte die Restförderhöhe der Pumpe um das 2fache größer als die eigentlich erforderliche Restförderhöhe sein (bzw. ist die Restförderhöhe größer als 250 mbar) wird der Einsatz eines Strang-Differenzdruckreglers (DDR) empfohlen.

This screenshot shows the same 'Weitere Angaben' form. In this instance, the 'Überströmventil vorhanden' checkbox is unchecked, and the 'Strang-Differenzdruckregler (DDR) vorhanden' checkbox is checked. A red arrow points from the left towards the 'Strang-Differenzdruckregler (DDR) vorhanden' checkbox. The 'Ansprechdruck' field is not visible, and the 'Länge des ungünstigsten Strangs [m]' field still shows '20,00'. A red rectangular box highlights the 'Strang-Differenzdruckregler (DDR) vorhanden' checkbox.

Dieser Empfehlung sollte nachgekommen werden, da es sonst zu unnötig kleinen kV-Werten kommen kann. Zudem besteht ab einem Differenzdruck von mehr als 250 mbar die Gefahr von Geräuschbildung.

Zuletzt folgt die Eingabe des **längsten Heizungsstrangs** (Vor- und Rücklauf) im jeweiligen Heizkreis. Ist es nicht möglich, die exakte Länge über ein Aufmaß zu bestimmen, kann eine Abschätzung des theoretisch längsten Strangs über die Gebäudegeometrie erfolgen: $2 \times \text{Gebäudebreite} + 2 \times \text{Gebäudelänge} + 2 \times \text{Gebäudehöhe}$ (für Vor- und Rücklaufleitung).

This screenshot shows the 'Weitere Angaben' form with the 'Strang-Differenzdruckregler (DDR) vorhanden' checkbox checked. The 'Länge des ungünstigsten Strangs [m]' field now contains the value '55,00'. A red rectangular box highlights this field, and a red arrow points from the right towards it. The other checkboxes remain in their previous states.

Über die Schaltfläche **DRUCKVERLUST HINZUFÜGEN** bzw. **DRUCKVERLUST ENTFERNEN** können in die Anlage eingebaute Widerstände (z.B. Schmutzfänger, Luftabscheider, Rückschlagklappen, usw.) eingegeben werden.

Sonderdruckverluste

Art	Bemerkung	Druckverlust [mbar]
Schmutzfänger		20

Druckverlust hinzufügen Druckverlust entfernen

Sie können über das Drop-Down-Menü (in der Spalte **ART**) die vorhandenen Sonderbauteile auswählen und den Druckverlust (sowie eine Bemerkung) eingeben.

Sonderdruckverluste

Art	Bemerkung	Druckverlust [mbar]
<div> Luftabscheider (kleine Auswahl) Luftabscheider Schmutzfänger Rückschlagklappe Schwerkraftbremse Wärmeübertrager Flügelradwärmemengenzähler Ultraschallwärmemengenzähler anderer Widerstand </div>		15

Druckverlust hinzufügen Druckverlust entfernen

ZUB Helena Heizlast bietet Ihnen eine Auswahlliste der Druckverluste aufgrund von Sonderbauteilen (wie z.B. Schwerkraftbremse, Luftabscheider, usw.) an.

Sondereinbauten müssen bei der Aufnahme der Anlagentechnik berücksichtigt werden, da der Druckverlust stark vom Volumenstrom und vom jeweiligen Gerätetyp abhängt. Die zentral in einer Anlage verbauten Gerätetypen werden bei einer Anlagenbegehung aufgenommen und protokolliert. Anschließend werden mit Hilfe von Herstellerdiagrammen die stark volumenstromabhängigen Druckverluste der Sondereinbauten in der Anlage bestimmt. Für den neuen Volumenstrom durch das Bauteil kann nach der Optimierung des Heizungssystems der Druckverlust aus den Herstellerdiagrammen abgelesen werden.

Der Druckverlust durch Sonderbauteile ist abhängig vom berechneten Volumenstrom der Anlage. Der Druckverlust ergibt sich durch folgende Gleichung:

$$\Delta p = \left(\frac{\dot{V}}{K_v} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{1000}$$

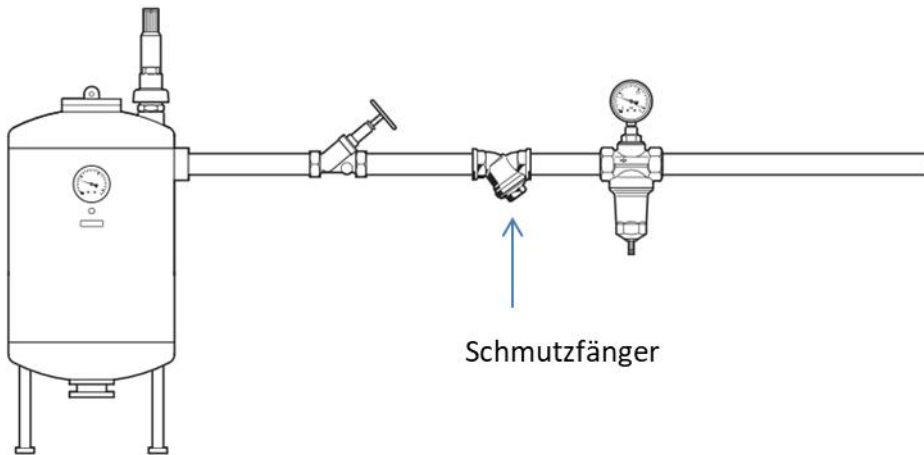
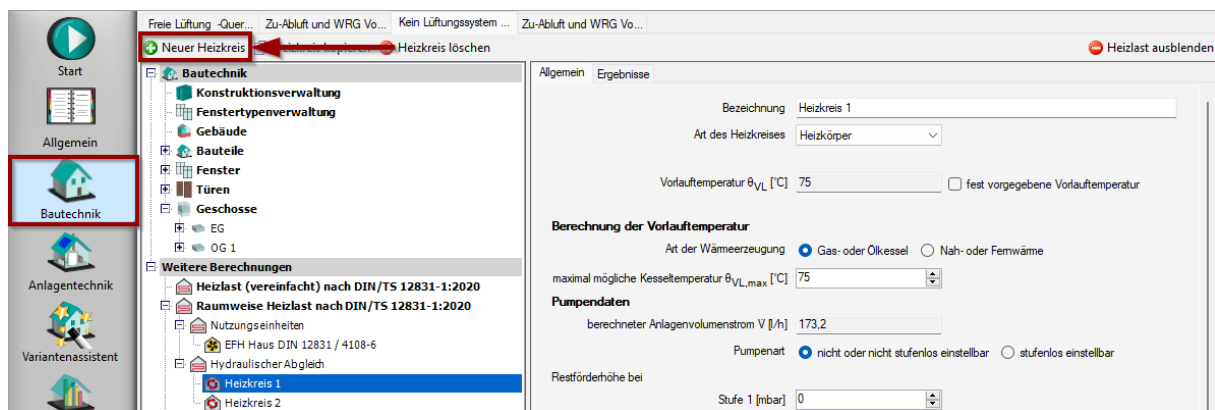


Abbildung 3: Quelle: Honeywell

Nachdem nun alle Daten für den Heizkreis eingegeben worden sind, können - sofern vorhanden - weitere Heizkreise angelegt werden.



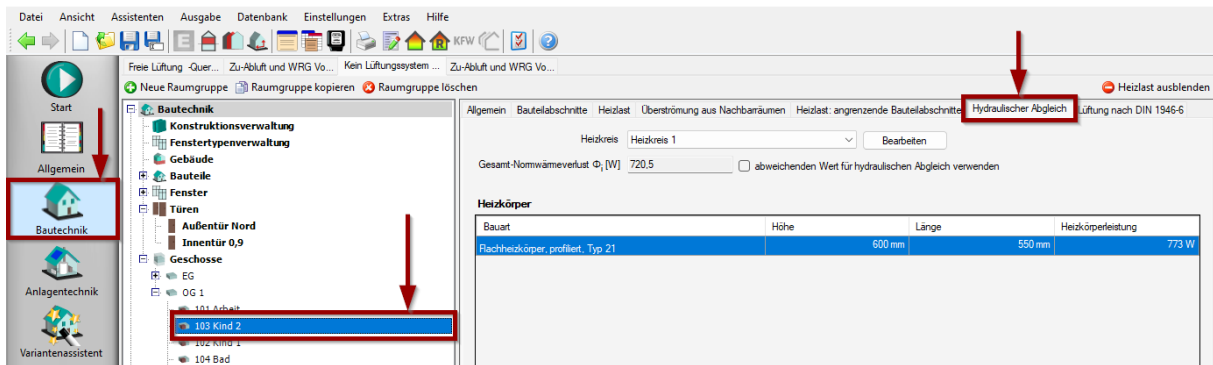
Anschließend erfolgt die Verknüpfung der einzelnen Räume mit den angelegten Heizkreisen (siehe Abschnitt 4.4 Raumweise Eingabe der Berechnungsrandbedingungen).

4.4 Raumweise Eingabe der Berechnungsrandbedingungen

Unabhängig von dem gewählten Berechnungsverfahren (und vom Gebäudetyp) werden als nächstes die raumweisen Eingaben vorgenommen.

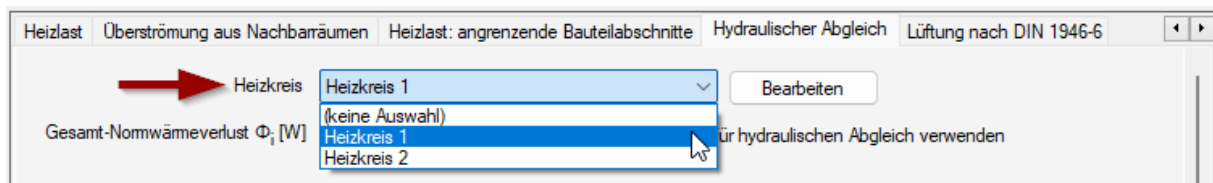
Nähere Informationen zur raumweisen Eingabe finden Sie in unserem Handbuch **ZUB HELENA HEIZLAST - RAUMWEISE HEIZLASTBERECHNUNG NACH DIN EN 12831-1 & DIN/TS 12831-1**.

Nachdem das Gebäude raumweise eingegeben und die Heizlast berechnet wurde, können in der Registerkarte **HYDRAULISCHER ABGLEICH** (in der Bautechnik für jeden relevanten Raum) u.a. die Heizkörper und Heizkörperventile eingegeben bzw. ausgewählt werden.



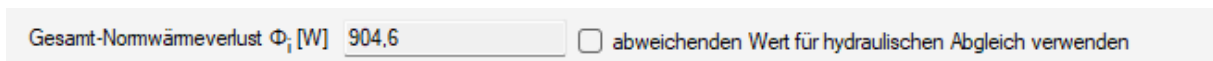
Gehen Sie in der **Bautechnik** auf den ersten Raum, dem ein Heizkreis zugeordnet werden soll.

In der Registerkarte **HYDRAULISCHER ABGLEICH** wählen Sie zunächst unter **HEIZKREIS** einen der zuvor angelegten Heizkreise aus.



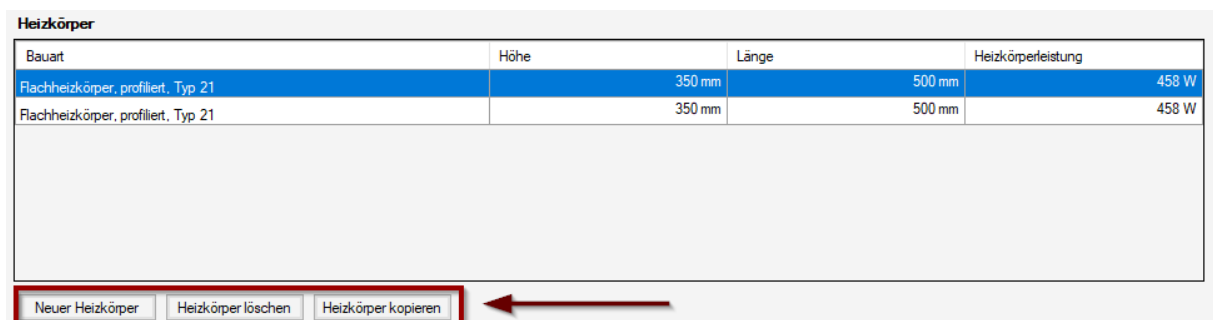
Unterhalb des ausgewählten Heizkreises wird Ihnen der Gesamt-Normwärmeverlust des ausgewählten Raumes angezeigt.

Der Gesamt-Normwärmeverlust (durch Transmission und Lüftung) wurde zuvor nach DIN EN 12831-1 bzw. DIN/TS 12831-1 berechnet. Es kann der aus der Heizlast berechnete Wert übernommen oder - durch Setzen des Häkchens bei **ABWEICHENDEN WERT FÜR HYDRAULISCHEN ABGLEICH VERWENDEN** - ein eigener Wert für die Berechnung zum hydraulischen Abgleich eingetragen werden.



4.4.1 Eingabe der Heizkörper

Für die Berechnung zum hydraulischen Abgleich müssen im nächsten Schritt die Heizkörper detailliert eingegeben werden.



Über die Schaltflächen **NEUER HEIZKÖRPER**, **HEIZKÖRPER LÖSCHEN** und **HEIZKÖRPER KOPIEREN** können die Heizkörper verwaltet werden.

Für die Optimierung der Heizungsanlage muss für jeden beheizten Raum auch die installierte Heizkörperleistung bekannt sein. Bei der Vor-Ort-Begehung muss der Heizkörpertyp und die wichtigsten Maße ermittelt werden. Die Leistungsbestimmung kann u.a. mit Hilfe, der in ZUB Helena hinterlegten Tabellen erfolgen.

Für die Eingabe werden folgenden Daten benötigt:

- die Bauart (Flachheizkörper, Gussradiator, usw.),
- der Typ (11, 21, usw.),
- die Bauhöhe und –länge sowie
- die Entfernung zur Pumpe.

Es ist daher zwingend notwendig, die Heizkörper vor Ort aufzunehmen.

Zunächst wird die **Bauart** des Heizkörpers bestimmt. Es wird zwischen

- Flachheizkörpern (glatt oder profiliert),
- Stahl- und
- Gussradiatoren

unterschieden.

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Heizkörperleistung direkt einzugeben.

Die Auswahl der **Bauart** des Heizkörpers dient zur Bestimmung der Heizkörpernormleistung. Neben den im Programm hinterlegten Heizkörperarten (z.B. Flachheizkörper, profiliert) kann auch eine direkte Eingabe der Normwärmeleistung erfolgen. Leistungen für weitere Heizkörperarten sind bei der Temperaturpaarung 75/65/20 °C beim Hersteller zu erfragen.

Bezeichnung Heizkörper 1

Bauart Flachheizkörper, profiliert

Typ (keine Auswahl)

Höhe [mm] Flachheizkörper, profiliert

spezifische Leistung P_{spec} [W/m] Flachheizkörper, glatt

Baulänge [mm] Stahlradiator

Entfernung mittel

Gussradiator

Direkte Eingabe der Heizkörperleistung

Heizkörperleistung P_{HK} [W] 0

Volumenstrom V_{HK} [l/h] 0

benötigter K_V -Wert [m³/h] 0,000

Heizkörperventil Danfoss RA-FN; DN 15

Auswahl aus Datenbank

Anschließend wird der Heizkörper-Typ festgelegt.

Bezeichnung Heizkörper 1

Bauart Flachheizkörper, profiliert

Typ Typ 10

Höhe [mm] (keine Auswahl)

spezifische Leistung P_{spec} [W/m] Typ 10

Baulänge [mm] Typ 11

Entfernung mittel

Typ 21

Typ 22

Typ 33

Heizkörperleistung P_{HK} [W] 0

Volumenstrom V_{HK} [l/h] 0

benötigter K_V -Wert [m³/h] 0,000

Heizkörperventil Danfoss RA-FN; DN 15

Auswahl aus Datenbank

Die Typenbezeichnung beschreibt die Anzahl der Konvektorbleche und die Anzahl der Platten.

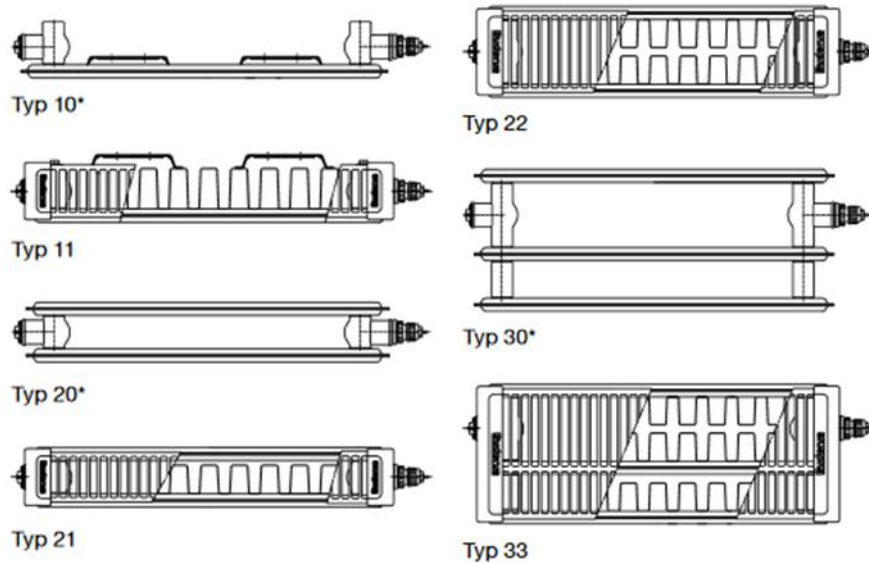


Abbildung 4: Typenübersicht Flachheizkörper (Buderus VC-Profil)
Quelle: <https://productsde.buderus.com/buderus/productsde.buderus.com>

Als nächstes wird die Höhe des Heizkörpers angegeben. Es stehen typische Bauhöhen über das Drop-Down-Menü zur Verfügung. Abweichend können auch Zwischenwerte eingegeben werden.

Bezeichnung	Heizkörper 1	
Bauart	Flachheizkörper, profiliert	
Typ	Typ 21	
Höhe [mm]	600	(350, 500, 600 oder 900 mm; auch Zwischenwerte)
spezifische Leistung P_{spec} [W/m]	1.406	
Baulänge [mm]	550	
Entfernung	mittel	
Heizkörperleistung P_{HK} [W]	773	Volumenstrom V_{HK} [l/h] 112
benötigter k_V -Wert [m³/h]	0,560	

Die Baulänge des Heizkörpers wird als Zahlenwert direkt eingegeben.

Bei **Stahlradiatorn** und **Gussradiatorn** können für die Höhe und die Tiefe des Radiators Tabellenwerte verwendet werden. Die Anzahl der Glieder muss vor Ort aufgenommen (gezählt) werden.

Bezeichnung		
Bauart	Stahlradiator	
Höhe	300 mm	
Tiefe	250 mm	
spezifische Leistung P_{spec} [W/Glied]	58	
Anzahl Glieder	10	
Heizkörperleistung P_{HK} [W]	580	Volumenstrom V_{HK} [l/h] 26
benötigter k_V -Wert [m³/h]	0,167	
Heizkörperventil	"Bypass-Combi Uno"	Auswahl aus Datenbank
empfohlene Einstellung	2	zugehöriger k_V -Wert [m³/h] 0,310

Im letzten Schritt wird die Entfernung des Heizkörpers zur Pumpe bestimmt. Zur Auswahl steht **NAH**, **MITTEL** oder **FERN**. Die Angabe **MITTEL** wird gewählt, wenn die Entfernung zwischen 33% und 66% der eingegebenen längsten Stranglänge liegt. Die Eingabe des längsten Strangs erfolgt unter **BAUTECHNIK / HYDRAULISCHER ABGLEICH / HEIZKREIS** in der Registerkarte **ALLGEMEIN**.

4.4.2 Eingabe der Heizkörperventile

Im nächsten Schritt müssen Sie die Heizkörperventile eingeben.

Entfernung: mittel

Heizkörperleistung P_{HK} [W]: 773

Volumenstrom V_{HK} [l/h]: 112

benötigter k_V -Wert [m³/h]: 0,560

Heizkörperventil: (keine Auswahl)

Auswahl aus Datenbank

Heizkörperventile mit Voreinstellung sind in bestimmten Größen (DN) und Durchlasswerten - den k_V -Werten - verfügbar. Der Druckabfall über dem Thermostatventil Δp_{THKV} wird durch das vorgeschaltete Netz und die Druckerhöhung der Pumpe bestimmt. Der Druck, den die Pumpe aufbaut, wird teilweise in den Vor- und Rücklaufleitungen (und allen vorhandenen Einbauten) bis zum Ventil aufgebraucht. Der verbleibende Rest muss durch das Ventil abgebaut werden.

Der Einstellwert (k_V -Wert) - besser der notwendige Druckverlust - für jeden der Festwiderstände muss aus einer Rohrnetzberechnung ermittelt werden. Es gibt aber auch Verfahren ohne aufgenommenes Rohrnetz.

Anhand der Herstellerunterlagen zum Ventil wird eine Voreinstellung gewählt, so dass der berechnete k_V -Wert erreicht wird!

Über die Schaltfläche **AUSWAHL AUS DATENBANK** gelangen Sie in die Datenbank für Thermostatventile.

Anlagenkomponente auswählen

Suchbegriff: Suche Zurücksetzen Undo Redo

Komponente: Heizungssystem

Typ: Thermostatventil

Neuer Katalog Kopieren Einfügen Löschen

Feste Kataloge

- Buderus Daten 2009
- Pelletkessel gem DEPV 02/2016
- Solvis Daten 2010
- Thermostatventile
- Viessmann Daten 2010
- Eigene Kataloge

Neue Komponente Kopie anlegen Komponente löschen Katalogeintrag entfernen Details anzeigen 130 Einträge

Bezeichnung

- Danfoss RA-FN; DN 15
- Danfoss RA-K / RA-KW Xp=1
- Danfoss RA-K / RA-KW Xp=2
- Danfoss RA-N Xp=1; DN 10
- Danfoss RA-N Xp=1; DN 15

Kenndaten erweiterte Daten Katalogzuweisung

Thermostatventil

Typ-Bezeichnung Danfoss RA-FN; DN 15

DN-Wert 15

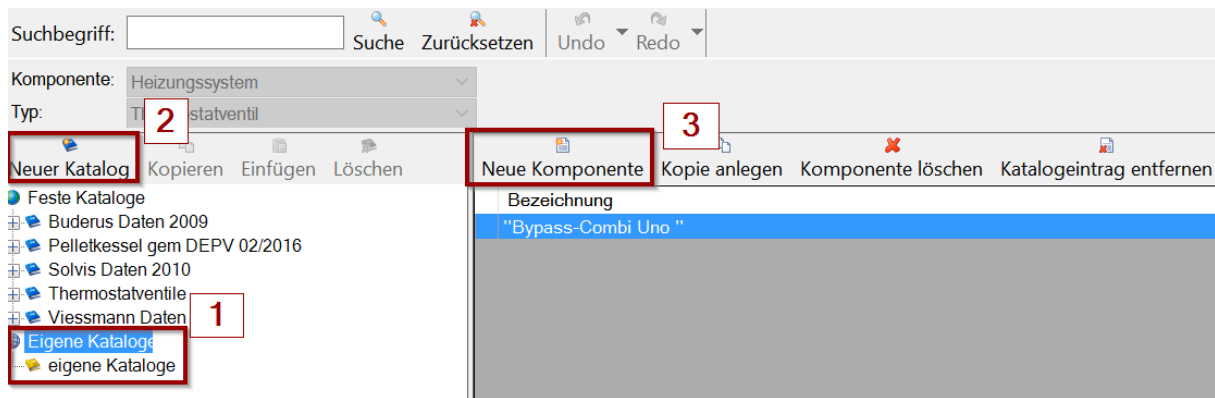
Einstellung	k_V -Wert [m³/h]
0.5	0.220
1.0	0.430
1.5	0.570
2.0	0.730
N(kvs)	0.900

Auswählen Abbrechen

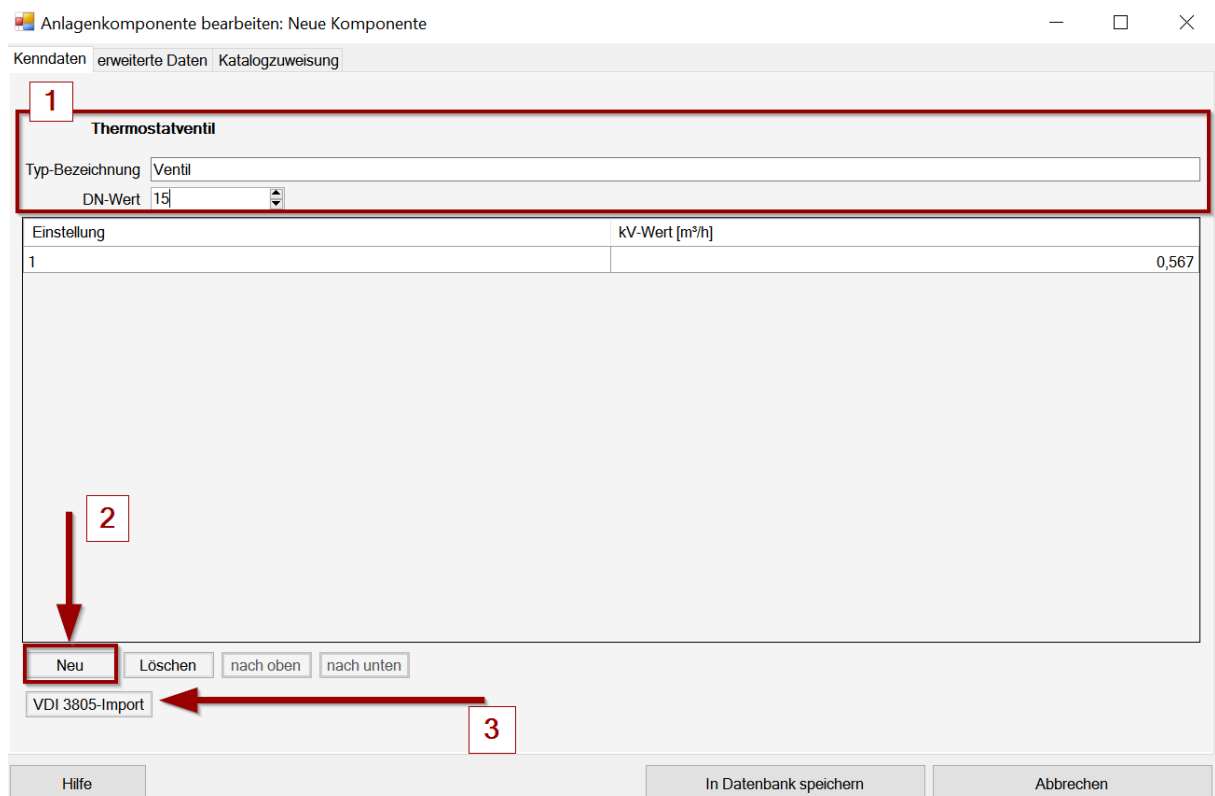
In dieser Datenbank sind Ventile verschiedener Hersteller enthalten.

Es besteht auch die Möglichkeit, eigene Kataloge mit Ventilen anzulegen.

Um einen eigenen Katalog anzulegen, gehen Sie auf **EIGENE KATALOGE** [1]. Anschließend können Sie über die Schaltfläche **NEUER KATALOG** [2] einen neuen Katalog erstellen. Sie können nun eigene Ventile anlegen. Betätigen Sie die Schaltfläche **NEUE KOMPONENTE** [3].



In diesem Programmfenster können Sie Kenndaten für die Ventile detailliert eingeben.



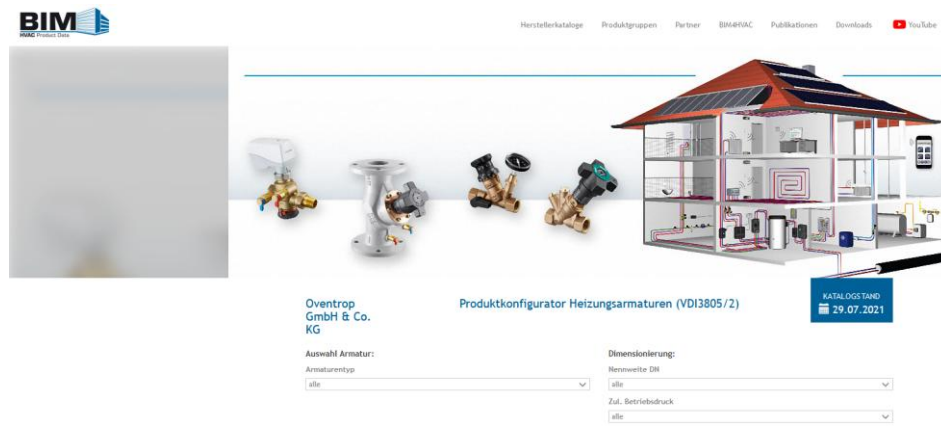
Zunächst geben Sie eine Bezeichnung und den DN-Wert gemäß Herstellerunterlagen ein [1]. Diese Angaben sind rein informativ.

Als nächstes geben Sie den Ventil-Einstellwert und den zugehörigen kV-Wert ein. Thermostatventile haben in der Regel mehrere Einstellwerte. Zur Ermittlung der Einstellwerte werden die zugehörigen kV-Werte benötigt. Zu jedem Einstellwert ist daher ein zugehöriger kV-Wert gemäß Herstellerunterlagen einzugeben. Über die Schaltfläche **NEU** [2] können Sie weitere Zeilen hinzufügen.

Alternativ haben Sie auch die Möglichkeit, die Ventildaten über die Schnittstelle der **VDI 3805** zu importieren [3].

XML-Schnittstelle VDI 3805

Es besteht die Möglichkeit Datensätze von Thermostatventilen über eine XML-Schnittstelle zu importieren. Auf der Online-Plattform www.bim4hvac.com können aktuellen Datensätze der Hersteller kostenfrei bezogen werden.



Anlagenkomponente bearbeiten: Neue Komponente

Kenndaten erweiterter Daten Katalogzuweisung

Thermostatventil

Typ-Bezeichnung Ventil

DN-Wert 15

Einstellung	kV-Wert [m³/h]
1	0,567
2	0,462
3	0,327

Neu Löschen nach oben nach unten

VDI 3805-Import

Hilfe In Datenbank speichern Abbrechen

4.4.3 Exkurs: Heizkörperventile

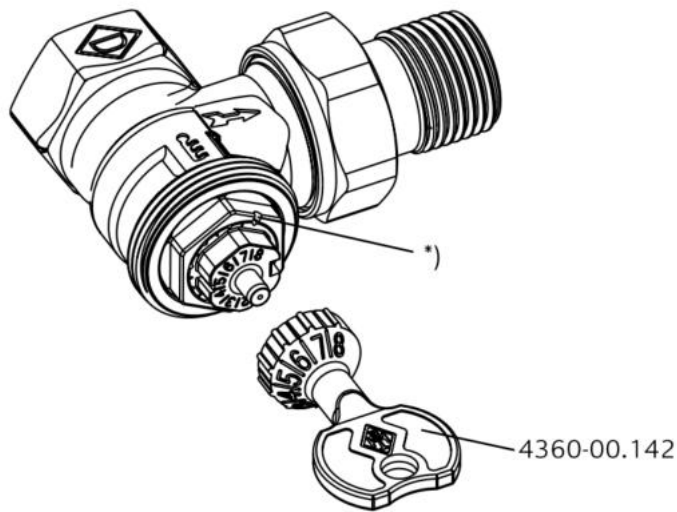


Abbildung 5: Abb.: Ventil V-exact II (Quelle: IMI HEIMEIER) mit einem Einstellbereich von 1 bis 8. Mit einem Einstellschlüssel kann die Einstellung vorgenommen bzw. verändert werden.

Voreinstellbare Ventile müssen nicht zwangsläufig ausgetauscht werden. Um das vorhandene Ventil richtig einstellen zu können, ist es notwendig, das Ventil genau zu bestimmen.

An einem Beispiel soll dies kurz erläutert werden:

Der Hersteller des dargestellten Ventils kann anhand des Firmenlogos [1] identifiziert werden. Bei diesem Ventilunterteil handelt es sich um das Modell V-exact II der Firma IMI Heimeier. Das Modell kann zum einen an der römischen Ziffer „II“ [3], sowie an der weißen Bauschutzkappe [2] erkannt werden. Der nach Entfernen der Kappe sichtbare O-Ring sowie der Ventilteller sollten aus EPDM bestehen. Das Thermostat-Oberteil besteht aus Messing. Mit einem Einstell- oder Maulschlüssel kann der Fachmann die Einstellung vornehmen oder verändern.

Ist der kV-Wert eines Ventils berechnet, kann z.B. aus Herstellerunterlagen die notwendige optimale Voreinstellung abgelesen werden.

Sind vorhandene Ventile nicht voreinstellbar, müssen entsprechende Ventile (oder, wenn möglich, auch nur die Ventileinsätze) nachgerüstet werden.

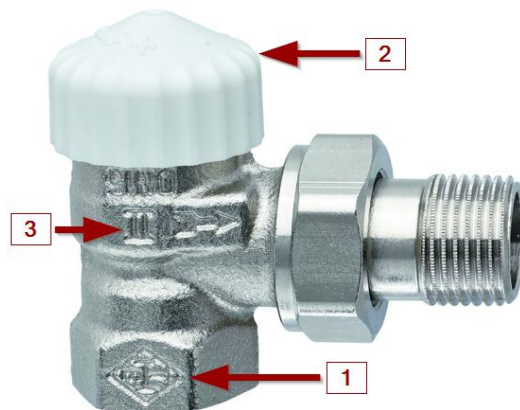
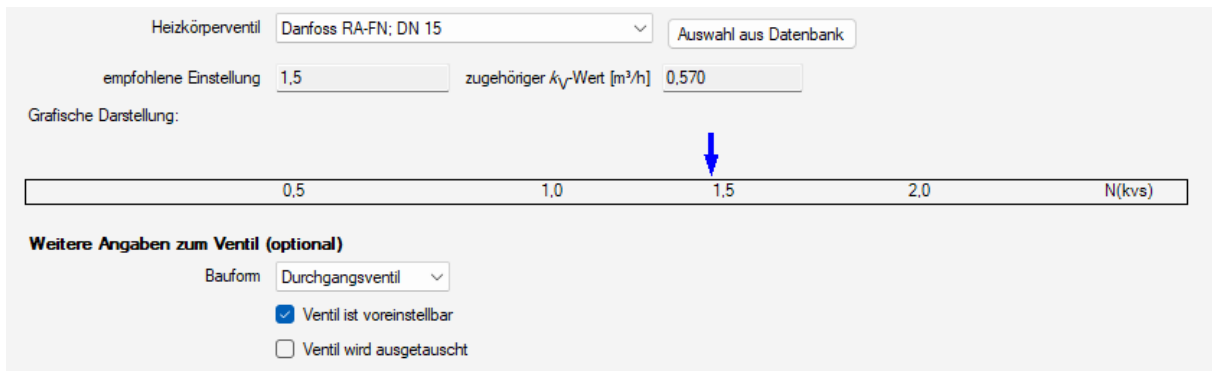


Abbildung 6: Ventil V-exact II (Quelle: IMI Hydronic Engineering Deutschland GmbH)

Nach Auswahl des passenden Ventils wird Ihnen die empfohlene Ventileinstellung und der zugehörige K_V -Wert angezeigt.



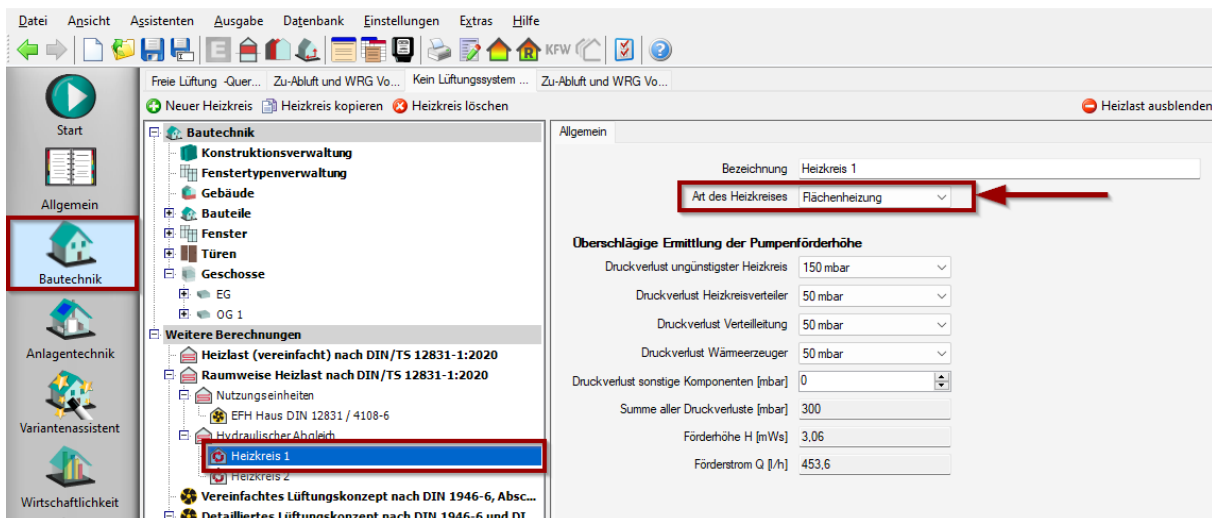
Unter **WEITERE ANGABEN ZUM VENTIL** können Sie weitere Informationen für den hydraulischen Abgleich hinterlegen. Sie können zum einen die Bauform angeben (für den Fall, dass das Ventil ausgetauscht wird), zum anderen, ob das Ventil gemäß der Berechnung eingestellt werden kann oder ob es ausgetauscht werden soll bzw. muss.

Diese Angaben sind rein informativ und haben keinen Einfluss auf die Berechnung. Sie sind dennoch für einen hydraulischen Abgleich notwendig.

Die in diesem Abschnitt beschriebene Vorgehensweise, wiederholen Sie anschließend für jeden weiteren relevanten Raum.

4.4.4 Eingabe Flächenheizung

Die Auswahl einer Flächenheizung erfolgt im Projektbaum unter **HEIZKREIS 1** (die Bezeichnung kann geändert werden). In der Zeile **ART DES HEIZKREISES** können Sie zunächst die **ART DES ÜBERGABESYSTEMS** (Heizkörper oder Flächenheizung) auswählen.



Oberschlägige Ermittlung der Pumpenförderhöhe	
Druckverlust ungünstigster Heizkreis	150 mbar
Druckverlust Heizkreisverteiler	50 mbar
Druckverlust Verteilung	50 mbar
Druckverlust Wärmezeuger	50 mbar
Druckverlust sonstige Komponenten [mbar]	0
Summe aller Druckverluste [mbar]	300
Förderhöhe H [mWs]	3,06
Förderstrom Q [l/h]	453,6

Für den hydraulischen Abgleich einer Fußbodenheizung ist genau wie bei Zweirohrheizungen mit Heizkörpern, die raumweise Ermittlung der Heizlast nach DIN EN 12831-1 bzw. DIN/TS 12831-1 zwingend erforderlich.

Insbesondere bei Flächenheizungen im Bestand, sind in der Regel keine Berechnungs- oder Revisionsunterlagen vorhanden. Des Weiteren ist in vielen Fällen die Heizkreislänge und der zugrunde gelegte Verlegeabstand nicht bekannt. Daher kann der hydraulische Abgleich von Flächenheizungen nur überschlägig erfolgen.

Bei dem in ZUB Helena Heizlast verfügbaren Verfahren handelt es sich um eine näherungsweise Ermittlung der Heizkreiswassermenge für einzelne Heizkreise um die Berechnung zum hydraulischen Abgleich mit ausreichender Genauigkeit durchzuführen.

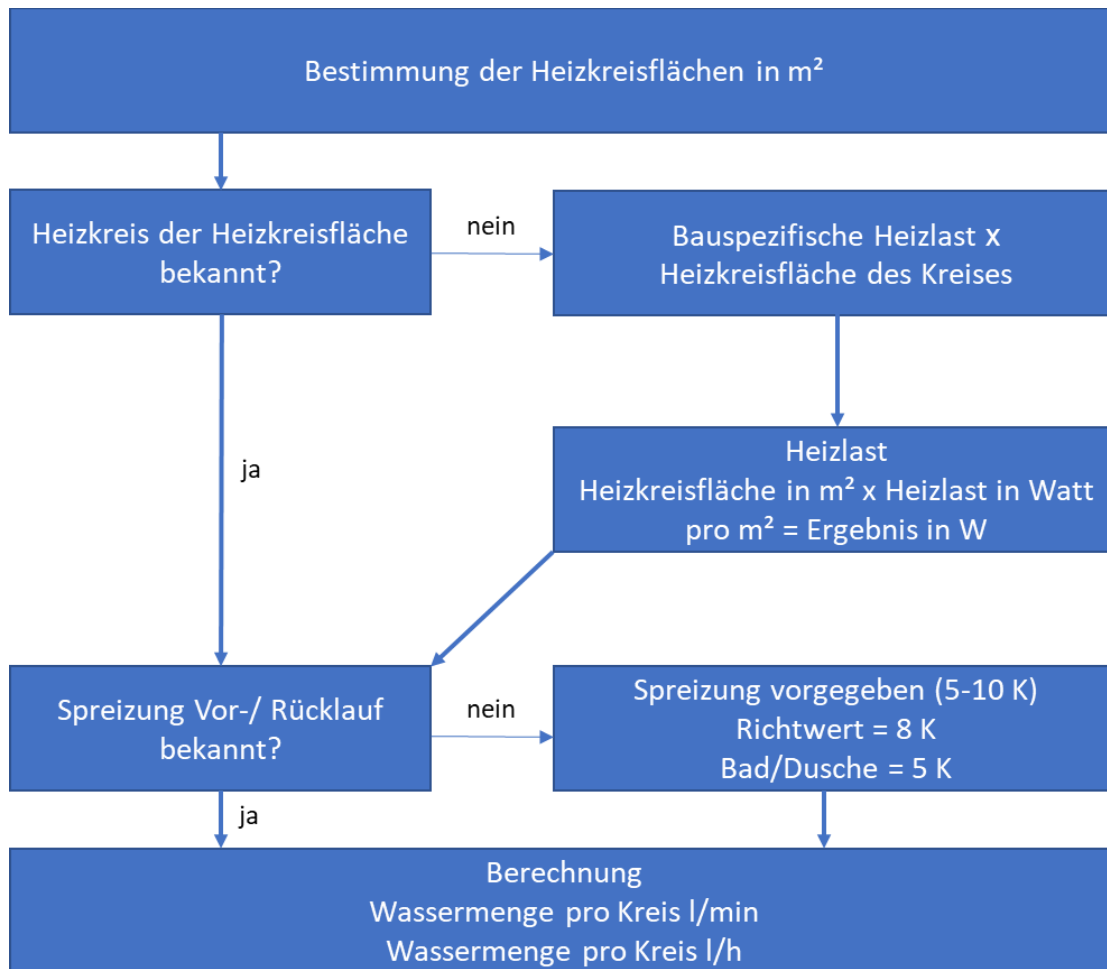


Abbildung 7: Ablaufdiagramm - hydraulischer Abgleich von Flächenheizungen (Quelle: Bundesverband Flächenheizung und Flächenkühlung e.V. (BVF))

Für die Überschlägige Ermittlung der Pumpenförderhöhe sind zunächst folgende Angaben zu tätigen:

Überschlägige Ermittlung der Pumpenförderhöhe	
Druckverlust ungünstigster Heizkreis	150 mbar
Druckverlust Heizkreisverteiler	50 mbar
Druckverlust Verteilleitung	50 mbar
Druckverlust Wärmeerzeuger	50 mbar
Druckverlust sonstige Komponenten [mbar]	0
Summe aller Druckverluste [mbar]	300
Förderhöhe H [mWs]	3,06
Förderstrom Q [l/h]	506,9

- **Druckverlust ungünstigster Heizkreis**
Erfahrungswerte 150 bis 200 mbar
- **Druckverlust Heizkreisverteiler**
Erfahrungswerte 50 bis 100 mbar
- **Druckverlust Verteilleitung**
incl. Absperrarmaturen, Erfahrungswert 50 mbar
- **Druckverlust Wärmeerzeuger**
Erfahrungswert 50 bis 100 mbar
- **Druckverlust sonstige Komponenten [mbar]**
Wärmemengenzähler, Regulierventil
Differenzdruckregler, Mischeinrichtung, Schmutzfänger etc.

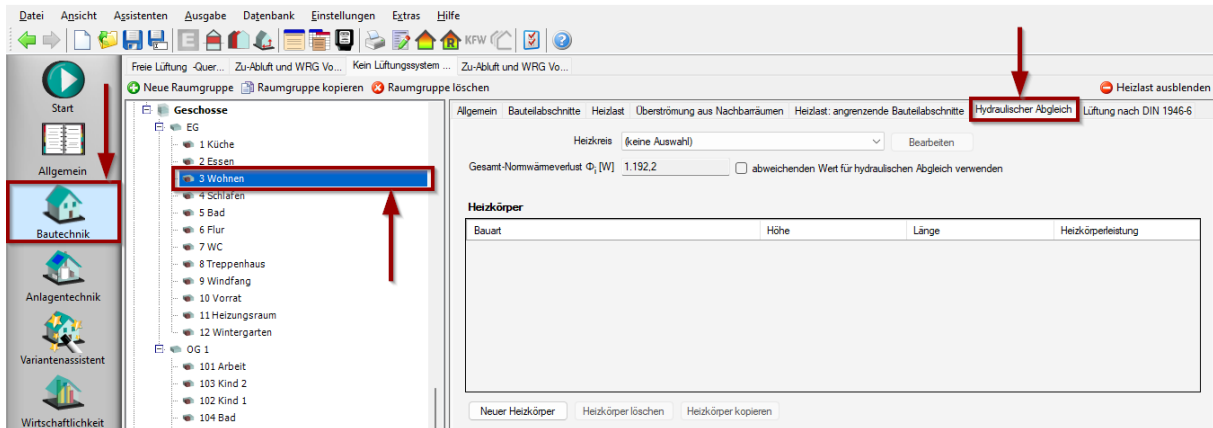
Als Ergebnis werden Ihnen

- die Summe aller Druckverluste [mbar],
- die Förderhöhe H [mWs] sowie
- der Förderstrom Q [l/h]

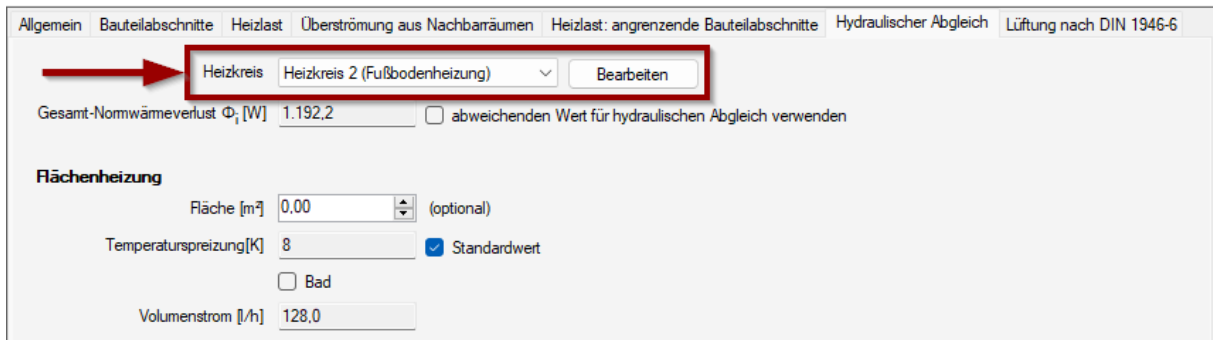
angezeigt.

Nachdem die notwendigen Parameter eingegeben worden sind, muss der Heizkreis noch den entsprechenden Räumen zugeordnet werden.

Wechseln Sie in der Bautechnik in den ersten relevanten Raum und gehen Sie auf die Registerkarte **HYDRAULISCHER ABGLEICH**.



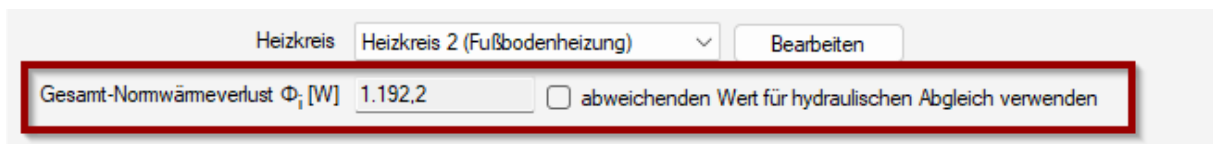
Wählen Sie in der Zeile **HEIZKREIS** den Heizkreis der Fußbodenheizung aus.



Über die Schaltfläche **BEARBEITEN** gelangen Sie zur Eingabeoberfläche des gewählten Heizkreises zurück.

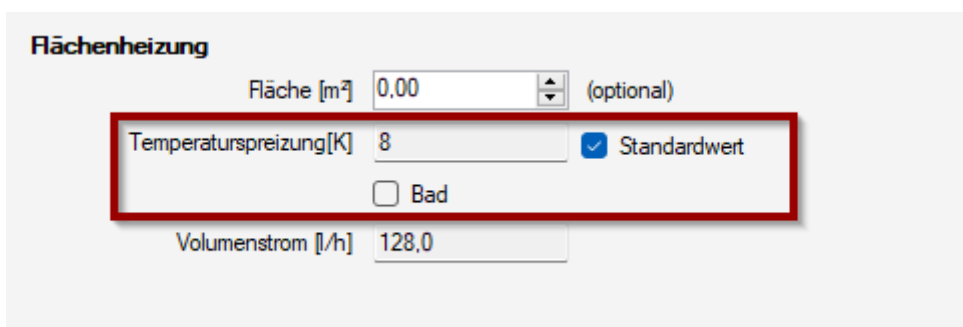
Zunächst wird Ihnen der **Gesamt-Normwärmeverlust** des ausgewählten Raumes (gemäß der Heizlastberechnung) angezeigt.

Es besteht die Möglichkeit einen abweichenden Wert für den hydraulischen Abgleich einzugeben. Setzen Sie dafür das Häkchen in der Checkbox.



Anschließend geben Sie die Fläche der Fußbodenheizung ein. Diese Angabe ist optional.

Anschließend wird Ihnen die **Temperaturspreizung** angezeigt.



Bei der angegebenen Temperaturspreizung handelt es sich um Richtwerte. Für Wohn- und Aufenthaltsräume wird eine Temperaturspreizung von 8 K für Badezimmer (mit Dusche) eine Temperaturspreizung von 5 K vorgegeben.

Es besteht jedoch die Möglichkeit einen eigenen Wert einzugeben. Entfernen Sie dafür das Häkchen in der Checkbox Standardwert.

Exkurs: Temperaturspreizung

Heizungswasser (z.B. in einer Zentralheizung) versorgt über die Heizungsverteilung die Wärmeübergabesysteme (Heizflächen). Dabei fließt warmes Wasser mit einer bestimmten Vorlauftemperatur in die Heizkörper. Von dort aus fließt es mit einer niedrigeren Rücklauftemperatur wieder zurück. Die Temperaturspreizung gibt die Differenz von Vor- und Rücklauftemperatur an. Die Temperaturspreizung wird in Kelvin (K) angegeben, da dies die technisch korrekte Einheit für die Temperaturdifferenz darstellt. Der Zahlenwert der Differenz entspricht der jeweiligen Celsius-Temperatur (also bei einer Temperaturspreizung von 8 K entspricht die Differenz 8 °C).

Der Temperaturspreizung kommt beim hydraulischen Abgleich eine besondere Bedeutung zu, da die transportierte Wärmeleistung proportional zum Volumenstrom des Wärmeüberträgermediums (z.B. dem Heizungswasser), zu dessen spezifischer Wärmekapazität und eben zur Temperaturspreizung steht. Daraus ergibt sich, dass eine hohe Temperaturspreizung den für eine bestimmte transportierte Leistung nötigen Volumenstrom verringert und damit auch den Energieaufwand für die Heizungspumpe. Es kann jedoch aus energetischer Sicht ungünstig sein, die Vorlauftemperatur zu erhöhen, um eine erhöhte Temperaturspreizung zu erreichen, da eine höhere Vorlauftemperatur oft mit einer reduzierten Energieeffizienz bei der Wärmeerzeugung – aufgrund höherer Wärmeverluste im Leitungsnetz – einher geht.

Daher ist es in der Regel günstiger, die Rücklauftemperatur herabzusetzen, da in diesem Fall die Energieverluste abnehmen. Um dies zu realisieren sind aber großzügig bemessene Heizkörper notwendig sowie dass kein Heizkörper mit unnötig großem Volumenstrom betrieben wird. Nur durch einen richtig durchgeführten hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage, können die optimalen Einstellungen der Heizungsanlage realisiert werden.

Ergänzend wird in ZUB Helena noch der Volumenstrom berechnet und angezeigt.

Flächenheizung

Fläche [m²] 53,00 (optional)

Temperaturspreizung [K] 8 ☒ Standardwert

☐ Bad

Volumenstrom [l/h] 128,0

4.5 Ergebnisse hydraulischer Abgleich

Nachdem alle notwendigen Daten eingegeben worden sind, können die Ergebnisse betrachtet und ausgewertet werden. Gehen Sie zurück zu den bereits angelegten Heizkreisen und dort auf die Registerkarte **ERGEBNISSE**.

The screenshot shows the 'Ergebnisse' (Results) tab in the ZUB HELENA software. The left sidebar has a tree view with 'Bautechnik' selected. The main area displays calculated values for flow temperature, return temperature, volume flow, and pump head. A table at the bottom lists individual heating bodies with their respective parameters.

Bezeichnung /	TR [°C]	Spreizung [K]	Nomleistung [W]	Heizlast [W]
Heizkörper 1 / 8 ...	56,1	13,9	87	71
Heizkörper 1 / 9 ...	54,2	15,8	109	100
Heizkörper 1 / 10...	57,7	12,3	65	63
Heizkörper 1 / 10...	51,4	18,6	1.968	1.479
Heizkörper 1 / 10...	64,5	5,5	773	720
Heizkörper 1 / 10...	55,2	14,8	1.125	905

Im Abschnitt **ERGEBNISSE** werden Ihnen

- die eingegebene oder berechnete Vorlauftemperatur (je nach Einstellung);
- die berechnete Rücklauftemperatur;
- der berechnete Anlagenvolumenstrom sowie
- die Pumpenförderhöhe

angezeigt.

Zunächst wird die entweder fest vorgegebene oder berechnete Vorlauftemperatur angezeigt. Die mittlere **Rücklauftemperatur** im Netz ergibt sich aus den Rücklauftemperaturen, die sich an jedem einzelnen Heizkörper des Heizkreises einstellen.

Die Summe aller Einzelvolumenströme durch die Heizkörper ergibt den Systemvolumenstrom bzw. den **berechneten Anlagenvolumenstrom**. Zusammen mit der benötigten Restförderhöhe kann mit Hilfe eines Pumpendiagramms eine geeignete Pumpe ausgewählt bzw. eingestellt werden. Anhand der ermittelten Pumpenförderhöhe kann eine neue Pumpe gewählt bzw. die vorhandene neu eingestellt werden.

In der Tabelle **LISTE DER HEIZKÖRPER** können die Ergebnisse der einzelnen Heizkörper betrachtet werden.

Bezeichnung / Raum	TR [°C]	Spreizung [K]	Nomleistung [W]	Heizlast [W]	Volumenstrom [l/h]	Entfernung	kV-Wert [m³/h]	Einstellung
Heizkörper 1 / 8 Treppenhaus	56,1	13,9	87	71	4	mittel	0,022	0,5
Heizkörper 1 / 9 Windfang	54,2	15,8	109	100	5	mittel	0,027	0,5
Heizkörper 1 / 10 Vorrat	57,7	12,3	65	63	4	mittel	0,022	0,5
Heizkörper 1 / 101 Arbeit	51,4	18,6	1.968	1.479	68	mittel	0,340	1,0
Heizkörper 1 / 103 Kind 2	64,5	5,5	773	720	112	mittel	0,560	1,5
Heizkörper 1 / 102 Kind 1	55,2	14,8	1.125	905	52	mittel	0,261	1,0
Heizkörper 1 / 104 Bad	65,2	4,8	633	531	35	mittel	0,472	1,5
Heizkörper 1 / 105 WC	56,9	13,1	137	114	7	mittel	0,037	0,5
Heizkörper 1 / 106 Galerie	45,3	24,7	364	240	8	mittel	0,042	0,5

Excel-Export

Hinweise:
Der thermisch ungünstigste Heizkörper ist in kursiver Schrift dargestellt.
Mit einem Doppelklick auf den Heizkörper kann dieser bearbeitet werden.

Zu den Ergebnissen zählen:

- TR [°C]: Es wird die berechnete Rücklauftemperatur angezeigt.

- Spreizung [K]: zwischen Auslegungsvor- und Rücklauftemperatur am Heizkörper. Die Wahl eines Temperaturniveaus hängt u.a. von der maximalen Spreizung an den Heizkörpern (und im Netz) ab.
- Normleistung [W]: Normwärmeleistung nach DIN EN 442 in Watt. Die Normwärmeleistung ist abhängig von dem Heizkörper/ Heizkörpertyp, der Bauhöhe und der Baulänge.
- Raumheizlast [W]: Die berechnete oder eingegebene Raumheizlast gemäß DIN EN bzw. DIN/TS 12831-1.
- Volumenstrom [l/h]: Der berechnete Anlagenvolumenstrom.
- Entfernung: Auswahl zur Festlegung des Druckabfalls über dem THKV. Bei größeren Anlagen erfolgt eine Staffelung in drei Zonen:
 - 150 mbar für (Pumpen-)nah;
 - 100 mbar für Pumpen mittlerer Entfernung;
 - 50 mbar für (Pumpen-)fern.

Hinweis: Der thermisch ungünstigste Heizkörper ist in kursiver Schrift dargestellt.

- kV-Wert [m^3/h]: Ventil mit einem bestimmten kV-Wert, welches von einem definierten Volumenstrom durchflossen wird, hat einen genau bestimmten Druckverlust. Jede Voreinstellung am Ventil (z.B. 1-6 gemäß Herstellerunterlagen) wird ein anderer kV-Wert, d.h. ein anderer Durchfluss zugeordnet.
- Einstellung: die Sollwerteinstellungen (für die Regelung des Durchflusses) die am Ventil vorgenommen werden muss.

Exkurs: Pumpe

Die Heizungspumpe ist das Herz der Hydraulik der Heizungsanlage. Sie befindet sich entweder in der Nähe der Heizungsanlage (im Heizungskeller) oder sie ist direkt im Kompaktheizgerät (z.B. wohnungszentrale Wandtherme) eingebaut.

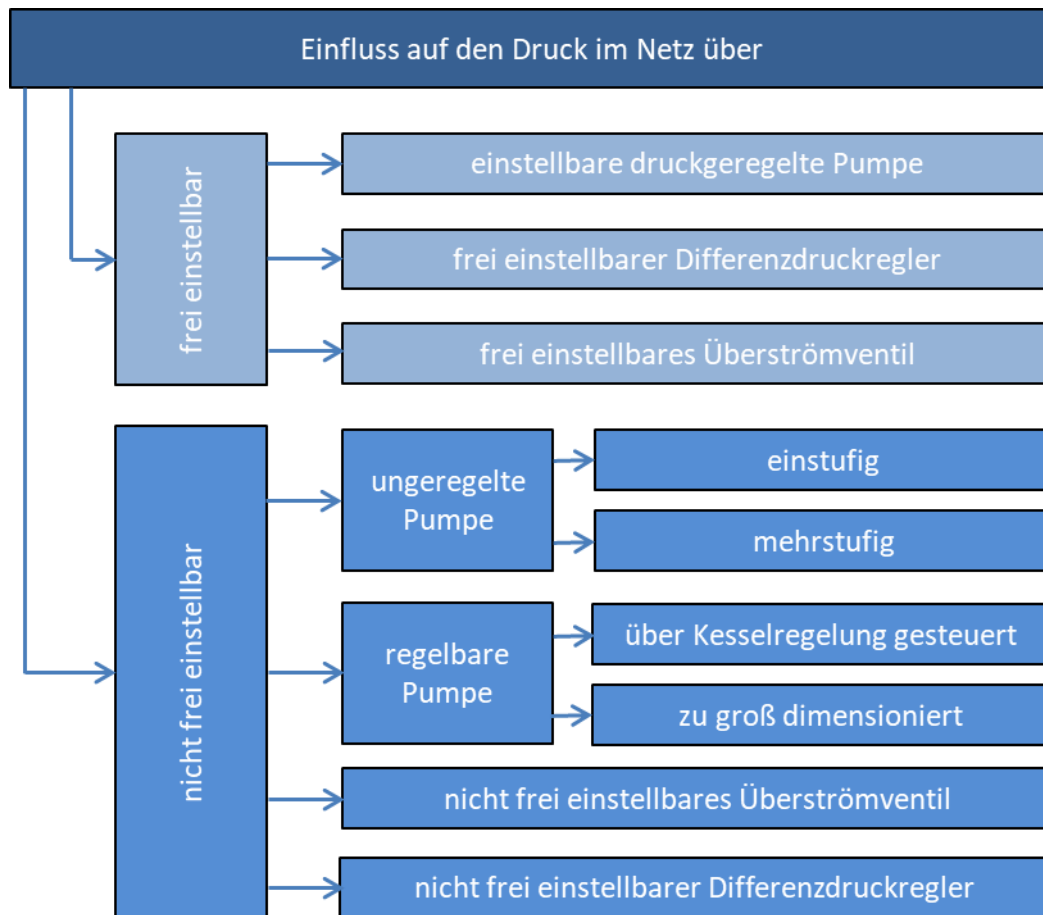
Das Heizungswasser zirkuliert im ständigen Kreislauf durch das Heizungsnetz. Für die Förderung des Heizungswassers benötigt die Pumpe elektrischen Strom. Die Pumpe muss die Summe aller Widerstände überwinden. Zudem muss die Pumpe Rohrreibungsverluste, die das Wasser beim Transport durch das Netz erfährt, ausgleichen

Somit ergibt sich für das Netz ein Gesamtdruckverlust. Dieser bestimmt die erforderliche Förderhöhe der Pumpe. Die Pumpe muss so gewählt oder eingestellt werden, dass die Förderhöhe genau ausreicht, um das Heizungswasser durch das vorhandene Rohrnetz mit allen Widerständen und Reibungsverlusten zu pumpen und dabei auch den letzten Heizkörper im Netz noch bedarfsgerecht zu versorgen.

Besonders im Bestand sind der Weg der Rohrführung und die verlegten Nennweiten sehr schwer feststellbar. Für eine überschlägige Berechnung werden folgende Werte benötigt:

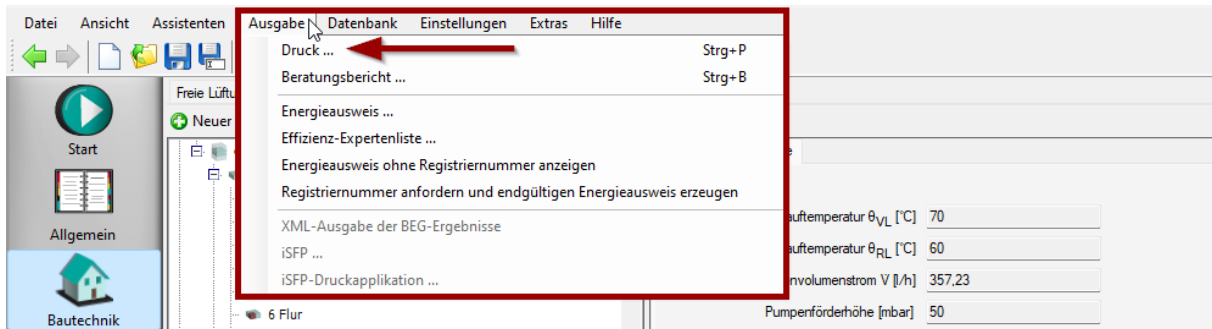
- der Druckverlust im Rohrnetz (Rohrreibungsverluste),
- der Differenzdruck über dem Ventil und
- die Druckverluste von Sondereinbauten wie Schmutzfänger, Rückschlagklappen usw.

In vielen Fällen fällt die rechnerisch benötigte Pumpe sehr viel kleiner aus als die vorhandene Pumpe. In diesen Fällen wäre ein Austausch der Pumpe zu empfehlen. Ist der Austausch der Pumpe nicht möglich, da sie z.B. im Kessel fest eingebaut ist, wird der Einbau eines Differenzdruckreglers empfohlen.

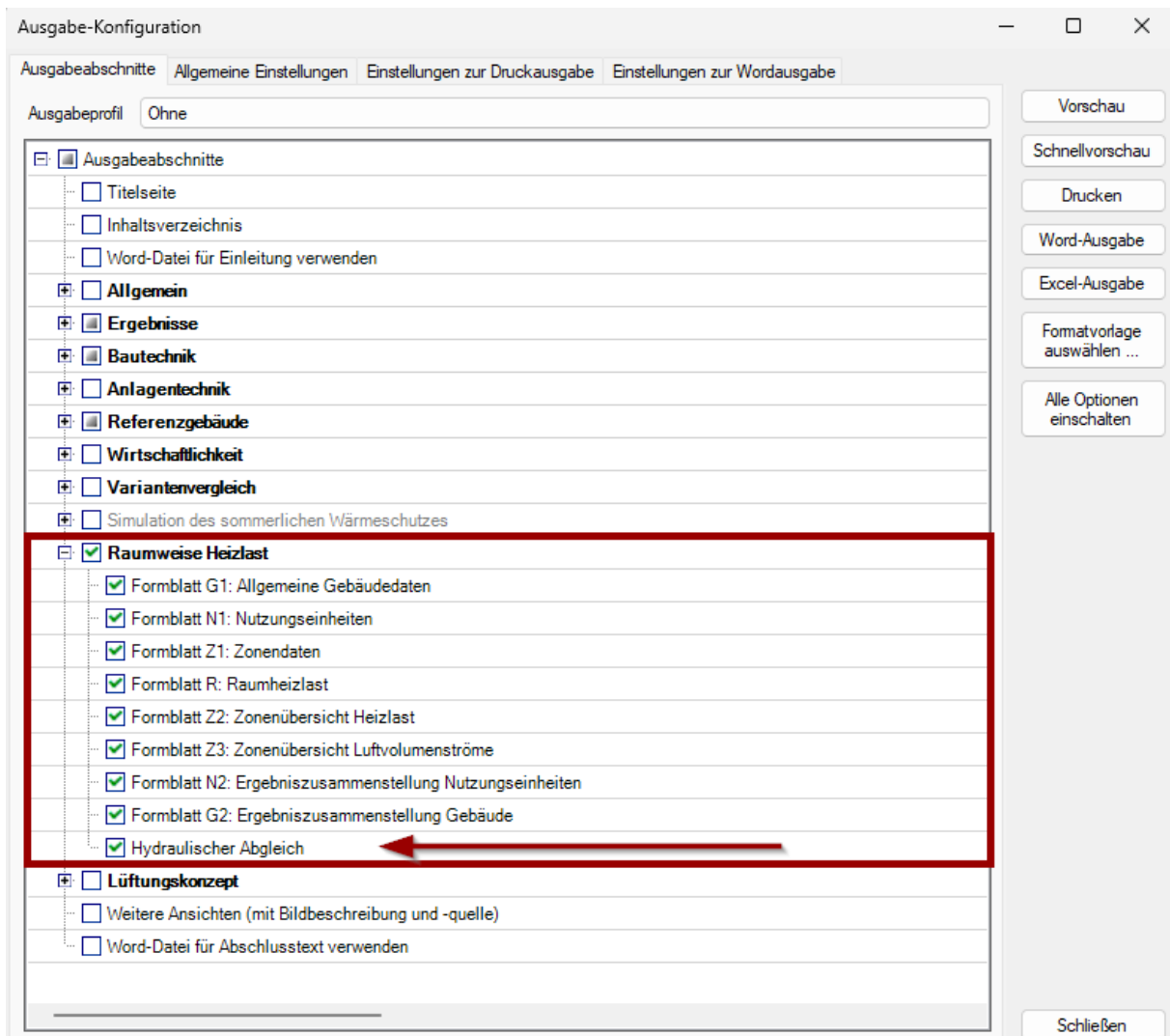


5. Ausgabe

Für die Ausgabe (Projektdokumentation) gehen Sie in der Hauptmenü-Leiste auf **AUSGABE** und dort auf **DRUCK...**



In der Konfiguration finden Sie dann im Abschnitt **RAUMWEISE HEIZLAST** den Unterpunkt **HYDRAULISCHER ABGLEICH**.



In der Druckausgabe finden Sie auch die Daten für die Bestätigung des hydraulischen Abgleichs z.B. im Rahmen eines KfW- oder BAFA-Förderantrags

6. Ergebnisse

Ergebnisse für Bestätigung des hydraulischen Abgleichs für die KfW-/BAFA-Förderung

Berechnung Einstellung			
Einstellung	Heizkreis 1		
Auslegungsvorlauftemperatur [°C]	70		
Heizkreisrücklauftemperatur [°C]	60		
Ermittelter Gesamtdurchfluss [l/h]	357,2		
Ermittelte Pumpenförderrhöhe (bei Gesamtdurchfluss) [m]	0,5		
Ggf. Differenzdruckregler	nicht vorhanden		

Die Formulare für den Nachweis des hydraulischen Abgleichs sowie Fachregeln, einen Leitfaden und weitere Informationen zum hydraulischen Abgleich können auf dem Online-Portal des **VdZ Wirtschaftsvereinigung Gebäude und Energie e.V.** (www.vdzev.de) heruntergeladen werden.

Bestätigung des Hydraulischen Abgleichs BEG – Wohngebäude



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

**** Diese Bestätigung – ausgefüllt durch den Fachbetrieb – bitte dem Kunden auszuhändigen.

Name / Antragsteller _____

PLZ / Ort / Straße _____

Objektanschrift _____

Zutreffendes ankreuzen und Werte eintragen:

Hydraulischer Abgleich durchgeführt Informationen zu den Verfahren siehe nächste Seite

Neubau Effizienzhaus ☐ Sanierung Effizienzhaus ☐

Ausdehnungsgefäß geprüft ☐ Fülldruck _____ bar

Einstellung	Heizkreis 1	Heizkreis 2	Heizkreis 3
Auslegungsvorlauftemperatur	<input type="checkbox"/> Zweirohrheizung	<input type="checkbox"/> Zweirohrheizung	<input type="checkbox"/> Zweirohrheizung
Heizkreisrücklauftemperatur	<input type="checkbox"/> Fußbodenheizung	<input type="checkbox"/> Fußbodenheizung	<input type="checkbox"/> Fußbodenheizung
Ermittelter Gesamtdurchfluss	<input type="checkbox"/> Einrohrheizung	<input type="checkbox"/> Einrohrheizung	<input type="checkbox"/> Einrohrheizung
Ermittelte Pumpenförderrhöhe (bei Gesamtdurchfluss) ¹⁾	_____ °C	_____ °C	_____ °C
	_____ °C	_____ °C	_____ °C
	_____ l/h	_____ l/h	_____ l/h
	_____ m	_____ m	_____ m
Ggf. Differenzdruckregler (Zweirohrheizung, Fußbodenheizung) ²⁾	vorhanden <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/>
Ggf. Durchflussregler/Strangregulierventil (Einrohrheizung) ²⁾	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.
✓ Alle einstellbaren Sollwerte (Druck, Temperatur, Durchfluss) wurden an den Komponenten eingestellt.

Ort, Datum _____ Unterschrift / Stempel Fachbetrieb oder ggf. Sachverständiger _____

☐ Dokumentation inklusive Berechnungsergebnisse erhalten.

1/2 Ort, Datum _____ Unterschrift Antragsteller _____

Bestätigung des Hydraulischen Abgleichs für die BEG – Förderung (Einzelmaßnahmen)



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

**** Diese Bestätigung – ausgefüllt durch den Fachbetrieb – bitte dem Kunden auszuhändigen.

Name / Antragsteller _____

PLZ / Ort / Straße _____

Objektanschrift _____

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

Einstellung	Heizkreis 1	Heizkreis 2	Heizkreis 3
Auslegungsvorlauftemperatur	<input type="checkbox"/> Zweirohrheizung	<input type="checkbox"/> Zweirohrheizung	<input type="checkbox"/> Zweirohrheizung
Heizkreisrücklauftemperatur	<input type="checkbox"/> Fußbodenheizung	<input type="checkbox"/> Fußbodenheizung	<input type="checkbox"/> Fußbodenheizung
Ermittelter Gesamtdurchfluss	<input type="checkbox"/> Einrohrheizung	<input type="checkbox"/> Einrohrheizung	<input type="checkbox"/> Einrohrheizung
Ermittelte Pumpenförderrhöhe (bei Gesamtdurchfluss) ¹⁾	_____ °C	_____ °C	_____ °C
	_____ °C	_____ °C	_____ °C
	_____ l/h	_____ l/h	_____ l/h
	_____ m	_____ m	_____ m
Ggf. Differenzdruckregler (Zweirohrheizung, Fußbodenheizung) ²⁾	vorhanden <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/>	vorhanden <input type="checkbox"/>
Ggf. Durchflussregler/Strangregulierventil (Einrohrheizung) ²⁾	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.
✓ Alle einstellbaren Sollwerte (Druck, Temperatur, Durchfluss) wurden an den Komponenten eingestellt.

Ort, Datum _____ Unterschrift / Stempel Fachbetrieb oder ggf. Sachverständiger _____

☐ Dokumentation inklusive Berechnungsergebnisse erhalten.

1/2 Ort, Datum _____ Unterschrift Antragsteller _____

6. Begriffe

Gebäudeheizlast

Die Gebäude- bzw. Raumheizlast ist die Energie, die aufgewendet werden muss, um die Wärmeverluste des Gebäudes im Auslegungspunkt auszugleichen.

Das in DIN EN 12831 bzw. DIN/TS 12831 beschriebene Berechnungsverfahren dient zur Ermittlung der Wärmezufuhr eines Gebäudes (Norm-Heizlast), die unter Norm-Auslegungsbedingungen benötigt wird. Es soll damit sichergestellt werden, dass die erforderliche Norm-Innentemperatur in den Nutzräumen der Gebäude erreicht wird (bei Norm-Außenbedingungen).

DIN EN 12831 bzw. DIN/TS 12831 beschreibt Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Normheizlast (Auslegungsheizlast):

- raum- oder zonenweise für die Auslegung der Heizflächen [$\Phi_{HL,i}$] bzw. der Bestimmung der Leistung der benötigten Heizflächen
- und
- für das gesamte Gebäude [Φ_{HL}] bzw. für das gesamte Heizungssystem zur Auslegung des Wärmeerzeugers.

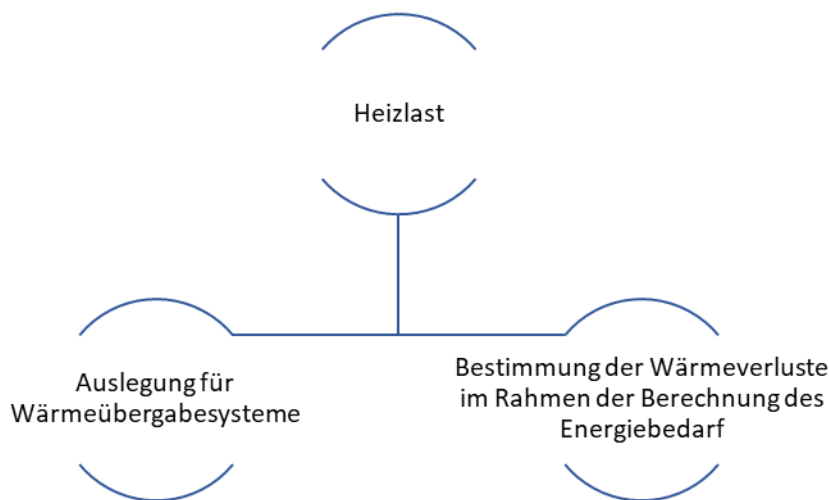


Abbildung 8: Anwendungsbereich der DIN EN bzw. DIN/TS 12831

Förderhöhe

Der Begriff *Förderhöhe* beschreibt die auf das Fördermedium übertragene nutzbare spezifische Förderarbeit einer Heizungspumpe. Die Förderhöhe ist abhängig von dem geförderten Volumenstrom. Für jedes Pumpenmodell wird die Förderhöhe in Form von Kennlinien dargestellt.

Restförderhöhe

Die Restförderhöhe ist der Drucküberschuss der Pumpe, welcher theoretisch an der höchsten Stelle im Heizkreis vorliegt. Der Höhenunterschied in einer Heizungsanlage (also einem geschlossenen System) spielt jedoch für die Auslegung einer Pumpe keine Rolle, da das Wasser zwar in obere

Geschosse gepumpt wird – dort jedoch nicht bleibt – sondern über den Rücklauf wieder zurückkommt. Die Restförderhöhe ist daher die Förderhöhe, die zur Überbrückung von Rohrleitungswiderständen bzw. Einzelwiderständen (wie z.B. Schmutzfänger) zur Verfügung steht.

Vorlauftemperatur Auslegung $\theta_{VL, Ausl}$ [°C]

Wahl eines Temperaturniveaus nach der Sanierung / Modernisierung unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen (z.B. Nutzer, Anforderung von Wärmeerzeugern, Verfügbarkeit von Thermostatventilen, u.a.). Hinweis: Wählen Sie möglichst **keine** kleinere Vorlauftemperatur als die empfohlene, da in diesem Fall nicht sichergestellt werden kann, dass alle Räume ausreichend warm werden! Wählen Sie ggf. eine leicht höhere Vorlauftemperatur als die vorgeschlagene optimale Temperatur.

Differenzdruckregler

Ein Differenzdruckregler wird in der Heizzentrale eingebaut. Der Differenzdruckregler soll die zu hohe Druckenergie der Pumpe abbauen, und den Versorgungsdruck für die Heizungsanlage konstant (gering) zu halten. Dies ermöglicht eine gleichmäßige Heizwasser- und Wärmeversorgung.

Pumpenförderhöhe

Um jeden Heizkörper mit ausreichend Wärme zu versorgen, muss die Pumpe das Fördermedium (z.B. Heizungswasser) transportieren. Dabei muss die Pumpe die Summe aller Widerstände überwinden.

Ein großes Problem bei der Berechnung, ist die Abschätzung der Druckverluste in bestehenden Rohrnetzen. Oftmals wurden Netze mit einer bestimmten Spreizung (20 K) und einem bestimmten maximalen R-Wert von 100 Pa/m ausgelegt. Diese Informationen (mit welcher Spreizung um mit welchen mittleren R-Werten das Netz bei Installation und Inbetriebnahme ausgelegt wurde) sind für das Heizsystem in der Regel nicht mehr bekannt. Bei älteren Gebäuden wurden die Rohrnetze auch oftmals gar nicht ausgelegt.

Daher ist insbesondere im Bestand der Weg der Rohrführung und die verlegten Nennweiten sehr schwer feststellbar. Für eine überschlägige Berechnung werden folgende Werte benötigt:

- der Druckverlust im Rohrnetz (Rohrreibungsverluste)
- der Differenzdruck über dem Ventil
- die Druckverluste von Sondereinbauten, wie Schmutzfänger, Rückschlagklappen, usw.

Rückschlagklappe

Eine Rückschlagklappe ist dafür zuständig, dass das Heizungswasser nur in eine Richtung fließt. Heizungswasser durchströmt die Heizungsrohre in eine Richtung. Sobald der Strom aufhört (oder sich sogar dessen Richtung ändert), schließt sich die Rückschlagklappe.

Heizkörperleistung P_{HK} [W]: Die installierte Heizkörperleistung wird automatisch bestimmt (in Abhängigkeit von der Baulänge und der spezifischen Leistung P_{spec}). In ZUB Helena Heizlast besteht zudem die Möglichkeit die Normleistung manuell einzugeben. Für nicht in den von ZUB Helena angezeigten Auswahlmöglichkeiten enthaltenen Heizkörpern, muss die Leistung immer manuell eingegeben werden. Sie ist in den Herstellerunterlagen nachzuschlagen. Es zählt die Normleistung bei 75/65/20 °C.

Volumenstrom \dot{V}_{HK} [l/h]: Aus dem Volumenstrom des Raumes wird der **Volumenstrom je Heizkörper** bestimmt. Sofern nur ein Heizkörper in diesem Raum vorhanden ist, fließt der gesamte Volumenstrom durch diesen einen Heizkörper. Bei mehr als einem Heizkörper wird der

Volumenstrom verteilt. Mit dem Volumenstrom für den Heizkörper wird das Ventil ausgesucht und eingestellt.

Thermostatventile

Ein Heizkörperthermostatventil ist ein Temperaturregler. Das Ventil ändert den Durchfluss des Heizwasser in Abhängigkeit von der gemessenen Temperatur, um die eingestellte Temperatur konstant zu halten. Ein Thermostatventil wird thermostatisch gesteuert und befindet sich im Vorlauf zu einem Heizkörper. Ein Thermostatventil besteht aus einem Therstatkopf und dem Ventil. Im Therstatkopf befindet sich der Regler, ein Fühler und enthält Sollwerteinstellungen (für die Regelung des Durchflusses).

Bauarten von Thermostatventile

- nicht voreinstellbare THKV
 - besonders häufig in Bestandsanlagen anzutreffen,
 - im Rahmen einer Optimierung müssen diese gegen eine der anderen Bauarten ausgetauscht werden,
 - ggf. muss nur der Ventileinsatz getauscht werden - das Ventilunterteil bleibt in der Anlage bestehen.
- voreinstellbare THKV
 - sind zum Einregulieren des Netzes geeignet,
 - besitzen eine Voreinstelldrossel, wodurch der gewünschte Durchlasswert eingestellt wird.
- THKV mit angepassten Kegeleinsätzen
 - durch das Einsetzen unterschiedlicher Kegel in das Ventil wird ein bestimmter Durchlasswert erreicht,
 - diese Art der Thermostatventile ist heute eher selten.
- THKV mit eingebautem Differenzdruckregler
 - sind sehr gut regelbar,
 - Volumenstrom wird bei geöffnetem Ventil unter allen Betriebsbedingungen konstant gehalten,
 - Druckschwankungen im restlichen Netz, hervorgerufen durch andere THKV, haben keinen Einfluss auf das Regelverhalten des Ventils,
 - keine Geräuschprobleme (auch nicht bei sehr hohen Differenzdrücken über dem Ventil,
 - Ventile sind in der Regel nur für hohe Volumenströme ausgelegt > 35 l/h,
 - Ventile sind in der Regel doppelt so teuer wie normale Ventile.

kV-Wert

Der kV-Wert wird auch als Durchflusskoeffizient bezeichnet. Er gibt den erzielbaren Durchsatz einer Flüssigkeit durch ein Ventil an und dient daher zur Auswahl, Dimensionierung und Einstellung von

Ventilen. Genauer gesagt ist er der gemessene Wasserdurchfluss durch ein Ventil bei einer Druckdifferenz von etwa einem Bar. Die Einheit wird in m³/h angegeben.

Ein Thermostatventil besitzt z.B. einen kV-Wert von 0,65 m³/h bei einem bestimmten Hub. Dieser Wert wird im Versuch bei einem Differenzdruck von 1 bar über dem Ventil ermittelt. Der Volumenstrom beträgt demnach 0,65 m³ - also 650 l/h bei der Kombination Ventilgehäuse und Fühler.

0,65 m³/h und 1 bar wären für ein Thermostatventil in der Praxis äußerst ungewöhnlich. In der Praxis wird ein Wert von 50 mbar oder 0,05 bar Differenzdruck über dem Ventil angenommen. Dies ergibt sich nach folgender Formel:

$$kV = Q \cdot \sqrt{1 \frac{\rho}{\Delta p \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}}$$

mit:

kV = Durchflusskoeffizient

Q = Volumendurchfluss in m³/bar

Δp = Druckdifferenz in bar

ρ = Dichte des Fluids in kg/m³

Der kV-Wert ist eigentlich ein relativer Vergleichswert von Ventilen untereinander, bezogen auf definierte Messparameter. Er dient zur Berechnung des realen Volumenstroms unter Berücksichtigung des realen Differenzdrucks über dem Ventil.

Er ermöglicht eine Berechnung von z.B. Reihenschaltungen von Strömungswiderständen bzw. Ventilen.

Druckverluste Thermostatventile p_{TV} [mbar]: Die Eingabe hängt u.a. von den geschätzten Rohrleitungsverlusten ab. Annahme mit 25 mbar gemäß Optimus-Studie. Weitere Quellen gehen von 50 mbar bei Altanlagen, und 30 mbar bei Anlagen mit kleinen Massenströmen aus (z.B. bei Gebäuden mit stark verbessertem Wärmeschutz und einer einheitlichen Heizkörperauslegung). Eingabe muss vom Planer geprüft und ggf. benutzerdefiniert angepasst werden.

Druckverluste Rohrleitungen p_{Rohr} [mbar]: Bei Bestandsanlagen erfolgt die Eingabe in Abhängigkeit u.a. von der Rohrleitungslänge (Vorlauf-/ Rücklauf); des Verschmutzungsgrades sowie des Volumenstroms. Annahme 25 mbar gemäß Optimus-Studie.

Weitere Quellen sprechen von 0,5 mbar bis 0,75 mbar je Meter Rohrleitungslänge. Eingabe muss vom Planer geprüft und ggf. benutzerdefiniert angepasst werden.

Druckverluste neuer Schmutzfänger $p_{sf,neu}$ [mbar]: Schmutzfänger werden in den meisten Anlagen installiert, damit sich im Heizungswasser vorhandene Schmutzpartikel nicht in den Ventilen festsetzen und diese verstopfen. Der Filter sitzt an zentraler Stelle der Anlage. Der Druckverlust ist den Herstellerunterlagen zu entnehmen.

Deinstallation Rückschlagklappe: Sofern eine Rückschlagklappe eingegeben wurde, kann diese entfernt werden. Die Druckverluste reduzieren sich in entsprechendem Maße. Ist die

Rückschlagklappe fest in einem Wärmeerzeuger verbaut und kann nicht ausgebaut werden, bleibt sie in der Heizungsanlage.

Sonderdruckverluste: Liste der Druckverluste aufgrund von Sonderbauteilen (wie z.B. Schwerkraftbremse, Luftabscheider, usw.).

Sondereinbauten müssen bei der Aufnahme der Anlagentechnik berücksichtigt werden, da der Druckverlust stark vom Volumenstrom und vom jeweiligen Gerätetyp abhängt. Die zentral in einer Anlage verbauten Gerätetypen werden bei einer Anlagenbegehung aufgenommen und protokolliert. Anschließend werden mit Hilfe von Herstellerdiagrammen die stark volumenstromabhängigen Druckverluste der Sondereinbauten in der Anlage bestimmt. Für den neuen Volumenstrom durch das Bauteil kann nach der Optimierung des Heizungssystems der Druckverlust aus dem Herstellerdiagramm abgelesen werden.

Strangreguliertventil

Ein Strangreguliertventil ist ein festeinstellbares Drosselventil. Mit einem Strangreguliertventil lässt sich der Druckverlust über dem Ventil – abhängig vom Volumenstrom – einstellen. Strangreguliertventile dienen daher der Einregulierung des Volumenstroms beim Transport des Heizungswassers in Rohleitungen.

7. FAQs

Frage: Bei einem Projekt wird der Hinweis ausgegeben, dass die Leistung des Heizkörpers nicht für die Heizlast eines Raumes ausreicht. Die Meldung erscheint auch, wenn die Leistung des Heizkörpers größer ist als die benötigte Raumheizlast. Was bedeutet diese Fehlermeldung?

Antwort: Eine angezeigte spezifische Leistung eines Heizkörpers ist nicht gleichzusetzen mit einer durch die Hydraulik vorhandenen Leistung für den Raum, da diese beeinflusst wird durch Druckverluste, den Volumenstrom und das Thermostatventil. Hinweise auf kritische Heizkörper werden in der Tabelle Ergebnisse im Heizkreis in der Spalte „Temperaturspreizung“ angezeigt.

Es müssen die Heizkörperleistungen (in den einzelnen Räumen) und die Vorlauftemperatur (unter - Heizkreis- in der Registerkarte -Allgemein-) aufeinander abgestimmt werden, so dass die Spreizung nicht größer als 30 K ist.

Da es einen dynamischen Zusammenhang zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur gibt, müssen die Heizleistungen der Heizkörper, der Anlagenvolumenstrom, die Ventileinstellung, etc. aufeinander abgestimmt werden.

Wenn das System noch nicht auf die einzelnen Komponenten abgestimmt ist, wird in der Registerkarte Ergebnisse (beim Heizkreis) eine Spreizung von 0 und keine Einstellungen bei den Ventilen (kV-Wert) angezeigt.

Ebenso bedeutet eine Rücklauftemperatur von 0, dass der hydraulische Abgleich noch nicht ermittelt werden konnte.

Frage: Bei der Eingabe einer Fußbodenheizung wird in der Ausgabe die Vorlauf- und Rücklauftemperatur mit 0 angegeben. Warum wird keine Vorlauf- und Rücklauftemperatur ausgegeben?

Antwort: Bei einer Fußboden-Flächenheizung wird das Optimierungsverfahren nicht angewendet. Fußbodenheizungen müssen schon aus Komfortgründen (siehe Vorgaben der DIN EN 1264) üblicherweise auf nur sehr niedrige Temperaturen wie z.B. 35°/28°C eingestellt werden. In diesen Fällen gibt es kaum Spielraum für Optimierungen. Deshalb gibt es hier auch keine Information zu Systemtemperaturen. Entscheidend sind für die Berechnung die Temperaturspreizungen.