

Grundbegriffe und Grundlagen der Optimierung



Abschnitt I	Begriffe für das Kundengespräch	S. 03 – 10
Abschnitt II	Optimierung im Optimus-Projekt	S. 11 – 25
Abschnitt III	Grundlagen Heizungsoptimierung	S. 26 – 44

INHALT

Abschnitt I: Begriffe für das Kundengespräch.....	3
Abschnitt II: Optimierung im Optimus-Projekt.....	11
1 Optimierungsarbeiten im Optimus-Projekt	11
2 Die Optimierung vor Ort	15
3 Arbeitsweise der Software "Optimierung von Heizungsanlagen"	19
Abschnitt III: Grundlagen	26
1 Hydraulischer Abgleich	26
2 Thermostatventil	32
3 Pumpen.....	36
4 Regelung	42
Impressum	46

ABSCHNITT I: BEGRIFFE FÜR DAS KUNDENGESPRÄCH

Diese Erläuterungen helfen Ihnen als Fachhandwerker im Gespräch mit interessierten Kunden.

Anlagen-
technik ▫ meint hier das Heizungssystem für die Wärmeversorgung des Gebäudes sowie die Trinkwarmwasserversorgung komplett mit allen Bauteilen: Wärmeerzeugung, Rohrleitungen, Pumpen Heizkörper und alle anderen zugehörigen Einbauten

Brenn-
wertnut-
zung ▫ verschiedene Brennstoffe haben verschiedene Energieinhalte, die bei der Verbrennung frei werden und die man im Haus als Wärmeenergie nutzen kann
 ▫ wenn man beispielsweise Gas oder Öl verbrennt, entsteht als Abgas unter anderem das Treibhausgas CO₂, aber auch einfaches Wasser
 ▫ weil die Verbrennung bei sehr hohen Temperaturen stattfindet, sind alle Verbrennungsprodukte gasförmig, auch das Wasser – es liegt als Wasserdampf vor
 ▫ kühlt man das Abgas ab, dann beginnt der enthaltene Wasserdampf zu kondensieren und ist in Form von Tropfen sichtbar
 ▫ diese Verflüssigung beginnt bei einer Abgastemperatur etwa unterhalb von 50 bis 55 °C
 ▫ bei dieser Verflüssigung des Wasserdampfes wird noch einmal zusätzlich Wärme frei, die man auch für die Gebäudebeheizung nutzen kann
 ▫ dieser Effekt heißt Brennwertnutzung
 ▫ nur Brennwertkesseln können den Brennwerteffekt nutzen, weil sie gegen das entstehende flüssige Wasser resistent sind – andere Kesselarten würden bei ständig entstehendem Wasser rosten
 ▫ damit aber der Brennwerteffekt auftritt, muss das Abgas sehr weit gekühlt werden
 ▫ in der Heizungsanlage wird das Abgas mit dem Wasser gekühlt, was aus den Heizkörpern oder der Fußbodenheizung

Differenz-
druckreg-
ler ▫ optionales Bauteil einer Heizungsanlage;
 ▫ wird eingebaut, wenn der Versorgungsdruck für eine Heizungsanlage konstant gehalten werden soll, damit eine gleichmäßige Heizwasser- und Wärmeversorgung erfolgen kann
 ▫ wird oft nachträglich eingebaut, wenn die vorhandenen Pumpen einen für die Anlage viel zu großen Druck aufbauen, aber nicht gegen kleinere ausgetauscht werden können oder sollen

Druckver-
lust ▫ Energieumwandlung durch Reibung (Druckenergie in Wärmeenergie)
 ▫ das Heizwasser, welches durch das Heizungsnetz immer im Kreis strömt, reibt sich an den Wandungen der Rohre und Bauteile (z.B. Heizkörper)
 ▫ ein Teil der Druckenergie wird dabei in Wärmeenergie umgewandelt (nur kleine Mengen, praktisch nicht fühlbar)
 ▫ dieser Druckverlust muss durch die Pumpe immer wieder ersetzt werden, d.h. verlässt das Heizwasser die Pumpe, hat es die größte Druckenergie gespeichert, etwa wenn es die Heizkörper erreicht, ist die Hälfte durch Reibung verbraucht und vor der Pumpe hat das Heizungswasser alle Druckenergie verloren, ...

Durchfluss	▫ die Wassermenge, die innerhalb einer bestimmten Zeit durch eine Heizungsanlage (oder den Teil einer Heizungsanlage, z.B. Pumpe, Heizkörper, ...) strömt, heißt Durchfluss ▫ der Durchfluss wird auch Volumenstrom genannt und oft in "Litern pro Stunde" angegeben
Energie	▫ die Energie wird meist in "Kilowattstunden" (kWh) angegeben ▫ sie beschreibt die verrichtete Arbeit, z.B. die elektrische Förderarbeit einer Pumpe ▫ im Folgenden soll der Zusammenhang zwischen Energie und Leistung erklärt werden, siehe auch → Leistung ▫ läuft ein Energieverbraucher, z.B. eine Wohnzimmerlampe mit einer Leistung von 100 W zehn Stunden lang, wird eine Energie von $100 \text{ W} \cdot 10 \text{ h} = 1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$ verbraucht (dies kostet etwa 15 Cent) ▫ alternativ könnte ein Staubsauger mit 1000 W eine Stunde lang betrieben werden (ebenso 15 Cent) ▫ Energie ist also das Produkt aus Leistung mal Zeit ▫ umgekehrt errechnet sich die Leistung als Quotient: Energie geteilt durch Zeit ▫ ein Kessel, der bei voller Auslastung innerhalb einer Stunde 10 kWh Wärme erzeugen kann, hat eine Leistung von $10 \text{ kWh} / 1 \text{ h} = 1 \text{ kW}$
Förderhöhe	▫ eine charakteristische Eigenschaft einer Pumpe ▫ die Heizungspumpe kann mit Hilfe der zugeführten elektrischen Energie das Heizwasser fördern ▫ dabei wird eine bestimmte Menge an Heizwasser gefördert und dem Wasser wird gleichzeitig eine Druckenergie zugeführt, d.h. das Wasser wird mit einer bestimmten Kraft durch das Rohrnetz gedrückt ▫ diese Druckerhöhung in der Pumpe wird auch "Förderhöhe der Pumpe" genannt ▫ eine Pumpe wird u.a. so gewählt, dass die Förderhöhe (also die mögliche Druckerhöhung bzw. die resultierende Druckkraft) genau ausreicht, um das Heizwasser durch das vorhandene Rohrnetz mit allen seinen Verengungen zu drücken ▫ die Förderhöhen werden in Metern angegeben, wobei 1 Meter Förderhöhe 0,1 bar Druckerhöhung entsprechen ▫ die Förderhöhe gibt aber nicht an, bis in welche Gebäudehöhen eine Pumpe Wasser hochpumpen kann! Nur welchen Gegendruck des Rohrnetzes die Pumpe mit ihrer Kraft überwinden kann
Heizgrenztemperatur	▫ oberhalb dieser Außentemperatur kann die Heizung ausgeschaltet sein ▫ wird eine Außentemperatur von beispielsweise 15 °C im Frühjahr überschritten, reichen allein die Sonnenwärme sowie die Personenwärme und Wärme von elektrischen Geräten aus, um das Gebäude auf 20 ... 21 °C zu beheizen ▫ zusätzliche Heizwärme muss den Räumen nicht über die Heizkörper zugeführt werden, daher kann die Heizung abgestellt werden ▫ im Herbst ist es umgekehrt: wird die Heizgrenztemperatur unterschritten, muss die Heizung wieder angeschaltet werden ▫ ein typischer Wert für diese Ein- und Ausschaltung ist 15 °C ▫ die spezielle Heizgrenztemperatur eines Gebäudes hängt aber von sehr vielen Größen ab, z.B. von der Wärmedämmung des Gebäudes, von den zusätzlichen Wärmemengen (Sonne, Personen) ... ▫ eine gute Heizungsregelung ermöglicht es, die Heizgrenztemperatur einzustellen, so dass die Heizung sich allein abschaltet, wenn draußen beispielsweise die 15 °C erreicht sind

Heizkurve	▫ die Heizkurve ist ein Teil der Regelung einer Heizungsanlage ▫ diese kleine elektronische Bauteil gibt der Heizungsanlage vor, welche Heizwassertemperatur aufgrund der Außentemperatur sinnvoll ist ▫ ist es draußen sehr kalt, muss wärmeres Heizwasser im Gebäude verteilt werden als wenn draußen eine milde Witterung herrscht ▫ die Heizkurve stellt also die Verbindung zwischen der Außentemperatur und der Heizwassertemperatur (hier der Vorlauftemperatur des Wassers, welches zu den Heizkörpern fließt) her ▫ die Heizkurve muss vom Anlagentechniker beim Einbau der Anlage einmalig eingestellt werden ▫ er stellt dabei die maximal notwendige Vorlauftemperatur bei extrem kaltem Wetter (meist bei -14 °C) ein, die er vorher mit einer Berechnung für das Gebäude bestimmt hat
Heizlast	▫ die Heizlast gibt an, welche Wärmeleistung ein Raum (Raumheizlast) oder ein Haus (Gebäudeheizlast) benötigen, um ausreichend beheizt zu werden ▫ das heißt, die Heizlast ist ein Maß für die Höhe der Wärmeverluste von Räumen und Gebäuden, welche durch die Heizungsanlage ausgeglichen werden müssen ▫ die meist vom Anlagentechniker durchgeführte "Heizlastberechnung" ergibt dabei abhängig von den Eigenschaften der Wände und abhängig von der Durchlüftung für jeden Raum sowie für das Gebäude die Wärmeverluste ▫ die Auslegungs-Heizlast wird normalerweise bei einer bestimmten sehr geringen Außentemperatur bestimmt (z.B. -14 °C) und einer nutzungstypisch festgelegten Innentemperatur (z.B. 24 °C im Bad) berechnet ▫ auf Basis der Ergebnisse der Heizlastberechnung können später die Größen (Leistungen) der Heizkörper und des Wärmeerzeugers gewählt werden, so dass die Technik gut zum Objekt passt und weder viel zu groß noch zu knapp bemessen ist ▫ die Normheizleistung ist unbedingt von der Heizlast zu unterscheiden, obwohl beides Leistungen sind ▫ die (Norm)-Heizlast gibt an, wie groß der Bedarf eines Raumes oder Gebäudes an Wärmeleistung ist, damit es ausreichend behaglich ist ▫ die (Norm)-Heizleistung sagt dagegen, wie groß das Vermögen eines Bauteils (Heizkörper, Wärmeerzeuger) ist, Wärmeleistung abzugeben
Heizperiode	▫ innerhalb der Heizperiode ist die Heizungsanlage in Betrieb ▫ die Heizperiode umfasst üblicherweise alle Tage mit Außentemperaturen unterhalb von 15 °C und damit etwa 7 Heizmonate
Hydraulik	▫ unter Hydraulik wird ganz allgemein die "Lehre von den fließenden Medien" verstanden ▫ für die Heizungsanlage und ihre Optimierung bedeutet das: die Hydraulik umfasst alle Probleme und Fragen, die mit dem in der Heizungsanlage fließenden Heizungswasser zu tun haben ▫ ein Beispiel für ein hydraulisches Problem ist der hydraulische Abgleich

Hydraulischer Abgleich	- der hydraulische Abgleich ist das folgende Problem: durch welche technischen Maßnahmen kann das Heizungswasser in einer geschlossenen Heizungsanlage genau so geleitet werden, dass jeder Heizkörper die passende Heizwassermenge abbekommt? - von Natur aus sucht sich das Wasser auch in der Heizungsanlage den Weg des geringsten Widerstandes - durch lange und dünne Leitungen fließt weniger als durch kurze oder große Leitungen - Ziel des Abgleichs ist, durch Einbau von Engpässen in die (großen und kurzen) Leitungen das Heizungswasser genau in der richtigen Menge an jede Stelle des Netzes zu leiten
Kessel	- der am häufigsten eingesetzte Wärmeerzeugertyp (in Deutschland) - durch Verbrennung von Gas, Öl, Kohle oder Holz wird in diesem Gerät Wärme erzeugt
Leistung	- die Leistung wird meist in "Kilowatt" (kW) oder "Watt" (W) angegeben - sie beschreibt das Arbeitsvermögen, d.h. ist eine Maß dafür wie viel Energie innerhalb einer Zeit verbraucht oder erzeugt (allgemein: umgewandelt) werden kann - weitere Erklärungen siehe → Energie
Normheizleistung	- die Normheizleistung gibt an, wie groß die Wärmeleistung eines Gerätes unter normierten Randbedingungen ist - sie wird für Wärmeerzeuger und Heizkörper angegeben - im Fall der Heizkörper wird beispielsweise Heizwasser mit 75 °C Temperatur in den Heizkörper geschickt, und zwar so langsam, dass es sich auf genau 65 °C abgekühlt hat, wenn es am anderen Ende wieder aus dem Heizkörper austritt - der Wärmestrom (Energienmenge pro Zeit bzw. besser Wärmeleistung), der dabei abgegeben wird, wird gemessen und vom Hersteller dokumentiert - der Handwerker, der diesen Heizkörper auswählt, kann anhand der Normheizleistung entscheiden, ob der Heizkörper zu dem Raum passt, in den er eingebaut werden soll - die Normheizleistung ist unbedingt von der Heizlast zu unterscheiden, obwohl beides Leistungen sind - die (Norm)-Heizlast gibt an, wie groß der Bedarf eines Raumes oder Gebäudes an Wärmeleistung ist, damit es ausreichend behaglich ist - die (Norm)-Heizleistung sagt dagegen, wie groß das Vermögen eines Bauteils (Heizkörper, Wärmeerzeuger) ist, Wärmeleistung abzugeben
Optimierung	- unter Optimierung einer Heizungsanlage versteht man die Anpassung einer (vorhandenen) Anlage an den Bedarf des Gebäudes - dies erfolgt so, dass es behaglich bleibt, d.h. ein normaler Komfort für den Nutzer zu erwarten ist, dass aber auch keine Energieverschwendung mit der Anlage möglich ist - konkret werden beispielsweise der Durchfluss von Heizwasser durch die Heizkörper sowie die Förderhöhe der Pumpe auf ein ausreichendes Maß begrenzt - die Temperaturen in den Heizungsleitungen werden soweit heruntergestellt, dass überflüssige Wärmeverluste vermieden werden

Pumpe	▫ die Pumpe einer Heizungsanlage befindet sich in der Regel im Keller eines Gebäudes, manchmal ist sie auch direkt in einem Kompaktheizgerät (Wandgerät) eingebaut ▫ sie ist das Kernstück der Hydraulik der Heizungsanlage ▫ mit Hilfe von zugeführtem elektrischem Strom bewegt sie das Heizungswasser in einem ständigen Kreislauf ▫ die Pumpe gleicht die Druckverluste (Reibungsverluste) aus, die das Wasser beim Transport durch die Heizungsanlage erfährt
Regelung	▫ als Regelung fasst man alle Bauteile einer Heizungsanlage zusammen, welche die Aufgabe haben, bestimmte vorgegebene Sollwerte einzuhalten ▫ zu den Elementen der Regelung zählen z.B. die Thermostatventile, die witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung sowie die Pumpenregelung ▫ Thermostatventile (Regelung der Raumtemperatur): je nach Raumtemperatur öffnen und schließen diese, so dass der Raumtemperatursollwert eingehalten wird ▫ witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung (Regelung der Vorlauftemperatur): je nach Außentemperatur wird eine bestimmte Heizwassertemperatur benötigt (je wärmer es draußen ist, desto geringer kann die Heizwassertemperatur sein); die Regelung überwacht das Einhalten der Temperatur auf den gewünschten Sollwert durch einen Messfühler im Heizwasser; ist die Heizwassertemperatur zu gering, wird sie beispielsweise durch gesteigerte Verbrennung angehoben ▫ Pumpenregelung (Regelung der Förderhöhe): wird weniger Heizungswasser im Heizungsnetz benötigt als geplant (weil z.B. in einem Teil der Räume die Sonne einen Teil der Wärme liefert), dann kann die Pumpe mit einer geringeren elektrischen Leistung betrieben werden; die Pumpenregelung übernimmt die Anpassung der Pumpe an den Bedarf
Rohrnetz	▫ man unterscheidet innerhalb des Gebäudes in mehrere Rohrnetze: Heizungsrohrnetz, Trinkwasserrohrnetz, Abwasserrohrnetz usw. ▫ hier interessiert uns das Heizungsrohrnetz: darunter sind alle Rohre (meist aus Kupfer, auch aus Stahl oder Kunststoff) zu verstehen, die für die Wärmeversorgung des Gebäudes installiert sind ▫ die Leitungen sind netzartig oder baumförmig verlegt und mit Heizwasser gefüllt (normales Wasser, welches allerdings oft etwas grau ist, weil Schmutzteilchen oder Metallteilchen enthalten sind) ▫ Aufbau des Netzes: das heiße Wasser, welches vom Wärmeerzeuger (meist Kessel) bereitete wird, fließt zunächst in eine dicke Hauptleitung ▫ die Hauptleitung verzweigt sich danach meist nach mehreren Seiten (oft im Keller: horizontale Verteilleitungen) ▫ ausgehend von diesen Kellerverteilleitungen folgen die Steigleitungen (senkrecht) in den darüber liegenden Etagen ▫ von den Steigleitungen ausgehend gibt es weitere Verzweigungen (wieder waagerecht) bis an jeden Heizkörper ▫ die Leitungen, die vom Erzeuger bis zum Heizkörper hin führen, heißen alle zusammen "Vorlaufleitungen" ▫ in den Vorlaufleitungen erreicht das Heizwasser die Heizkörper mit praktisch derselben Temperatur, wie es aus dem Wärmeerzeuger austritt ▫ von den Heizkörpern zurück bis zum Wärmeerzeuger heißen alle Leitungen "Rücklaufleitungen" ▫ das Heizwasser in den Rücklaufleitungen ist kälter als in den Vorlaufleitungen, weil ja Wärme von den Heizkörpern abgegeben wurde ▫ die Rücklaufleitungen laufen in den meisten Rohrnetzen parallel zu den Vorlaufleitungen in der selben baumförmigen Netzform, d.h. Heizwasserleitungen treten sehr oft im Doppelpack (Vor- und Rücklauf nebeneinander) auf

Rücklauf- verschrau- bung	▫ eine Rücklaufverschraubung befindet sich im Rücklauf eines Heizkörpers, d.h. an der Seite, aus der das abgekühlte Heizwasser wieder aus dem Heizkörper austritt (das Thermostatventil befindet sich demgegenüber an der Zuströmseite) ▫ man kann sich die Rücklaufverschraubung als eine Art Absperrhahn vorstellen: ist sie ganz zugestellt, fließt kein Wasser mehr in den Heizkörper und er kann z.B. ausgebaut werden ▫ eine Rücklaufverschraubung kann aber auch dosiert zuge dreht werden, so dass nur noch ganz kleine Mengen an Heizwasser in den Heizkörper fließen können ▫ damit ermöglichen die Rücklaufverschraubungen die Einregulierung des Zuflusses von Wasser und damit Wärme in den Heizkörper ▫ die Leistung des Heizkörpers kann so genau an den Raum und seine Nutzung angepasst werden ▫ Rücklaufverschraubungen sind eine Alternative zur Voreinstellung
Schmutz- filter	▫ der Schmutzfilter dient der Entfernung von Schmutzteilchen aus dem Heizwasser ▫ eigentlich ist der Heizwasserkreislauf ein geschlossenes System, d.h. das Heizwasser strömt immer nur im Kreis zwischen Heizkörpern und Wärmeerzeuger, d.h. es kann praktisch keine Verschmutzung von außen erfolgen ▫ aber durch das ständige Fließen lösen sich beispielsweise Metallteilchen von den Rohrrinnenflächen, außerdem entsteht auch in der Heizwasserleitung Kalkstein ▫ diese Teilchen werden vom Schmutzfilter, der in einer Hauptleitung der Anlage im Keller installiert ist, herausgefiltert ▫ das schützt beispielsweise die Thermostatventile an den Heizkörpern vor dem Verstopfen ▫ der Filter hat das typische siebartige Aussehen und funktioniert auch so
Tempera- turniveau	▫ das Temperaturniveau einer Heizungsanlage ergibt sich vereinfacht aus der mittleren Temperatur in den Heizrohrleitungen der gesamten Heizungsanlage ▫ in den Vorlaufleitungen zu den Heizkörpern ist die Temperatur nahezu identisch im gesamten Netz ▫ in den Rücklaufleitungen von den Heizkörpern zum Wärmeerzeuger ist die Temperatur meist unterschiedlich ▫ je nach Auskühlung des Wassers im Heizkörper (also je nach Wärmeabgabe des Heizkörpers) strömen unterschiedlich warme Heizwassermengen in Richtung Kessel ▫ sie vermischen sich an jeder Stelle, an der sich zwei Rohrleitungen treffen und kommen als ein gesamter vermischter Wasserstrom (mit mittlerer Temperatur) zurück zum Erzeuger ▫ das Temperaturniveau ist abhängig vom Heizungssystem, in Fußbodenheizungen werden sehr viel geringere Temperaturen benötigt als bei Heizkörpern ▫ es ist aber auch abhängig von der Außentemperatur, d.h. ist es außen wärmer, ist das Temperaturniveau geringer (diese Änderung übernimmt die Regelung)

Thermostatventil	▫ Thermostatventile sind Regler für Heizkörpern, die ohne Zufuhr von elektrischer Energie arbeiten ▫ es gibt ähnlich aussehende Ventile auch mit Batteriebetrieb oder für Fußbodenheizungen mit permanentem Stromanschluss, sie heißen dann elektronische Regelventile ▫ das Thermostatventil ohne Zusatzenergie besteht aus zwei Teilen: dem Ventilunterteil (meist aus Metall) und dem sichtbaren Ventilkopf mit der Einstellskala (meist zwischen 1 und 5) ▫ das Ventil erlaubt das Einstellen eines Sollwertes für die Raumtemperatur (z.B. etwa 20 °C bei Stufe 3) ▫ es kann aufgrund seines inneren Aufbaus diese Raumtemperatur etwa konstant halten, auch wenn äußere Einflüsse (Sonneneinstrahlung, Öffnen der Fenster ...) die Wärmebilanz des Raumes permanent verändern ▫ das Ventilunterteil gibt dazu den Durchströmweg für das Heizwasser in den Heizkörper mehr oder weniger weit frei
Überdimensionierung	▫ Bauteile einer Heizungsanlage werden normalerweise passend zum Gebäude und zur Nutzung ausgewählt ▫ kleine Gebäude erhalten kleinere Wärmeerzeuger als große, große Räume mit viel Fensterfläche haben große Heizkörper usw. ▫ diese Aufgabe der richtigen Auswahl nennt man Dimensionierung – sie erfordert eine Berechnung der notwendigen Größen und Leistungen (Aufgabe des Fachplaners oder Fachhandwerkers) ▫ Überdimensionierung bedeutet dagegen, dass die Bauteile zu groß für den Einsatzzweck sind ▫ im Fall der Heizkörper kann das passieren, wenn beispielsweise die Außenwände eines Raumes nachträglich wärmedämmte werden; der Heizkörper ist dann zu groß (erhat mehr Leistung als der Raum benötigt) ▫ leider sehr oft gibt es auch eine Überdimensionierung, weil (aus Kostengründen) keine Berechnung durchgeführt wird; alle Bauteile werden "nach Bauchgefühl" passend gewählt und dabei lieber zu groß als zu klein ▫ dass spart zwar die Kosten für die Planung, aber die Bauteile selbst werden teurer, weil sie ja größer sind ▫ außerdem bringen zu große Bauteile oft Probleme im Betrieb und Energieverschwendungen mit sich
Voreinstellung	▫ eine Voreinstellung befindet sich im Vorlauf eines Heizkörpers, d.h. an der Seite, an der das heiße Heizwasser in den Heizkörper eintritt ▫ sie ist ein Teil des Thermostatventils, aber nicht in allen Thermostatventilen enthalten ▫ man kann sich die Voreinstellung als eine Art Absperrhahn vorstellen: ist sie ganz zugestellt, fließt kein Wasser mehr in den Heizkörper ▫ eine Voreinstellung kann aber auch dosiert zuge dreht werden, so dass nur noch ganz kleine Mengen an Heizwasser in den Heizkörper fließen können ▫ damit ermöglichen die Voreinstellungen die Einregulierung des Zuflusses von Wasser und damit Wärme in den Heizkörper ▫ die Leistung des Heizkörpers kann so genau an den Raum und seine Nutzung angepasst werden ▫ Rücklaufverschraubungen sind eine Alternative zur Voreinstellung

Vorlauftemperatur	▫ die Vorlauftemperatur ist die Temperatur mit der das Wasser aus dem Wärmeerzeuger heraus- und in die Heizkörper hineinfließt
Wärmeerzeuger	▫ der Wärmeerzeuger stellt die Wärme für die gesamte Heizungsanlage eines Gebäudes zur Verfügung ▫ entweder wird in einem Wärmeerzeuger ein Stoff verbrannt, dann ist es ein Kessel ▫ es kann auch aus Strom Wärme erzeugt werden (Elektroheizung, Wärmepumpe) oder in einer kleinen Station wird Fernwärme genutzt (Wärme des Versorgungsunternehmens wird in das Haus geführt) ▫ auch Solaranlagen sind Wärmeerzeuger

ABSCHNITT II: OPTIMIERUNG IM OPTIMUS-PROJEKT

1 Optimierungsarbeiten im Optimus-Projekt

Unter der Optimierung einer Heizungsanlage versteht man die Anpassung einer (vorhandenen) Anlage an den Bedarf des Gebäudes. Dies erfolgt so, dass es behaglich bleibt, d.h. kein Komfortverlust für den Nutzer zu erwarten ist, dass aber auch keine Energieverschwendung mit der Anlage möglich ist.

Konkret werden beispielsweise der Durchfluss von Heizwasser durch die Heizkörper sowie die Förderhöhe der Pumpe auf ein ausreichendes Maß begrenzt und die Temperaturen in den Heizungsleitungen werden soweit heruntergestellt, dass überflüssige Wärmeverluste vermieden werden.

Die Optimierungsarbeiten, die nacheinander durchgeführt werden, lassen sich in mehrere Phasen aufteilen:

- Vorbereitung der Optimierungen mit Gebäudebegehung und Aufnahme wichtiger vorhandener Komponenten
- Berechnung der notwendigen Einstellwerte durch den Handwerker im Büro
- Optimierung vor Ort mit Einstellung der berechneten Werte

Dazu kommt im Optimus-Projekt noch die Messung der Energieeinsparung vor und nach der Optimierung. Diese Messung wird gemacht, damit wir beweisen können, dass sich eine solche Optimierung lohnt.

Einen Einblick in das Vorgehen des Optimus-Projektes zeigen die nachfolgenden Bilder und Erläuterungen.

Zu Beginn des Projektes im Herbst 2002 wurden ca. 100 Ein- und Mehrfamilienhäuser im Rau Norddeutschland ausgewählt, die für die Optimierung geeignet schienen. Diese Gebäude sollen mit einer heute typischen Anlagentechnik ausgestattet sein, damit am Ende unsere gemessenen Energieeinsparungen beispielhaft für den Großteil der deutschen Gebäude sind.



Abbildung 1 (N38, N39) Ein- und Mehrfamilienhaus des Projektes

Nach der groben Vorauswahl haben wir den Gebäudeaufbau und die Anlagentechnik der Gebäude vor Ort aufgenommen und dokumentiert. Da die vielen Gebäude an unterschiedlichen Standorten verstreut stehen, wurde die Arbeit geteilt und von vielen Handwerksunternehmen unterstützt. Die Handwerker wurden vorher geschult, auf welche Sachen bei der Gebäudeaufnahme besonders zu achten ist.



Abbildung 2 (N40, N41) Fotos von zwei aufgenommenen Heizungskellern

Gleichzeitig zur Gebäudeaufnahme wurden im Herbst 2002 in die Gebäude Wärmemengenzähler installiert. Diese ermöglichen es, den Verbrauch an Wärmeenergie sehr genau zu erfassen. Wir messen dabei – wenn es möglich ist – die Mengen an Wärme für die Heizung und die Trinkwarmwasserbereitung getrennt. Auch Stromzähler für die Pumpen und die Regelung der Heizungsanlage wurden eingebaut.

In der folgenden Heizperiode von Herbst 2002 bis Frühjahr 2003 wurden die Zählerstände aller Gebäude monatlich abgelesen, um den Verbrauch jedes Gebäudes zu ermitteln.

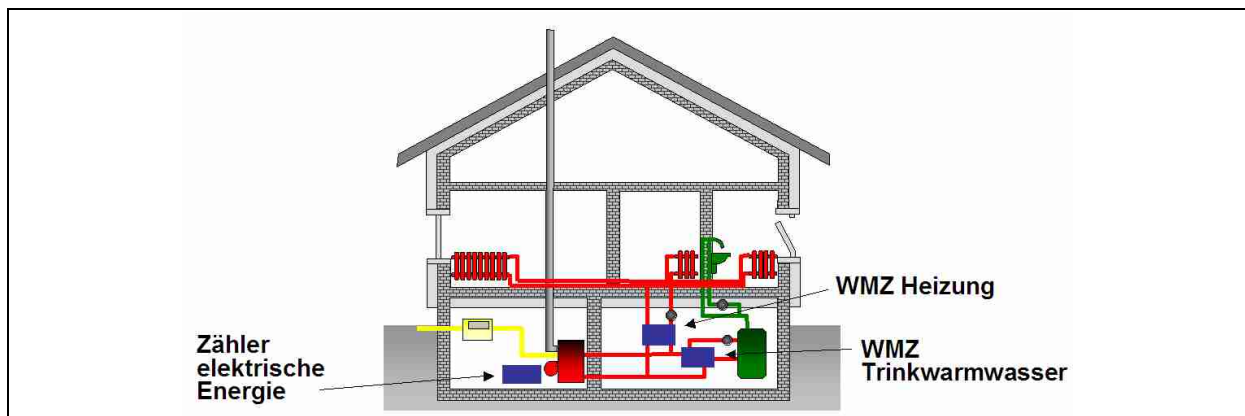


Abbildung 3 (N42) Wärmemengenzähler und Elektrozähler

Diese Verbrauchsdaten haben wir anschließend witterungsbereinigt. Eine Witterungsbereinigung bedeutet: Die Verbrauchsdaten werden so umgerechnet, dass alle Gebäude theoretisch am gleichen Standort stehen und alle den gleichen Wetterbedingungen ausgesetzt sind.

Diese Umrechnung wird deshalb gemacht, um die Verbrauchswerte aller Gebäude an unterschiedlichen Standorten miteinander vergleichen zu können. Außerdem muss natürlich der Einfluss des Wetters auf den Energieverbrauch herausgerechnet werden.

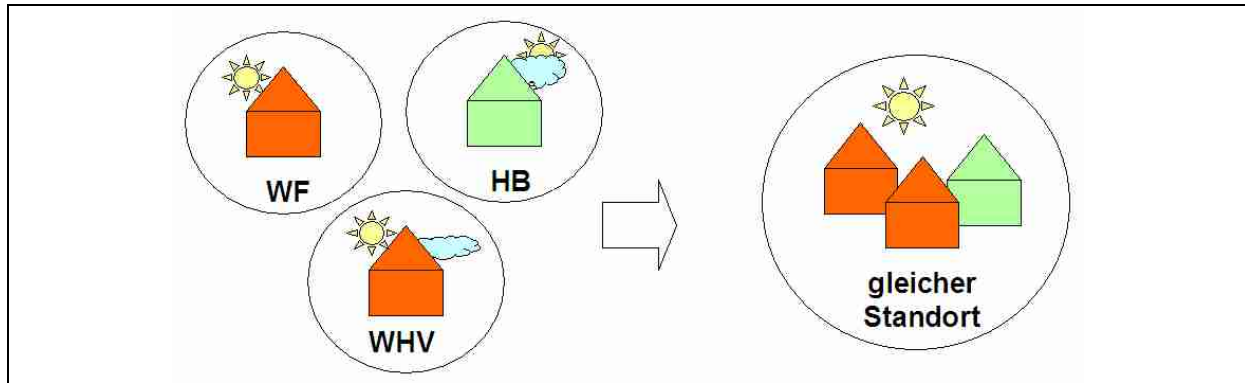


Abbildung 4 (N43) Witterungsbereinigung

Wir hatten also im Sommer 2003 für alle Gebäude einen "Normenergieverbrauch" berechnet. Danach haben wir die Gebäude ausgewählt, die im Vergleich zu den anderen Gebäuden einen besonders hohen Energieverbrauch aufwiesen.

Nur diese Gebäude wollten wir Anlagentechnik optimieren, um Energie einzusparen. Von den 100 Gebäuden des Projektes waren dies etwa 40 Gebäude.

Für diese Gebäude wurden im Sommer und Anfang Herbst 2003 die optimalen Einstellungen der Anlagentechnik anhand eines Computerprogramms berechnet. Die Handwerker, welche die Berechnung durchführten, haben dabei die vorher aufgenommenen Daten des Gebäudes und der Technik berücksichtigt.

Mit der Software 'Optimierung von Heizungsanlagen' konnten so alle Einstellwerte für die Technik ausgerechnet werden, so dass die bestehende Anlage nachträglich an das Gebäude angepasst werden konnte. Ein wichtiger Punkt ist dabei der hydraulische Abgleich.

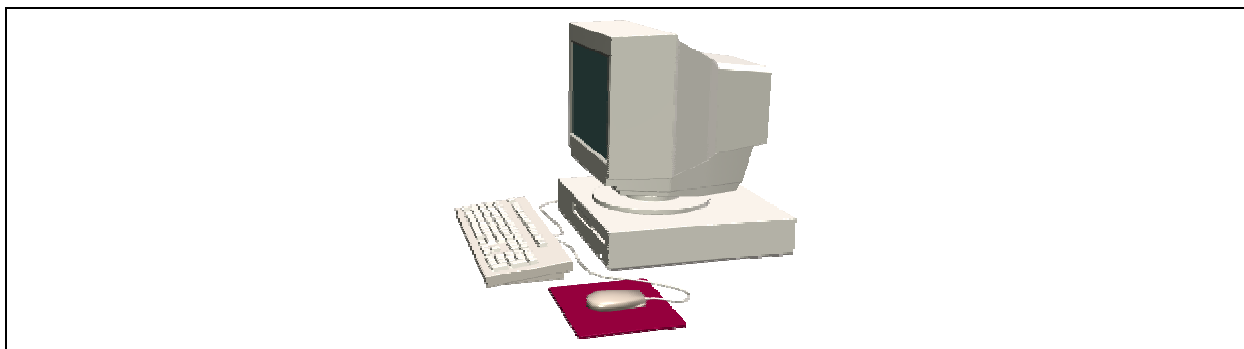


Abbildung 5 (N44) Berechnung mit dem Rechner

Die Optimierung vor Ort im Herbst und Winter 2003 umfasste anschließend:

- die Voreinstellung der Thermostatventile, damit der Durchfluss von Heizwasser durch den Heizkörper auf das notwendige Maß begrenzt wird
- die Einstellung der Pumpe oder des Differenzdruckreglers, damit nicht mehr Wasser im Kreis gepumpt wird als notwendig und dem Wasser auch nur soviel Druckenergie mitgegeben wird, wie das nachgeschaltete Netz es erfordert
- die Einstellung der Regelung, damit das Heizwasser nur so warm durch die Leitungen fließt, wie zur Beheizung notwendig und Wärmeverluste der Rohrleitungen (vor allem im Keller) vermindert werden

Weil nicht alle Bauteile einstellbar waren, musste ein Teil ausgetauscht werden. Oft betraf dies die Voreinstellung der Thermostatventile. Waren in einer Anlage Ventile vorhanden, die eine Begrenzung des Durchflusses nicht ermöglichten, wurde diese entsprechend getauscht.



Abbildung 6 (N45) Optimierung vor Ort durch das Handwerk

Nach der Optimierung der ausgesuchten Gebäude werden von Winter 2003 bis Winter 2004 wieder Messwerte der Zähler erfasst. Anschließend werden auch die neuen Ergebnisse wieder witterungsbereinigt.

Dann kann man Anfang 2005 sagen, wie viel Energie in den optimierten Gebäuden tatsächlich eingespart werden konnte.

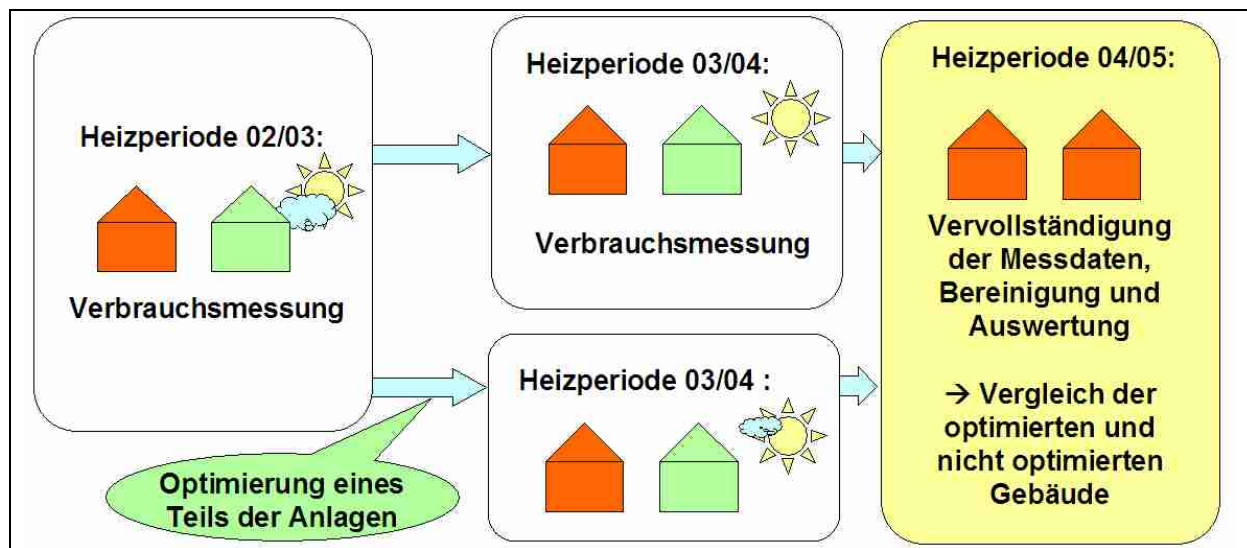


Abbildung 7 (N46) Auswertung der Messdaten

2 Die Optimierung vor Ort

Die nachfolgenden Photos liefern einen Eindruck in die Optimierungsarbeiten der Handwerker von "Optimus" vor Ort. Alle durchgeführten Arbeiten im Gebäude basieren auf einer Liste von Optimierungsmaßnahmen, die vorher aus einem Rechenprogramm ausgedruckt wurde.

Eine der wichtigsten Optimierungsarbeiten ist der hydraulische Abgleich. Die Heizkörperventile müssen dafür voreinstellbar sein. Sind die vorhandenen Ventile nicht voreinstellbar, müssen sie gegen einstellbare ausgetauscht werden.



Abbildung 8 (N14) Der Thermostatkopf des vorhandenen Ventils wird abgenommen und das Ventil ausgebaut, da es nicht voreinstellbar ist



Abbildung 9 (N15) Das neue voreinstellbare Thermostatventil ist jetzt installiert

Der auf dem Ausdruck des Berechnungsprogramms (Liste siehe Abbildung 10 auf dem Heizkörper) verzeichnete Einstellwert für die Voreinstellung wird vom Handwerker eingestellt. Nach der Voreinstellung wird nur noch der Ventilkopf aufgesetzt. Jetzt ist das neue Ventil optimal an die Bedingungen in der Anlage angepasst



Abbildung 10 (N16) Aufsetzen des Kopfes auf das Ventil, nachdem der berechnete Voreinstellwert am Ventil eingestellt wurde

Ein Schmutzfilter wird auch in den meisten Anlagen installiert, damit im Heizungswasser vorhandene Schmutzpartikel nicht die Ventile verstopfen. Der Filter sitzt an zentraler Stelle in der Anlage.



Abbildung 11 (N17) Filterunterteil und Filterelement vor dem Einbau

Einen Teil der Montagearbeiten können die Handwerksfirmen in der Werkstatt vorbereiten. Dann dauert die Montage vor Ort nicht so lange.

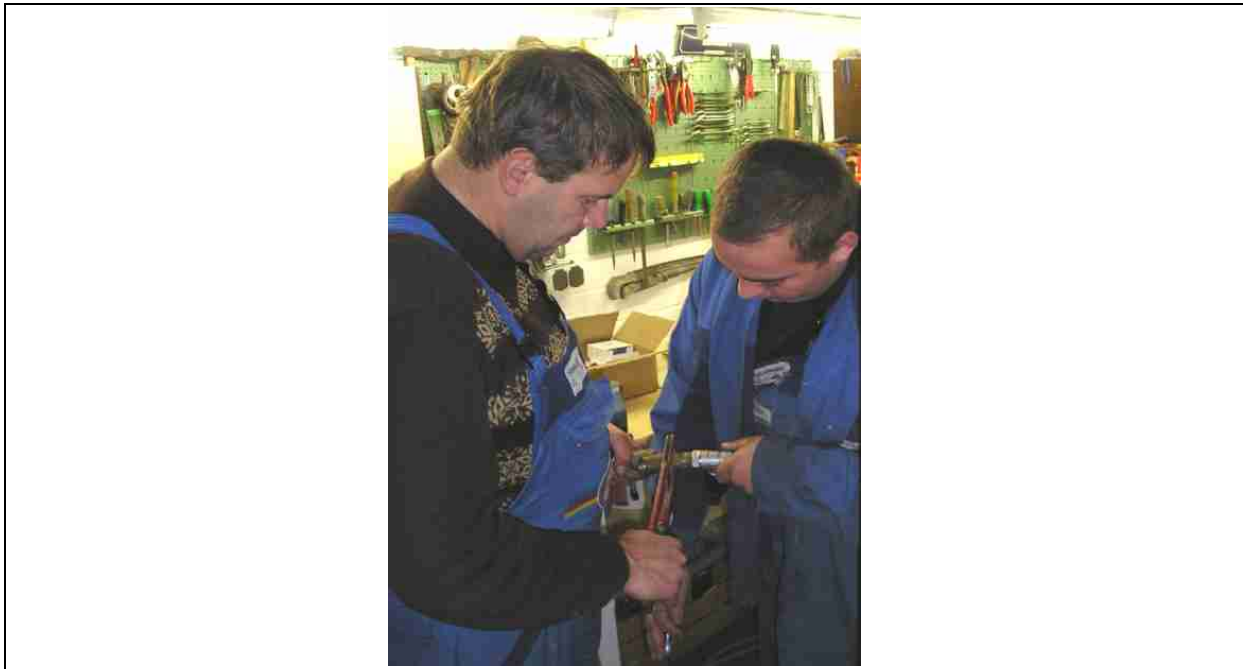


Abbildung 12 (N18) Der Einbau des Schmutzfilters wird vorbereitet und durchgeführt

Die Regelung der Heizung muss eingestellt werden. Da der Handwerker nicht alle Regelungen (meist mit elektronischer Bedienoberfläche) auswendig kennt, muss er den Anweisungen der Herstellerunterlagen folgen. In einer Grafik sind die Heizkurven verzeichnet, aus denen der Heizungsfachmann den Einstellwert für die Regelung ablesen kann.

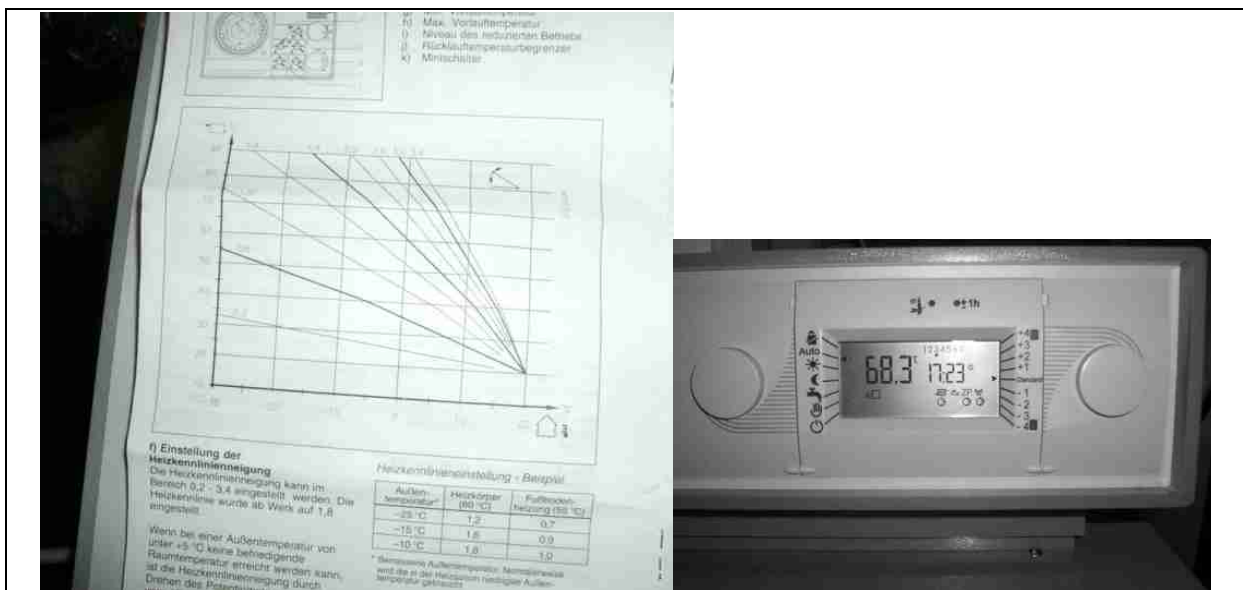


Abbildung 13 (N19, N20) Optimierung der Regelung

Als letztes folgt die Einstellung der Pumpe oder der Pumpen. Auch diese wird auf den vorher mit dem Optimierungs-Programm berechneten Wert für die Förderhöhe eingestellt.



Abbildung 14 (N21) Pumpe

Damit die Arbeiten an der Anlagentechnik auch später noch nachvollziehbar sind, werden abschließend die Einstellungen in einem Übersichtsblatt dokumentiert. Auf diesem Blatt, das bei der Anlage aufbewahrt wird, sind alle wichtigen Daten zusammengestellt. Die Optimierung ist jetzt abgeschlossen!



Abbildung 15 (N22) Dokumentation der an der Anlage eingestellten Werte

3 Arbeitsweise der Software "Optimierung von Heizungsanlagen"

Soll eine Heizungsanlage optimiert, d.h. an die realen Erfordernisse des Gebäudes und der Nutzung angepasst werden, dann erfordert dies vom Anlagenfachmann einige Berechnungen. Ohne diese könnte man immer nur probieren, welches die optimalen Einstellwerte für die Pumpe, die Voreinstellungen der Thermostatventile oder die Reglereinstellungen sind. Dies ist in der Regel nicht bezahlbar, so dass man um die Berechnungen nicht umhin kommt.

Der Fachmann hat allerdings verschiedene Möglichkeiten, diese Berechnungen vorzunehmen. Er kann beispielsweise auf dem Papier rechnen und sich dabei an geltende DIN-Normen oder andere Regelwerke halten. Oder er benutzt sehr aufwändige und meist recht teure professionelle Rechenprogramme. Für die Optimierung eignet sich aber auch ein extra für diesen Zweck programmiertes vereinfachtes Rechenprogramm. Das Computerprogramm (für Excel-Tabellenkalkulation) nennt sich schlicht "Optimierung von Heizungsanlagen" und ist kostenlos im Internet verfügbar.

Nach einer halbtägigen Schulung kann der Anlagenfachmann das Programm mühelos bedienen. Und für den Ernstfall gibt es eine Hotline.

Wie wird nun die Optimierung einer Heizungsanlage mit Hilfe der Software durchgeführt?

Alles beginnt mit der Datenaufnahme vor Ort, dann werden die vorgefundenen Daten in das Softwareprogramm eingegeben. Es bestimmt die optimalen Einstellungen der einzelnen Anlagenkomponenten, die wiederum vor Ort an der Anlage umgesetzt werden.

Welche Daten benötigt der Anlagenfachmann für die Optimierung?

1. Die Größe der Fenster- und Außenflächen für die Ermittlung der Heizlast. Die Heizlast gibt an, welche Wärmeleistung ein Raum (Raumheizlast) oder ein Haus (Gebäudeheizlast) benötigen, um ausreichend beheizt zu werden. Das heißt, die Heizlast ist ein Maß für die Höhe der Wärmeverluste von Räumen und Gebäuden, welche durch die Heizungsanlage ausgeglichen werden müssen.
2. Typ und Maße der vorhandenen Heizflächen für die Ermittlung der Normheizleistung. Die Normheizleistung sagt, welche Wärmeleistung ein Heizkörper unter Normbedingungen abgeben kann.
3. Typ und Durchmesser (Anschlussgröße) der Thermostatventile bzw. Rücklaufverschraubungen sowie überhaupt die Voreinstellbarkeit des Thermostatventils. Kann das Ventil nicht voreingestellt werden, dann muss ein einstellbares nachgerüstet werden. Dazu müssen Typ und Anschlussgröße bekannt sein, damit ein passendes Thermostatventil bestellt werden kann. Manchmal bieten Hersteller auch einfach neue Ventileinsätze ("Innenleben") für die alten Ventilkörper. Dann sieht man nachher von außen gar nicht, dass das Ventil jetzt einstellbar ist. Diese Art der Nachrüstung ist außerdem preiswerter. Sind die Ventile einstellbar, dann muss auch der Hersteller und der Typ bekannt sein, damit der Anlagenfachmann in den Herstellerunterlagen nachschauen kann, welche Einstellung bei diesem speziellen Ventil welchem Durchfluss entspricht.

Diese Daten werden alle innerhalb der beheizten Räume aufgenommen. Es müssen also alle Räume begangen werden.

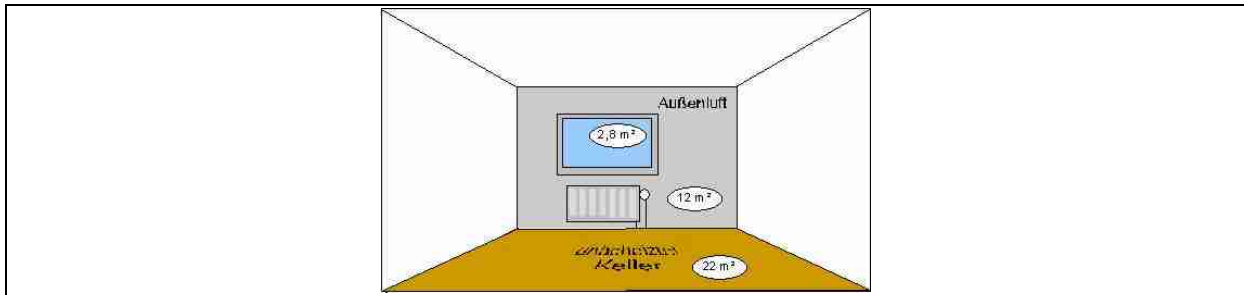


Abbildung 16 (N35) Beispiel für die Flächen eines Raumes, über die Wärme verloren geht: der Boden zum unbeheizten Keller und die Flächen nach außen. Oben, links und recht sind andere normal beheizte Räume.

Weiterhin werden die Länge des längsten Strangs des Rohrnetzes und die Entfernung der einzelnen Heizkörper zur Pumpe (weit, mittel, nah) dokumentiert. Auch besondere Einbauteile in der Heizzentrale (z.B. Filter o.ä.) werden dokumentiert.

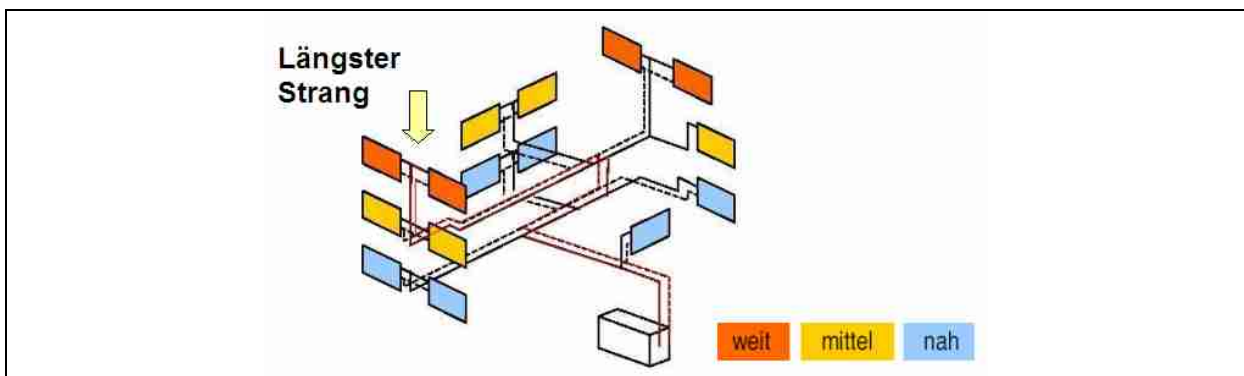


Abbildung 17 (N30) Schema der Rohrleitungen eines Gebäudes (alle festen Wände und Böden unsichtbar) mit Heizkörpern. Der "längste Strang" ist der Leitungsweg, der von der Pumpe im Keller am weitesten entfernt ist.

Alle diese Daten braucht das Programm, damit überschlägig abgeschätzt werden kann, welche Druckverluste im Netz zwischen der Pumpe und den Heizkörpern zu erwarten sind. Die Pumpe muss letztendlich nur so groß gewählt oder eingestellt werden, dass auch der letzte Heizkörper (am längsten Strang, d.h. am weitesten entfernt von der Pumpe) ausreichend versorgt sind.

Das Fabrikat und der Typ der Pumpe sowie mögliche Einstellbereiche von sonstigen Einbauten wie z.B. Differenzdruckregler werden ebenfalls erfasst. Der berechnete benötigte Einstellwert für die Pumpe muss natürlich in deren einstellbarem Bereich liegen.

Nach der Aufnahme der Daten vor Ort, werden alle Werte in die Software eingetragen. Wie funktioniert nun aber die Software "Optimierung von Heizungsanlagen"? Wie werden die aufgenommenen Werte verarbeitet?

Zuerst wird dann vom Programm die Heizlast der Räume überschlägig anhand der Wärmeverluste über die Außenflächen ermittelt. Die Heizlast gibt an, wie groß der Bedarf des Raumes an Wärmeleistung ist, damit es ausreichend behaglich ist.

Dann werden Normheizleistungen der Heizkörper bei Normbedingungen (75°C Vorlauftemperatur, 65°C Rücklauftemperatur) bestimmt. Die Normheizleistung sagt, wie groß das Vermögen eines Heizkörpers ist, Wärmeleistung abzugeben.

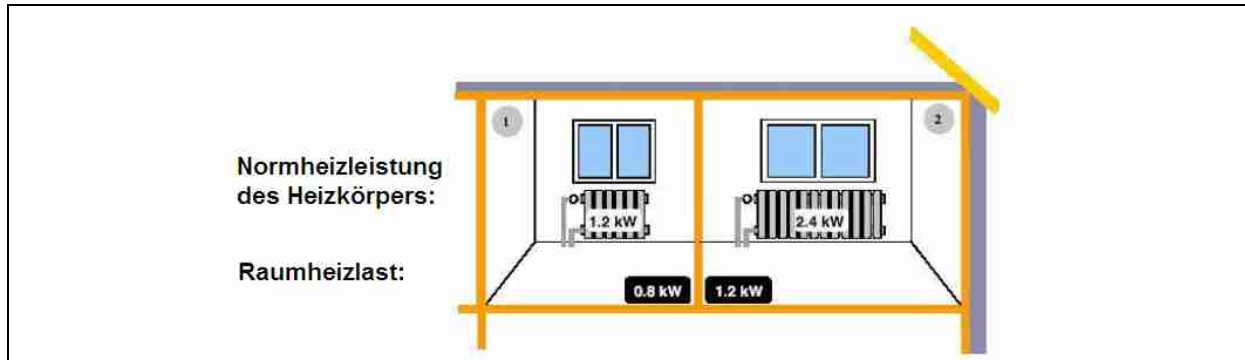


Abbildung 18 (N31) Unterschied zwischen Raumheizlast (schwarzer Kasten, Bedarf) und Normheizleistung des Heizkörpers (weißer Kasten, Angebot)

Es wird in jedem Raum verglichen: das Verhältnis von Angebot (Normheizleistung des Heizkörpers) zu Bedarf (Raumheizlast). Der Raum, bei dem dieses Verhältnis am kleinsten ist, wo als Angebot und Bedarf fast gleich sind, bestimmt die Optimierung. Es ist der Raum bzw. der Heizkörper mit der geringsten Überdimensionierung. Er wird auch als der thermisch ungünstigste Heizkörper oder Raum bezeichnet.

Vereinfacht kann man sagen: wenn dieser Raum warm wird, dann werden es alle anderen auch. Dieser Heizkörper bestimmt daher das neue Temperaturniveau.

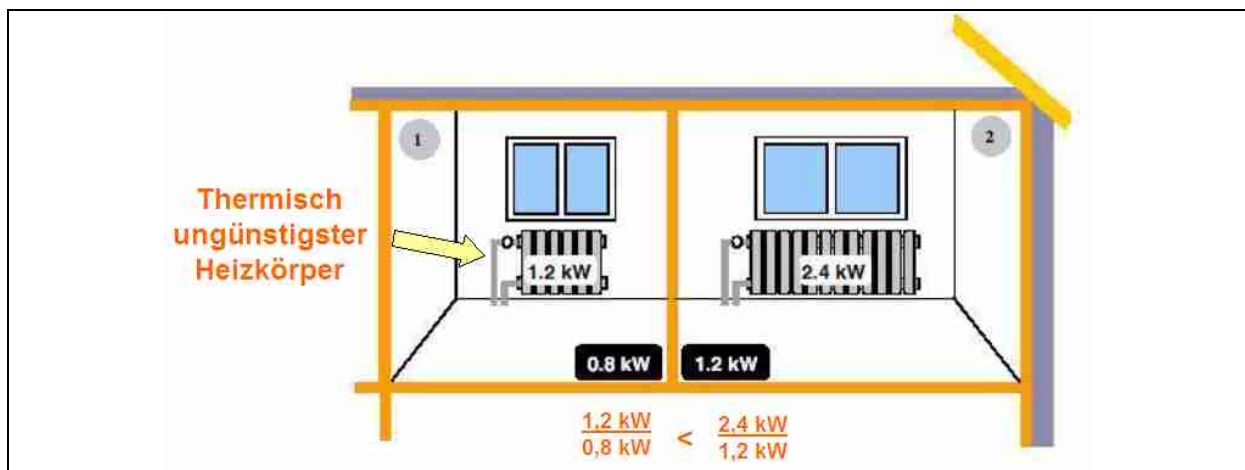


Abbildung 19 (N32) Bestimmung des thermisch ungünstigsten Raumes bzw. Heizkörpers, d.h. des Raumes, bei dem das Verhältnis von Normheizkörperleistung und Raumheizlast kleiner ist (1,5 < 2,0)

Weil ein Temperaturniveau aber immer aus zwei Temperaturen (Mittelwert zwischen Vor- und Rücklauftemperatur) bestimmt wird, gibt es nicht sofort die einzig mögliche Vorlauftemperatur, sondern viele mögliche Paare aus Vor- und Rücklauftemperatur (z.B. die Paare 70°C und 40 °C oder 60 °C und 50 °C, die beide zu einer mittleren Temperatur von 55 °C führen, siehe Abbildung 20).

Das Programm wählt aus allen möglichen Paaren von Vor- und Rücklauftemperatur die optimale für die konkrete Anlage aus. Dabei werden diverse Randbedingungen berücksichtigt: z.B. die Regelbarkeit des Systems, die Verfügbarkeit bestimmter Bauteile usw.

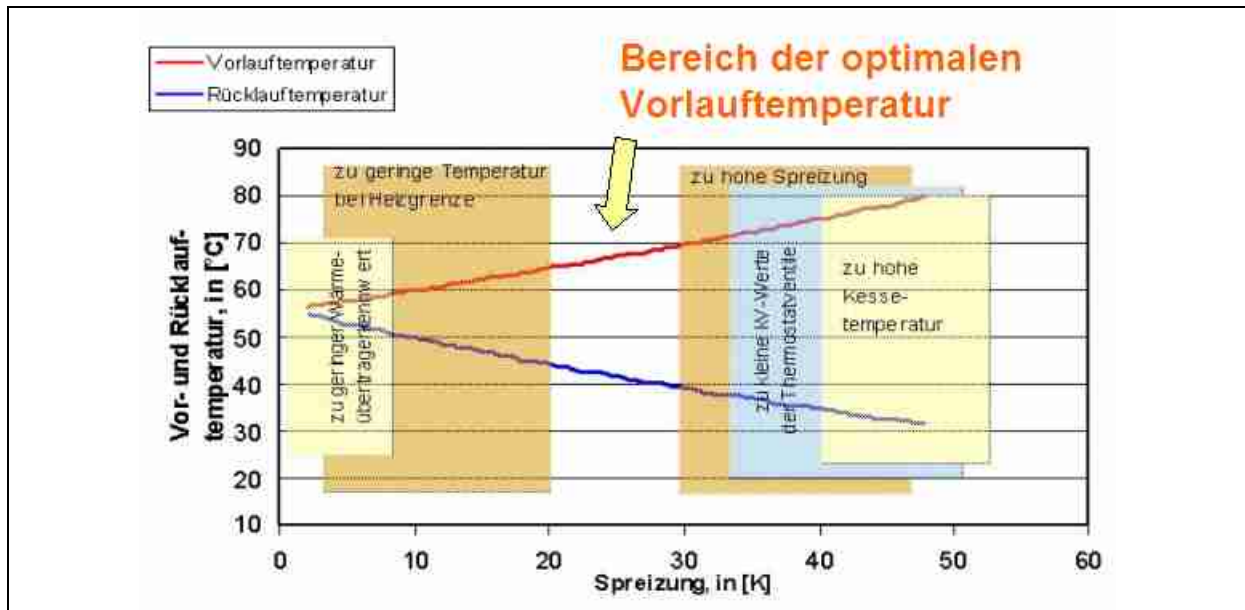


Abbildung 20 (N33) Schematische Darstellung des optimalen Temperaturbereiches für ein Netz. Die Paare von Vor- und Rücklauftemperaturen links und rechts des Optimums werden aus verschiedenen Gründen aussortiert. Alle Paare führen aber zur selben Mitteltemperatur von ca. 55 °C.

Die optimale Vorlauftemperatur legt einen Einstellwert für die Heizkurve fest, den der Anlagenfachmann später vor Ort an der Regelung einstellen muss.

Außerdem hängen auch die Durchflüsse durch die Thermostatventile von der gewählten optimalen Paarung von Vor- und Rücklauftemperatur ab. Dies soll nachfolgende noch einmal an einem Beispiel verdeutlicht werden:

Die Wärmemenge, die der Heizkörper abgeben soll, liegt fest - der zu versorgende Raum gibt diese Menge vor (er muss ja ausreichend beheizt werden). Nehmen wir an, der Raum braucht eine Wärmeleistung von 1 kW (Beispiel: 12 m² Kinderzimmer, draußen – 12 °C, drinnen 20 °C, Gebäude von 1984). Der Heizkörper kann diese benötigte Wärmezufuhr entweder mit einer großen Heizwassermenge, die aber nur wenig abkühlt, aufbringen. Oder es fließt nur wenig Heizwasser, dass dann aber sehr viel mehr abkühlt. Fließt beispielsweise eine Heizwassermenge von 43 Litern je Stunde in den Heizkörper und kühlt sich dabei von 65 auf 45 °C ab, dann verliert das Wasser dabei eine Wärmemenge von 1 Kilowatt (kW) und heizt damit den Raum. Strömt das Heizwasser aber mit 60 °C in den Heizkörper und mit 50 °C wieder hinaus, dann braucht man 86 Liter je Stunde, damit eine Wärmeleistung von 1 kW erbracht wird. Die Wassermenge und die Temperaturdifferenz (Auskühlung des Heizwassers) hängen also zusammen.

Erst wenn die Vorlauftemperatur für alle Heizkörper festliegt und die fließenden Heizwassermengen bestimmt sind, folgt die Ermittlung der Druckverluste. Es gibt nämlich folgenden einfachen verständlichen Zusammenhang: fließt viel Wasser durch ein Rohr oder durch einen Heizkörper (oder allgemein im Heizkreis), dann ergeben sich große Druckverluste, weil die Reibung des Wassers an den Rohrwandseiten immer größer wird. Umgekehrt gilt selbstverständlich, dass bei sehr wenig Durchfluss durch ein Rohr auch nur sehr wenig Reibung auftritt und damit der Druckverlust klein ist.

Weil man aber die Rohrleitungen im zu optimierenden Gebäude gar nicht genau kennt (weil sie in Wänden und Böden unsichtbar verlegt sind) und auch die Kosten für die Aufnahme viel zu groß wären, wird der Druckverlust in den Rohren näherungsweise anhand typischer Kennwerte von Bestandsgebäuden ermittelt. Für die Berechnung der Druckverluste werden auch die Thermostatventile und die in der Heizzentrale vorher aufgenommenen Sondereinbauten im Rohrnetz (Filter usw.) berücksichtigt.

Für das ganze Netz ergibt sich ein Gesamtdruckverlust (Δp_{Gesamt}). Dieser bestimmt die Förderhöhe der Pumpe (H_{Pumpe}). Die Pumpe wird u.a. so gewählt oder so eingestellt, dass die Förderhöhe (also die mögliche Druckerhöhung bzw. die resultierende Druckkraft) genau ausreicht, um das Heizwasser durch das vorhandene Rohrnetz mit allen seinen Verengungen zu drücken und dabei auch den letzten Heizkörper im Netz noch richtig zu versorgen. Die Förderhöhen werden in Metern angegeben, wobei 1 Meter Förderhöhe 0,1 bar Druckerhöhung entsprechen. Die Förderhöhe gibt aber nicht an, bis in welche Gebäudehöhen eine Pumpe Wasser hochpumpen kann! Nur welchen Gegendruck des Rohrnetzes die Pumpe mit ihrer Kraft überwinden kann.

Das Rechenprogramm gibt die notwendige Förderhöhe aus. Der Anlagenfachmann kann diese an der Pumpe einfach einstellen.

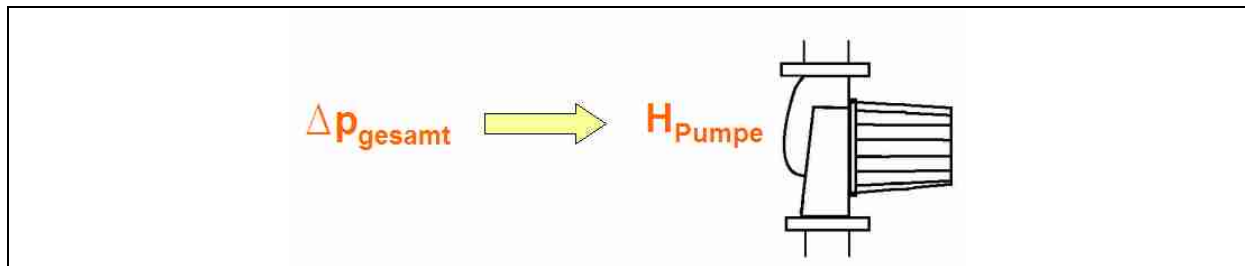


Abbildung 21 (N34) Aus den gesamten Druckverlusten des Netzes ergibt sich die notwendige Förderhöhe der Pumpe

Jetzt liegt die Förderhöhe bzw. die Druckerhöhung der Pumpe fest, die ausreicht, auch den letzten Heizkörper mit der notwendigen Wassermenge zu versorgen. Es ist aber sicher einzusehen, dass diese Druckerhöhung des Wassers für die pumpennahen Heizkörper eigentlich zu groß ist.

Weil man aber an der Pumpe nur einen Wert für die Förderhöhe einstellen kann, der für das ganze Netz ausreicht, müssen für die Heizkörper in der Nähe der Pumpe besondere Vorkehrungen getroffen werden. Sonst bestünde die Gefahr, dass die Heizkörper in Pumpennähe üerversorgt werden.

Damit dies nicht passiert, wird der Durchfluss an den pumpennahen Heizkörpern begrenzt. Dies erfolgt mit dem sogenannten Hydraulischen Abgleich. Dies ist der Einbau von definierten Engpässen in die Zuleitungen der pumpennahen Heizkörper. Vorstellbar sind diese als in die Rohrleitungen eingebaute Hähne. Sind sie fast zugedreht, lassen sie nur kleine Wassermengen durch. Diese Bauteile werden als Voreinstellung (dann sitzen sie in der Zuleitung zum Heizkörper direkt im Thermostatventilinneren) oder Rücklaufverschraubung (dann sind sie hinter dem Heizkörper als separates Bauteil angeordnet) bezeichnet. Ziel des Hydraulischen Abgleichs ist, das Heizungswasser genau in der richtigen Menge an jede Stelle des Netzes zu leiten.

Das Programm gibt für jeden Heizkörper einen Wert aus, mit dessen Hilfe der Anlagenfachmann einfach ermitteln kann, auf welchen Wert die Voreinstellung oder die Rücklaufverschraubung vor Ort einzustellen ist.

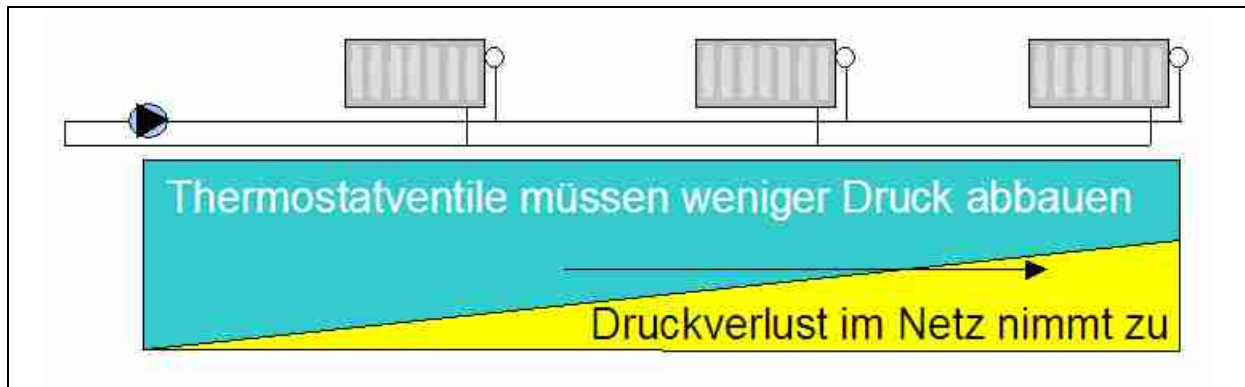


Abbildung 22 (N05) Je weiter ein Heizkörper von der Pumpe (schwarzes Dreieck im blauen Kreis) entfernt ist, desto mehr Druckverluste aufgrund von Reibung ergibt sich in den Zuleitungen. Die Thermostatventile müssen hier weniger Druck abbauen.

Die Optimierung bzw. die Berechnung aller Einstellwerte durch das Programm ist damit beendet.

In einigen bestehenden Anlagen gibt es ein Sonderproblem, das hier noch geschildert werden soll.

Es passiert häufig, dass die nach dem Rechenprogramm benötigte Pumpe sehr viel kleiner ist als die der vorhandenen Pumpe. Eigentlich müsste man die Pumpe dann austauschen. Dies wird aber oft nicht gemacht, weil die vorhandene Pumpe noch gut ist oder weil sie aus technischen Gründen nicht gegen eine kleinere getaucht werden kann (fest eingebaut im Kessel o.ä.). Dann schlägt das Programm den Einbau eines sogenannten Differenzdruckreglers vor.

Dieses Bauteil wird in der Heizzentrale eingebaut. Es kann die viel zu hohe Druckenergie der Pumpe abbauen, und den Versorgungsdruck für die Heizungsanlage konstant (auf niedrigem Niveau) halten und damit eine gleichmäßige Heizwasser- und Wärmeversorgung ermöglichen. Eines darf man aber nicht vergessen: diese manchmal nicht zu vermeidende Variante bei der Optimierung einer Heizungsanlage führt nicht zu einer Stromersparnis, weil die große Pumpe ja trotzdem mit einer großen Leistung läuft. Der Differenzdruckregler hilft aber oft gegen Geräusche in der Anlage.

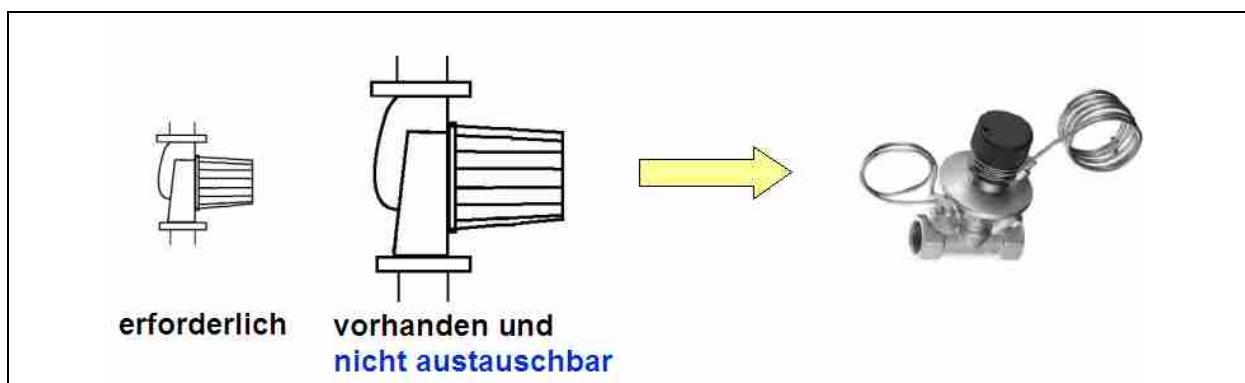


Abbildung 23 (N36) Ist eine kleine Pumpe (kleine Leistung) erforderlich, aber eine große Pumpe vorhanden, die nicht getauscht werden kann, hilft oft der Einbau eines Differenzdruckreglers.

Jetzt wurden mit dem Programm die optimierten Einstellungen der einzelnen Anlagenbestandteile ermittelt. Auf einem Übersichtsblatt zum Ausdrucken sind alle Einstellwerte der Anlagenkomponenten dokumentiert. Mit Hilfe dieser Übersicht kommt der Anlagenfachmann dann ins Haus und nimmt alle Einstellungen vor Ort vor.

6.) Einstellwerte der Thermostatventile											
Raumdaten			Heizkörperdaten				THKVs - Ermittlung der Voreinstellwerte				
Ifd. Nr.	Raumbezeichnung	beheizte Fläche m²	Raum-Heizlast W	Heizkörper typ	t_a °C	Norm-Leistung 75/65°C	Verhältnis Q_{40}/Q_5	k_v -Wert m³/h	Δp mbar	Durchfluss l/h	Gewähltes Ventil: Hersteller, Typ, DN
1	Kind W1 EG	15,7	800	Profil-Flach-HK 11/500/1200	57	970	1,2	0,27	48	58	
2	Wohnzimmer W1 EG	20,1	841	Profil-Flach-HK 22/500/1200	34	1753	2,1	0,09	48	21	Spreizung > 30 K!
3	Bad W1 EG	5,5	244	Profil-Flach-HK 22/900/500	27	1178	4,3	0,02	48	5	Spreizung > 30 K!
4	Küche W1 EG	12,2	378	Profil-Flach-HK 11/500/1200	29	970	2,6	0,04	48	8	Spreizung > 30 K!
5	Schlafen W1 EG	14,0	740	Profil-Flach-HK 11/500/1200	53	970	1,3	0,18	48	39	
6	Flur W2 EG	6,7	170	Profil-Flach-HK 11/500/400	30	323	2,2	0,02	48	4	k_v -Wert zu klein! Spreizung > 30 K!
7	Wohnen W2 EG	23,0	638	Profil-Flach-HK 11/500/1200	45	970	1,5	0,11	48	23	
8	Wohnen W2 EG	23,0	638	Profil-Flach-HK 11/500/1200	45	970	1,5	0,11	48	23	
9	Schlafen (Kind) W2 EG	14,0	552	Profil-Flach-HK 11/500/1200	39	970	1,8	0,07	48	16	
10	Schlafzimmer W2 EG	15,0	522	Profil-Flach-HK 11/500/1200	38	970	1,9	0,06	48	14	Spreizung > 30 K!
11	Bad W2 EG	8,1	435	Profil-Flach-HK 11/900/700	39	942	1,9	0,06	48	13	
12	Schlafen W3 EG	14,5	511	Profil-Flach-HK 11/500/1200	37	970	1,9	0,06	48	14	Spreizung > 30 K!
13	Kind W3 EG	12,5	450	Profil-Flach-HK 11/500/1000	39	808	1,8	0,06	48	13	Spreizung > 30 K!
14	Wohnen W3 EG	23,3	487	Profil-Flach-HK 11/500/1200	34	970	2,1	0,05	48	11	Spreizung > 30 K!
15	Wohnen W3 EG	23,3	487	Profil-Flach-HK 11/500/1200	34	970	2,1	0,05	48	11	Spreizung > 30 K!

Abbildung 24 (N37) Teil eines Programmausdrucks, mit dem der Anlagenfachmann die Optimierung vor Ort vornimmt.

ABSCHNITT III: GRUNDLAGEN

1 Hydraulischer Abgleich

Dieser Abschnitt erläutert die wichtigste hydraulische Fragestellung für eine Heizungsanlage: den hydraulischen Abgleich.

Vorab eine Erläuterung: unter Hydraulik wird ganz allgemein die "Lehre von den fließenden Medien" verstanden. Die Hydraulik umfasst also alle Probleme und Fragen, die mit dem in der Heizungsanlage fließenden Heizungswasser zu tun haben. Der hydraulische Abgleich löst das folgende Problem: durch welche technischen Maßnahmen kann das Heizungswasser in einer geschlossenen Heizungsanlage genau so geleitet werden, dass jeder Heizkörper die passende Heizwassermenge abbekommt?

Wieso kommt es überhaupt zu einer ungleichen Verteilung des Heizwassers in der Anlage? Das Wasser verhält sich wie der elektrische Strom, es geht immer den Weg des geringsten Widerstands von Natur aus sucht sich das Wasser auch in der Heizungsanlage den Weg des geringsten Widerstandes. Durch lange und dünne Leitungen mit vielen Umlenkungen fließt weniger als durch kurze, große und gerade Leitungen.

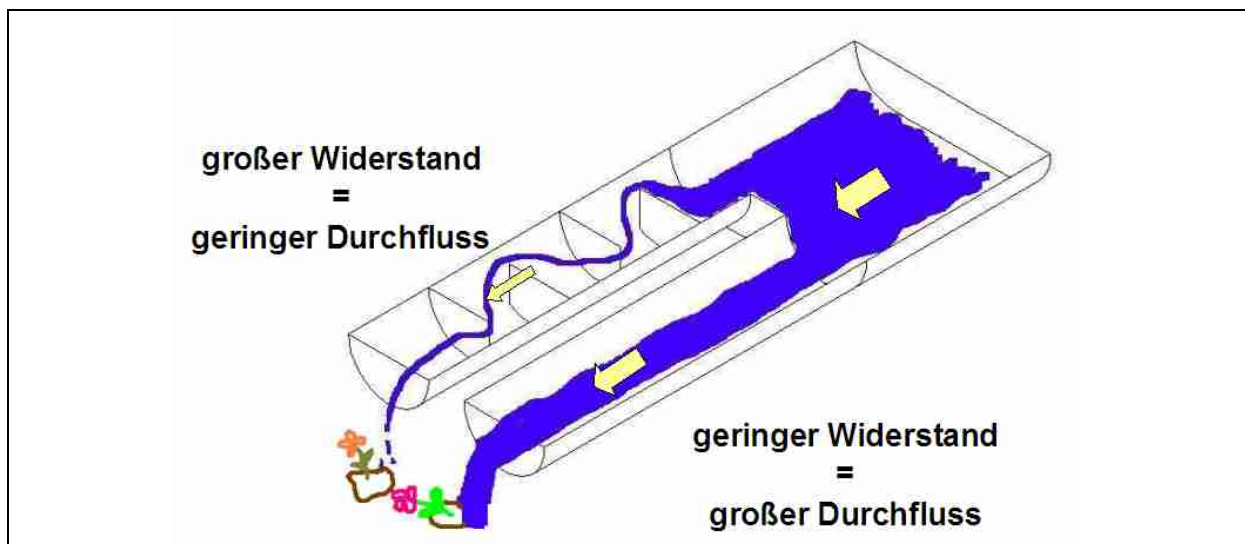


Abbildung 25 (N47) Durch zwei Rohre fließt je nach Widerstand (Durchmesser, Wasserumlenkungen, Länge) mehr oder weniger Wasser. Links vertrocknende Blumen als Symbol für eine Unterversorgung, rechts die Überversorgung, die der Pflanze offenbar auch nicht gut tut.

Der hydraulische Abgleich bewirkt, dass genau die Menge Wasser durch die Rohre strömt, die benötigt wird. Ziel ist also durch den Einbau von Engpässen in die (großen, kurzen und geraden) Leitungen das Heizungswasser genau in der richtigen Menge an jede Stelle des Netzes zu leiten.

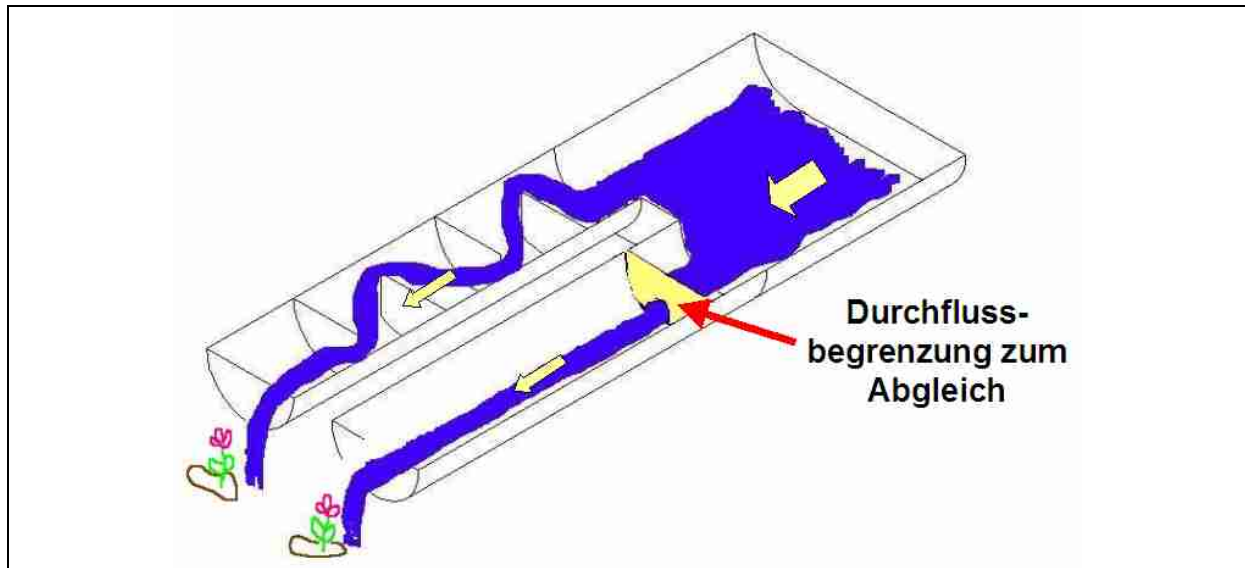


Abbildung 26 (N48) Die Durchflussbegrenzung rechts führt dazu, dass beide Blumen die richtige Menge Wasser abbekommen. Das Wasser geht freiwillig nun auch den linken Weg, auch wenn dort baulich nichts geändert wurde.

Was passiert, wenn der hydraulisch Abgleich in einer Heizungsanlage nicht durchgeführt wird? Einzelne Räume werden nicht ausreichend beheizt. Das heiße Wasser aus der Heizzentrale gelangt im Überfluss in die Heizkörper, die sich in der Nähe der Pumpe befinden (Abbildung 27, links unten). Die Räume, die weit weg sind, erhalten wenig Heizwasser vom Erzeuger (Abbildung 27, oben rechts).

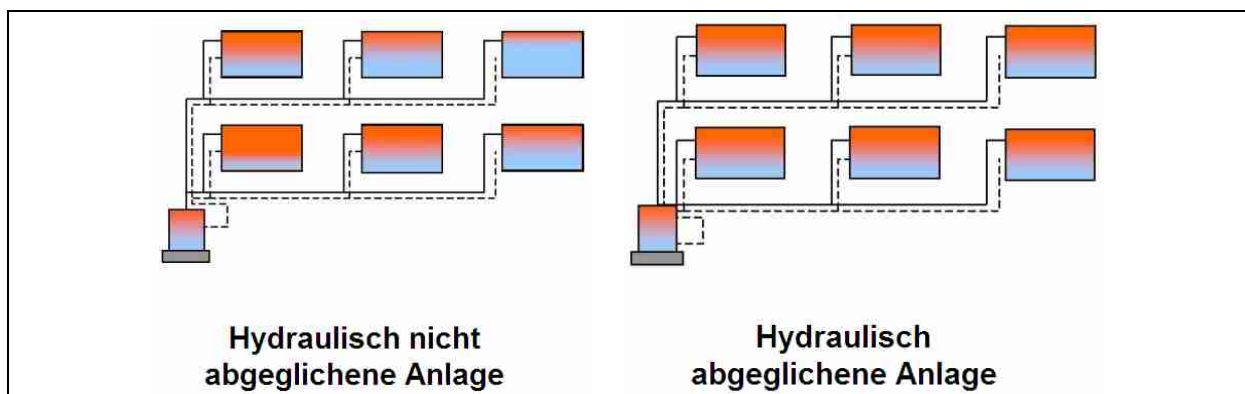


Abbildung 27 (N49, N50) Schematische Darstellung aller Heizkörper einer kleinen Heizungsanlage. Je größer der Rotanteil eines Heizkörpers, desto größer ergibt sich die Überversorgung.

In der Praxis werden häufig "Behelfslösungen" anstelle eines richtigen Hydraulischen Abgleichs vorgenommen. Diese Eingriffe in die Anlagentechnik führen in der Regel zu einer Verbesserung der Wärmeversorgung des Gebäude (es kommen weniger Klagen über zu kalte Räume), verschlechtern aber meist den Energieverbrauch oder führen zu Geräuschen.

Beispielsweise wird sehr oft bei Beschwerden der Benutzer, dass es nicht warm wird, entweder die Pumpenleistung erhöht oder die Heizkurve angehoben oder beides durchgeführt. Was passiert dabei?

Die Erhöhung der Pumpenleistung kann man erreichen, indem die Pumpe wird auf die höchste Drehzahlstufe eingestellt wird. Die Pumpe kann dann mit der größeren aufgenommenen elektrischen Leistung eine größere Wassermenge fördern bzw. auch eine größere Druckerhöhung des Wassers vollbringen. Das führt dazu, dass das Heizwasser auch die Heizkörper erreicht, die vorher zu wenig abbekommen haben.

Allerdings werden alle anderen Heizkörper, die sowieso schon mit zu viel Heizwasser versorgt waren, jetzt noch stärker versorgt.

Das Anheben der Heizkurve bedeutet, dass die Vorlauftemperatur erhöht wird. Das Heizwasser gelangt mit einer größeren Temperatur an den Heizkörpern an. Diese können jetzt mehr Wärme abgeben. Auch dies gilt wieder für alle Heizkörper, und nicht nur für die vorher schlecht versorgten.

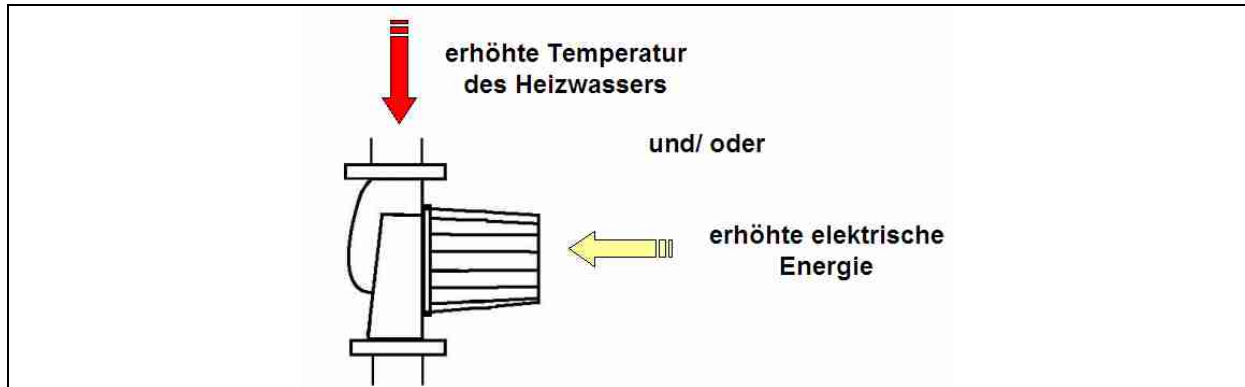


Abbildung 28 (N51) Falsche Gegenmaßnahmen zur Beseitigung hydraulischer Probleme: Pumpenleistung erhöhen und/oder die Heizwassertemperatur erhöhen.

Folgen dieser Behelfslösung sind vielfältig. Zum einen kommt es zu einer ungleichmäßigen Wärmeabgabe der Heizkörper. Pumpennahe Räume werden mit Wärme üversorgt und stellen dem Nutzer damit ein Verschwendungspotential zur Verfügung. Wenn man nämlich in den pumpennahen Räumen versehentlich ein Fenster über Stunden angekippt lässt, strömt ein großer Teil der Wärme direkt vom Heizkörper nach außen, wobei der Raum trotzdem nicht auskühlt. Wenn die Wärmezufuhr in den Raum begrenzt wäre, würde der Raum früher oder später auskühlen und der Nutzer würde merken, dass genug gelüftet wurde. Die Heizkörper sind im Normalfall genau so bemessen, dass man ausreichend lüften kann, aber keine Energie verschwenden.

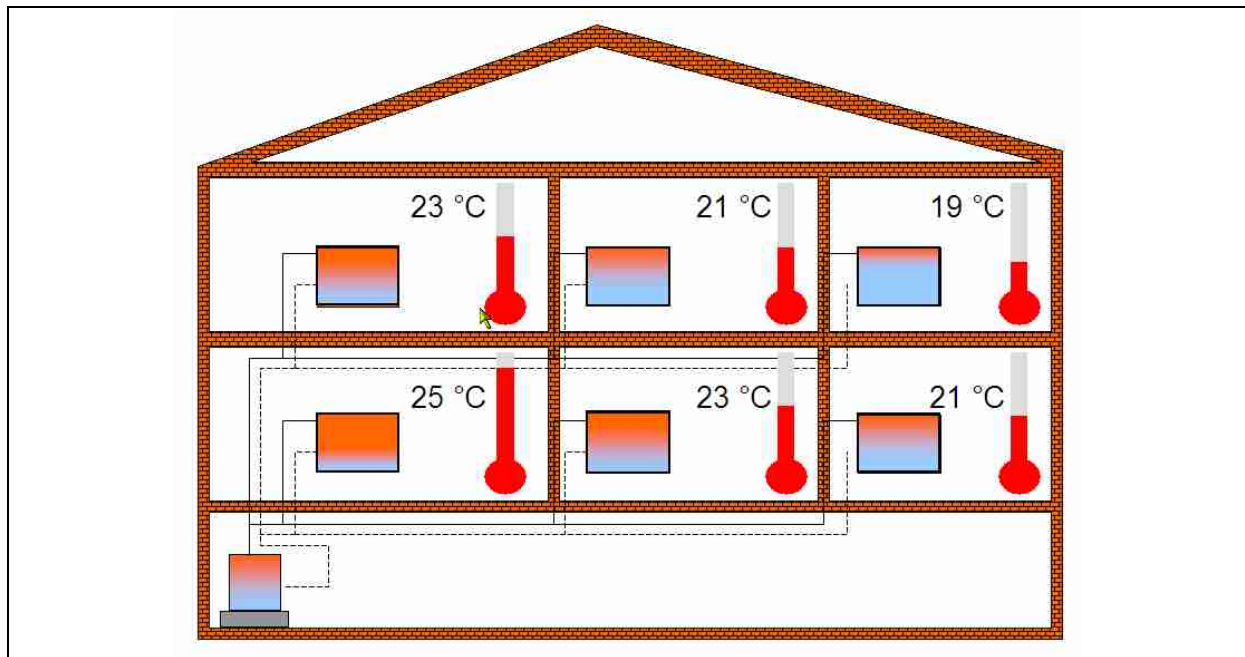


Abbildung 29 (N11) Eine ungleichmäßig von Heizwasser durchströmte Anlage bewirkt, dass es ausgeprägte Bereiche gibt, die mit Wärme üversorgt bzw. ünterversorgt sind.

Ein zweiter sehr unschöner Nebeneffekt der "Behelfslösungen" sind Geräusche in der Anlage. Durch die erhöhte Pumpenleistung treten lästige Strömungsgeräusche auf. Wie ja schon bekannt, bedeutet eine erhöhte Pumpenleistung, dass viel mehr Heizungswasser umgewälzt werden kann und dies auch eine größere Druckerhöhung erfährt. Normalerweise wird der Druck, den das Wasser in der Pumpe erhält ganz allmählich durch Reibung an den Rohrwänden aufgebraucht.

Das passiert praktisch lautlos. Wird das Wasser aber in der Pumpe mit viel zu viel Druckenergie versehen, dann wird der zuviel vorhandene Teil im Thermostatventil abgebaut. Eine große Druckenergievernichtung auf sehr kleinem Raum beginnt und ist dann hörbar. Weil das Wasser und die Metallrohre außerdem sehr gute Geräusche weiterleiten, hört man das Strömen und Rauschen auch an anderen Stellen im Gebäude.

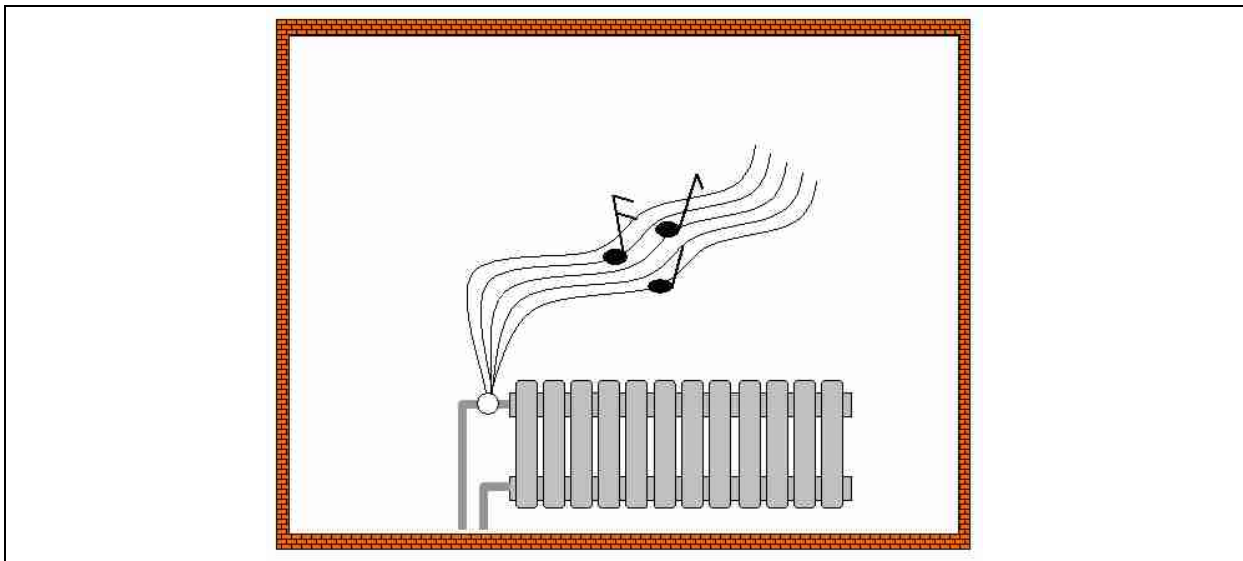


Abbildung 30 (N04) Zu hohe Pumpenleistungen können zu Geräuschen in der Anlage führen.

Ein nicht durchgeführter hydraulischer Abgleich mit oder ohne die zusätzlichen "Behelfslösungen" (Pumpenleistung zu groß und Temperatur zu hoch) führt außerdem zu ungleichmäßige Aufheizzeiten in der Anlage. Nach Absenckphasen in der Nacht (die dem Energiesparen dienen), werden die Räume unterschiedlich schnell warm.

Da das Heizwasser sich den Weg des geringsten Widerstandes im Netz sucht, fließt es zuerst in die Räume, die sehr nah bei der Pumpe sind. Dort werden die Räume dann langsam aufgewärmt. Erst wenn diese Räume praktisch voll warm sind, machen die dort vorhandenen Thermostatventile zu, d.h. das warme Wasser von der Heizzentrale kann dann erst in die anderen Räume strömen.

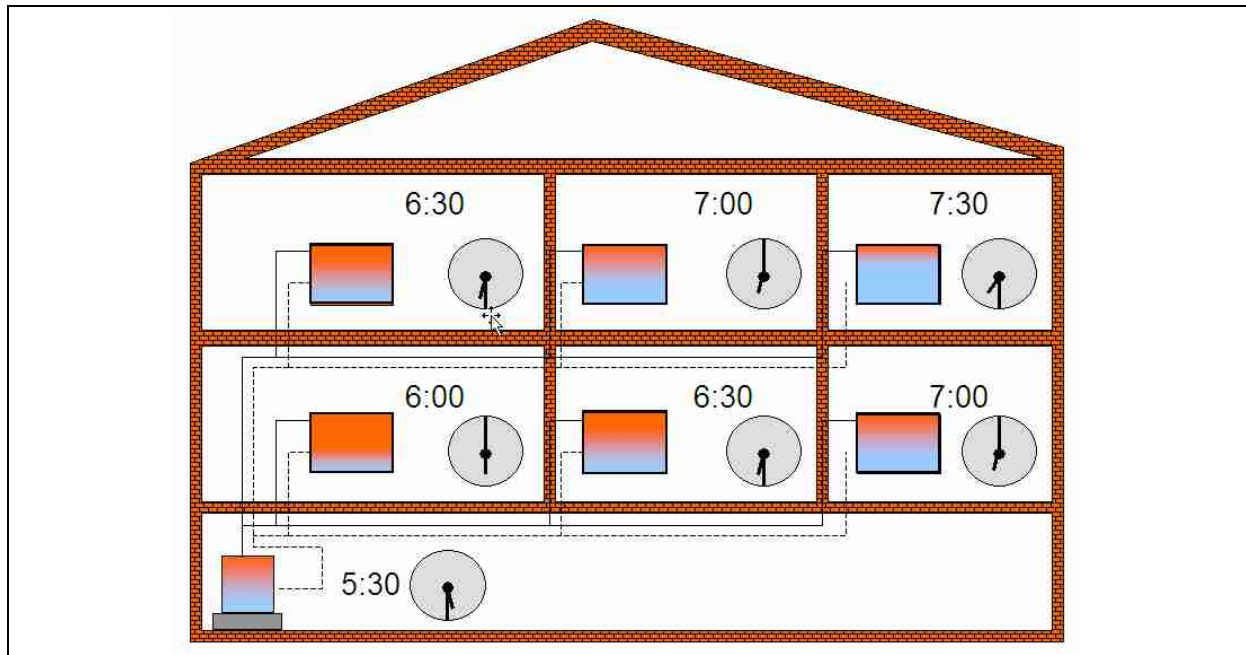


Abbildung 31 (N10) Bei der Wiederaufheizung eines Gebäudes bewirkt der fehlende hydraulische Abgleich, dass es Räume gibt, die sehr schnell warm werden (nah der Pumpe) und andere, bei denen die Aufheizung sehr lange dauert.

Eine falsch eingestellte Anlagentechnik führt oft zu hohen Rücklauftemperaturen. Das Wasser strömt dann sehr warm von den Heizkörpern in den Wärmeerzeuger zurück. Das ist schlecht, wenn der Wärmeerzeuger beispielsweise ein Brennwertkessel ist.

Dieser Kessel ist eigentlich so beschaffen, dass er zusätzliche Energie aus dem verbrannten Gas oder Öl herausholen kann. Dazu braucht er aber sehr kühle Rücklauftemperaturen. An dem kühlen, von den Heizkörpern zurückkommenden Heizwasser wird im Kessel das Verbrennungsabgas abgekühlt (das Heizwasser heizt sich dabei gleichzeitig auf). Bei der Abgaskühlung kondensiert ein Teil des Wasserdampfes aus dem Verbrennungsabgas zu Wassertropfen aus. Dabei wird eine Zusatzwärmeenergie frei, die man auch für die Gebäudebeheizung nutzen kann (Kondensationswärme). Dieser Effekt heißt Brennwertnutzung.

Die Verflüssigung beginnt aber erst bei einer Abgastemperatur etwa unterhalb von 50 bis 55 °C. Zu hohe Durchflüsse an den Heizkörpern bewirken aber genau das Gegenteil, hohe Rücklauftemperaturen und damit einen verminderten Brennwertnutzen.

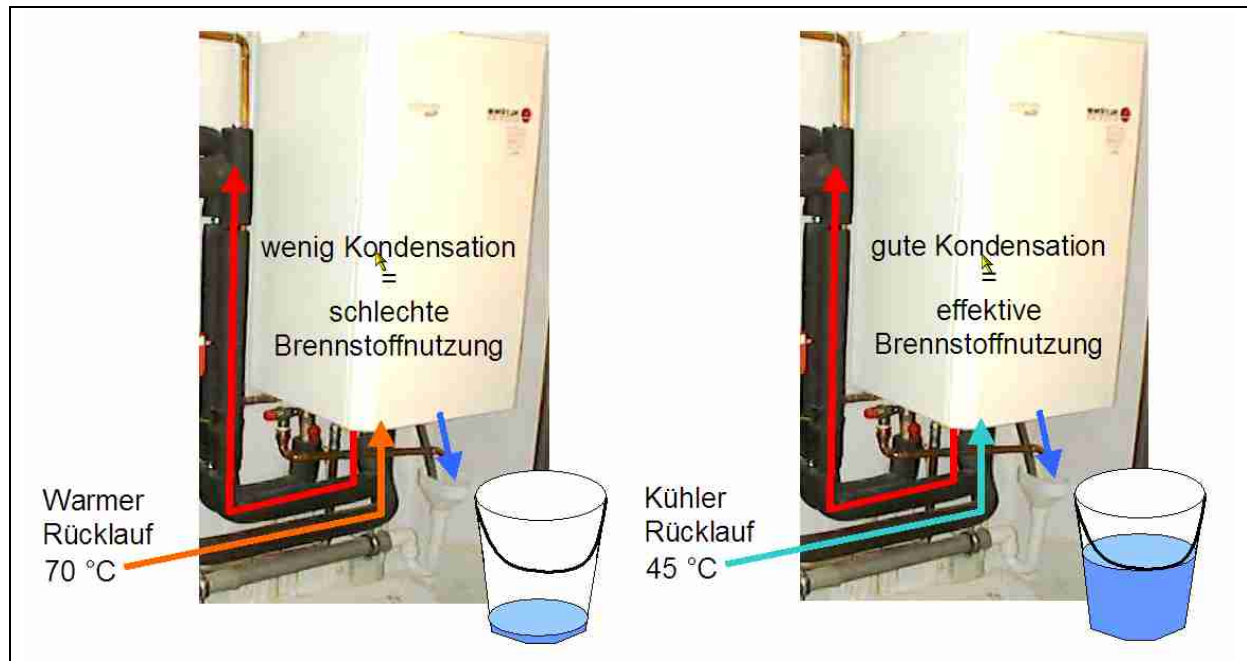


Abbildung 32 (N12, N13) Zu hohe Rücklauftemperaturen führen bei Brennwertkesseln zu einer verminderten Brennstoffausnutzung. Kondensiert wenig Wasser im Kessel, dann geht ein Teil der eigentlich nutzbaren Energie praktisch durch den Schornstein verloren.

Das Hochstellen der Pumpe auf höhere Leistungen hat auch eine ganz einfach zu erklärende Nebenwirkung. Sie führt zu einer unnötig hohen Pumpenleistung, damit über das Jahr gesehen zu überhöhten Stromverbräuchen und Stromkosten. Es wird meist deutlich mehr elektrische Energie verbraucht als notwendig wäre.



Abbildung 33 (N52) Zu hohe Pumpenleistung muss man teuer bezahlen.

Ganz juristisch gesehen, entspricht die Heizungsanlage ohne den Hydraulischen Abgleich auch nicht den "Allgemein anerkannten Regeln der Technik". Zu diesen Regeln zählen in Deutschland DIN-Normen, Richtlinien des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) u. v. m.

Ein Anlagentechniker verpflichtet sich bei einem Vertragsabschluss mit dem Kunden (meist Verträge nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch BGB, aber auch nach der Vertragsordnung am Bau VOB), sich an diese "Allgemein anerkannten Regeln der Technik" zu halten. Und eine dieser technischen Regeln, die bei einem Vertragsabschluss somit automatisch gilt, ist die DIN 18380.

In dieser Norm ist der Hydraulische Abgleich als ein immer zu leistender Teil der Bauleistungen beschrieben. Nur dass dies der Kunde ja nicht weiß und auch nur sehr schwer nachprüfen kann. Von außen sieht man der Anlage ja nicht an, ob das Heizwasser den "richtigen Weg" nimmt. Wenn alles warm wird, ist der Kunde ja auch meist zufrieden.

Zur Verteidigung der Anlagentechniker muss man sagen, dass sie zwar meistens wissen, wie der Abgleich theoretisch zu machen wäre, aber trotzdem darauf verzichten. Der Preiskampf auf dem Markt ist so groß, dass viele Anlagenbauer diese Planungsleistung gar nicht mit anbieten, um den Auftrag zu bekommen. Denn eines ist klar, die Berechnung, welcher Heizkörper wie viel Heizwasser zu bekommen hat und auf welche Stufe die Voreinstellungen dann einzustellen sind, macht Arbeit und muss honoriert werden. Sonst kann der Anlagenbaubetrieb nicht überleben.

Es gilt weiterhin zu beachten: der Hydraulische Abgleich ist nach Arbeiten am Gebäude und an der Anlage erneut durchzuführen, wenn sich dabei die Gebäudehülle ändert (z.B. nachträgliche Wärmedämmung) oder der Anlagenaufbau ändert (z.B. nachträglicher Einbau zusätzlicher Heizkörper). Mit einer dieser Maßnahmen verändert man die Hydraulik im gesamten Netz, d.h. die Heizwasserdurchströmung.

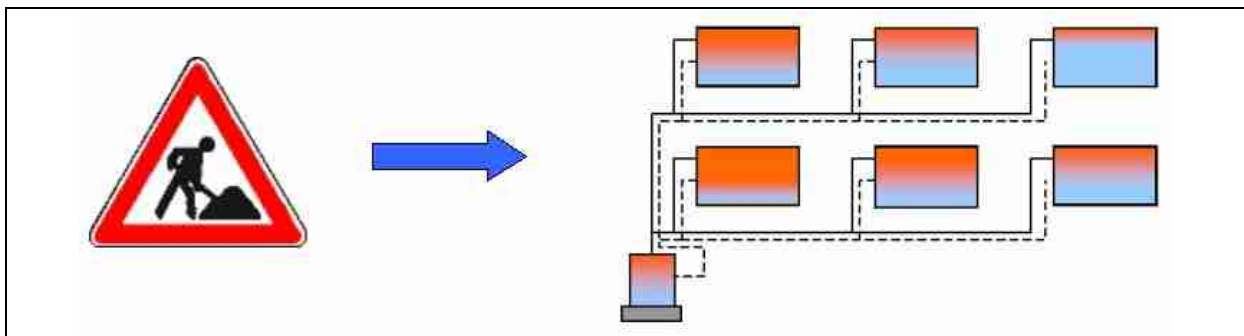


Abbildung 34 (N53) Arbeiten an bestehenden Gebäuden oder Anlagen führen sehr oft dazu, dass das ganze Heizungssystem neu hydraulisch abgeglichen werden muss.

Fazit: der Hydraulische Abgleich dient der richtigen Verteilung des Heizwassers im Netz. Er erfordert eine Berechnung durch den Anlagentechniker. Wurde er nicht gemacht, gibt es Probleme mit der gleichmäßigen Beheizung des Gebäudes. Alle Gegenmaßnahmen haben negative Nebenwirkungen.

2 Thermostatventil

Im Folgenden wird erläutert, wie ein Thermostatventil funktioniert, welche Arten von Thermostatventilen es gibt und wie der Durchfluss durch das Ventil mit einer sogenannten Voreinstellung beeinflusst werden kann.

Die wichtigste Eigenschaft eines Thermostatventils ist, dass es ohne Eingriff des Nutzers die Raumtemperatur etwa konstant halten kann. Es schafft dies, indem es den Heizwasserdurchfluss durch den Heizkörper beeinflusst. Wie macht es das?

Im Ventilkopf befindet sich eine Flüssigkeit (manchmal auch ein Gas oder eine wachsartige Masse), die sich bei Erwärmung ausdehnt. Scheint beispielsweise die Sonne in einen Raum, steigt die Raumtemperatur. Es ist im Raum zu warm. Die sich ausdehnende Flüssigkeit drückt auf die sogenannte Ventilspindel. Dieses bewegliche Teil verengt den Querschnitt und schließt so langsam das Ventil. Fließt weniger Heizwasser durch das Ventil und den Heizkörper wird es im Raum langsam wieder kühler, bis die Normaltemperatur wieder erreicht ist.

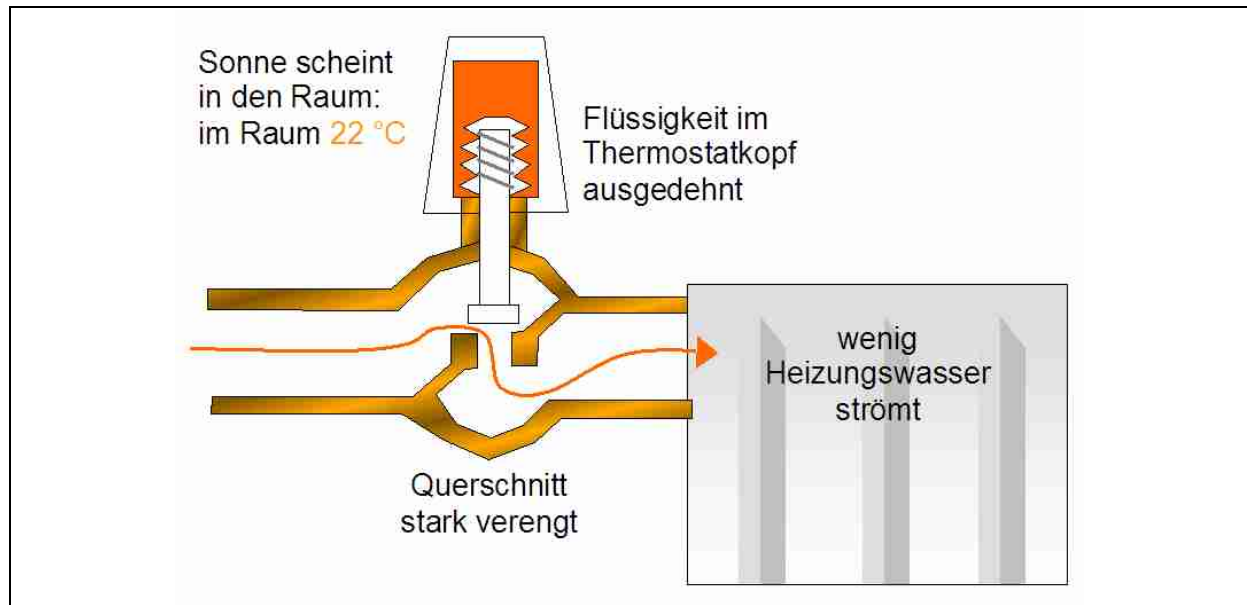


Abbildung 35 (N08) Schließendes Thermostatventil

Wird es im Raum zu kalt, so zieht sich die Flüssigkeit im Kopf zusammen. Das Ventil öffnet, gibt mehr Heizwasser frei bis der Raum wieder die am Ventil eingestellte Temperatur erreicht hat. Bei Stufe 3 sind dies etwa 20 ... 21 °C.

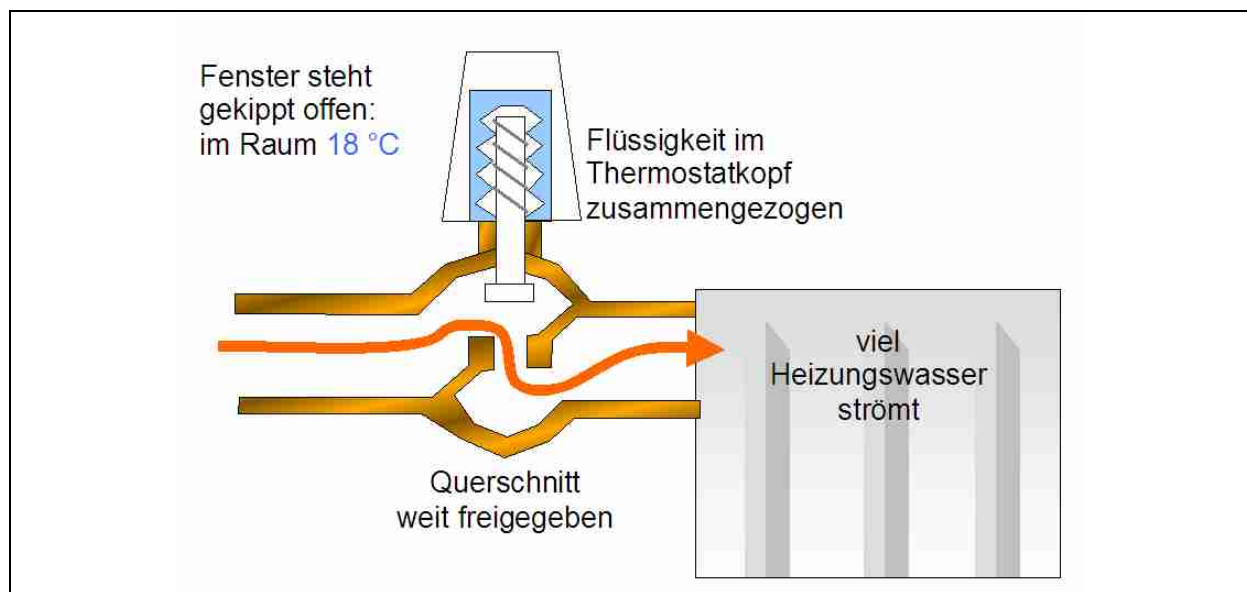


Abbildung 36 (N09) Öffnendes Thermostatventil

Das Thermostatventil ist also ein Regelventil. Es arbeitet außerdem ohne Einsatz von elektrischer Energie. Es gibt auch ähnlich aussehende Heizkörperventile mit Batteriebetrieb oder für Fußbodenheizungen mit permanentem Stromanschluss, sie heißen dann elektronische Regelventile.

Welche Arten von Thermostatventilen gibt es? Man unterscheidet hauptsächlich zwei Arten: die voreinstellbaren und die nicht voreinstellbaren Thermostatventile.

Nicht voreinstellbare Thermostatventile sind für die Optimierung einer Heizungsanlage ungeeignet. Ein hydraulischer Abgleich durch eine Begrenzung des Durchflusses ist bei ihnen nicht möglich. Bei nicht voreinstellbaren Ventilen regelt allein der Therstatkopf die durchströmende Wassermenge.

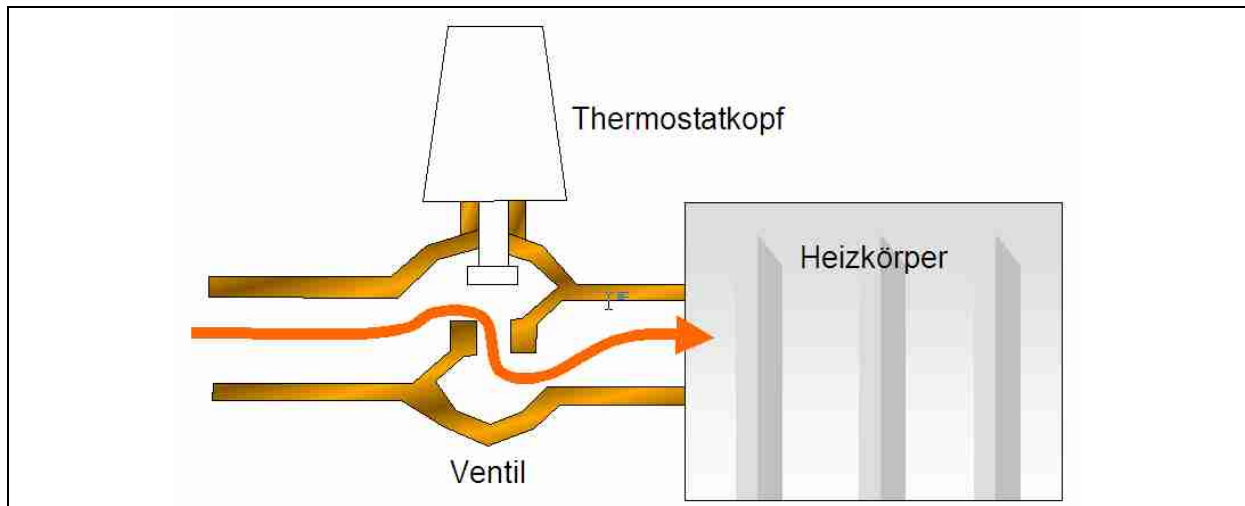


Abbildung 37 (N07) Thermostatventil ohne Voreinstellung

Voreinstellbare Thermostatventile weisen zusätzlich eine Drosselmöglichkeit auf. Diese sogenannte Voreinstellung kann man sich als eine Art Absperrhahn vorstellen: ist sie ganz zugestellt, fließt kein Wasser mehr in den Heizkörper. Eine Voreinstellung kann aber auch dosiert zuge dreht werden, so dass nur noch ganz kleine Mengen an Heizwasser in den Heizkörper fließen können. Damit ermöglichen die Voreinstellungen die Einregulierung des Zuflusses von Wasser und damit Wärme in den Heizkörper. Die Wärmeleistung des Heizkörpers kann so genau an den Raum und seine Nutzung angepasst werden.

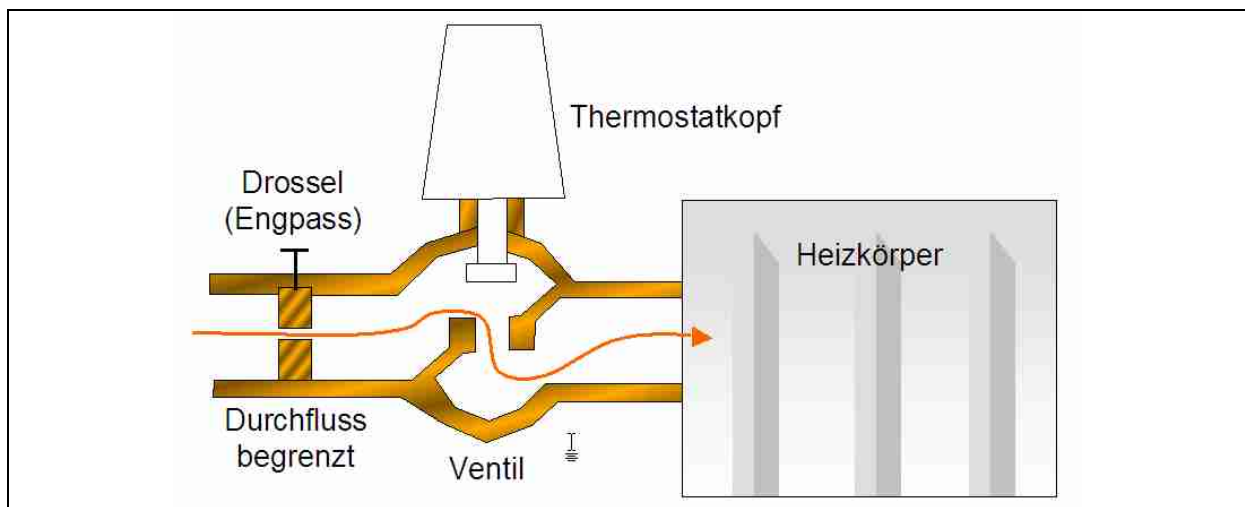


Abbildung 38 (N06) Thermostatventil mit Voreinstellung

Das in Abbildung 38 gezeichnete voreinstellbare Ventil zeigt die Drossel und das eigentliche Ventil nebeneinander. In der Realität sind beide Bestandteile zusammen im gleichen Gehäuse eingebaut und von außen praktisch nicht sichtbar.

Abbildung 39 zeigt ein voreinstellbares Thermostatventil nach Abnehmen des Ventilkopfes. Die aufgeprägten Ziffern entsprechen den verschiedenen Voreinstellungen. Je nachdem, welche Zahl zwischen 1 und 7 gewählt wird, fließt eine unterschiedliche Wassermenge.

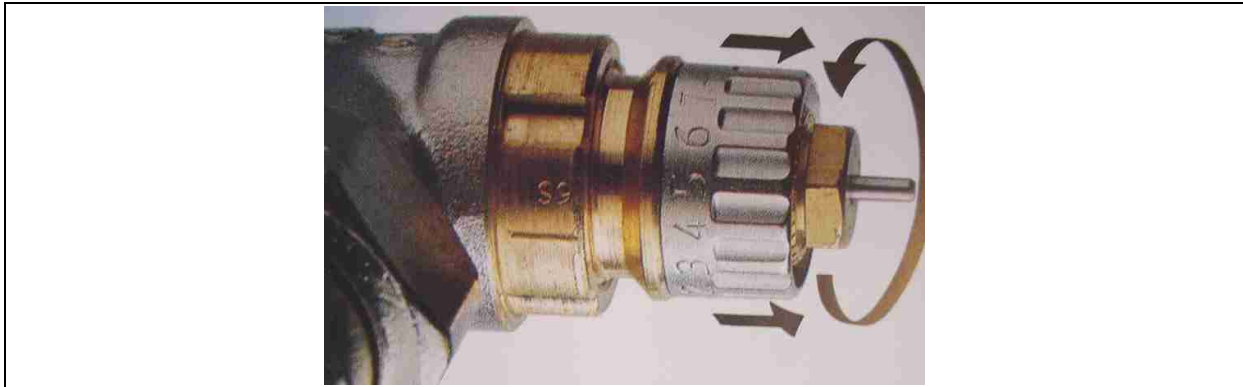


Abbildung 39 (N01) Voreinstellung am realen Ventil (Beispiel)

Damit die Thermostatventile gut arbeiten können, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein.

Zunächst muss die Vorlauftemperatur an der Heizungsregelung richtig eingestellt sein. In vielen Anlagen ist das Heizwasser aber viel zu heiß. Erreicht das zu warm Heizungswasser den Heizkörper, dann könnte dieser viel mehr Wärme abgeben als nötig. Dem wirken die Thermostatventile aber entgegen.

Sie regulieren das Überangebot an Wärme, das durch die erhöhte Vorlauftemperatur entsteht, und müssen stärker schließen. Dadurch können sie dann schlechter arbeiten, wenn zusätzlich noch die Sonne in den Raum scheint. Es ergibt sich also ein verschlechtertes Regelverhalten.

Als Nutzer merkt man das als ständig schwankende Raumtemperatur (Schwankungen um 1 bis 2 °C).

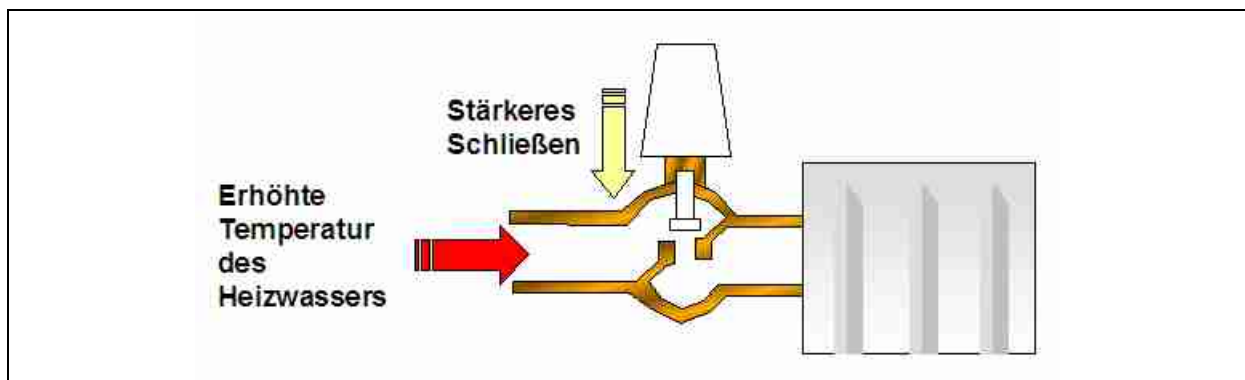


Abbildung 40 (N65) Eine erhöhte Temperatur des Heizwassers zwingt das Thermostatventil zum stärkeren Schließen, damit das Überangebot an Wärme kompensiert wird.

Eine weitere Voraussetzung für ein gutes Regelverhalten des Thermostatventils ist die richtige Einstellung der Pumpenförderrhöhe. Ist die Pumpenförderrhöhe zu groß eingestellt, d.h. wird dem Heizungswasser zu viel Druck mitgegeben, können die Thermostatventile nicht optimal arbeiten.

Herrscht an den noch geöffneten Ventilen ein größerer Druck als nötig, schließen sie etwas verspätet. Die Ventilschneidkante braucht mehr Gegenkraft zum vollständigen Schließen, d.h. das Schließen erfolgt erst bei einer Raumtemperatur, die höher als gewünscht ist.

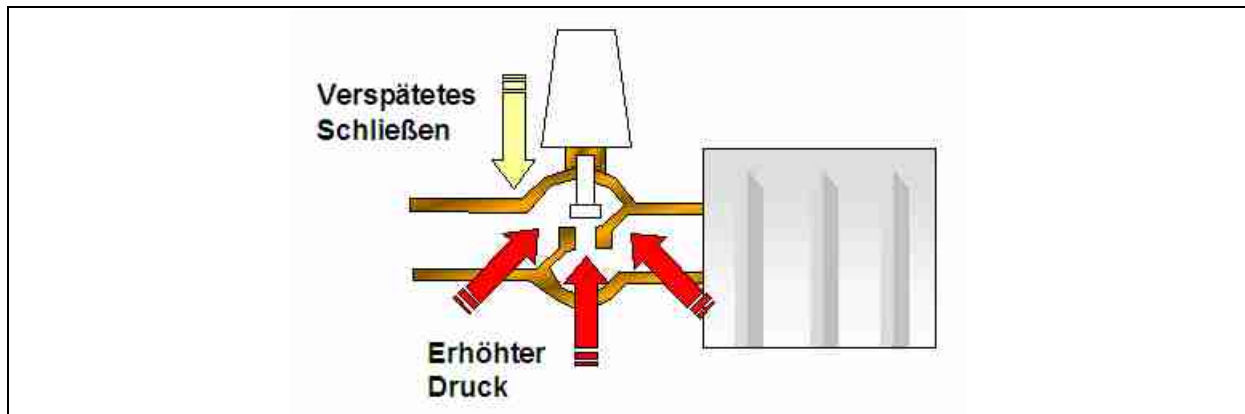


Abbildung 41 (N66) Ein zu hoher Druck des Heizwassers gegen das Thermostatventil kann zu verspätetem Schließen des Ventils führen.

Auch ein hydraulisch abgeglichenes Rohrnetz ist eine Voraussetzung für ein gutes Regelverhalten des Thermostatventil. Was passiert in einem hydraulisch nicht abgeglichenen Netz?

Die Wärme wird an die einzelnen Heizkörper "ungerecht" verteilt. Die Thermostatventile müssen dieses durch stärkeres Öffnen oder Schließen ausgleichen, damit sich trotzdem die gewünschte Raumtemperatur einstellt. Andere als die geplanten Durchflüsse verschlechtern das Regelverhalten.

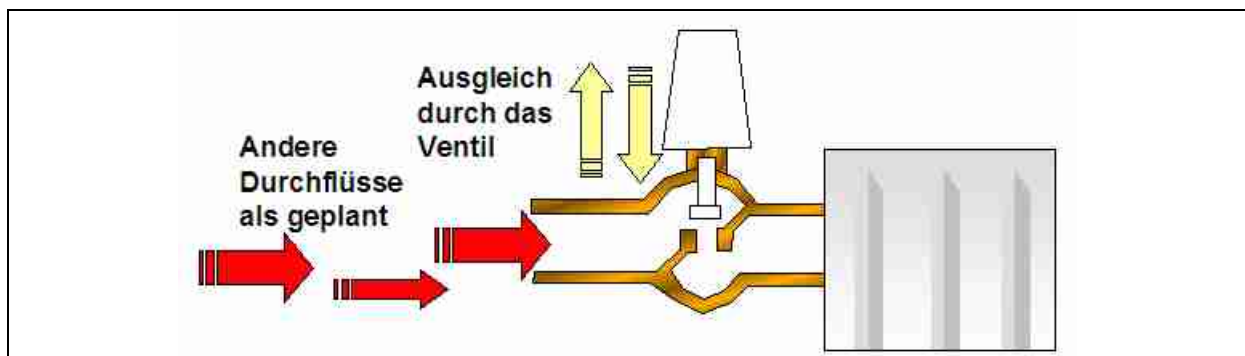


Abbildung 42 (N67) Andere Durchflüsse als geplant führen dazu, dass das Thermostatventil das unterschiedliche Angebot ausgleichen müssen.

Ein optimales Regelverhalten der Thermostatventile kann nur erreicht werden, wenn alle Anlagenkomponenten optimal eingestellt sind und aufeinander abgestimmt sind. Dadurch wird nicht nur der Komfort erhöht, sondern auch dazu beigetragen, Energie zu sparen.

3 Pumpen

Die Pumpe einer Heizungsanlage befindet sich in der Regel im Keller eines Gebäudes, manchmal ist sie auch direkt in einem Kompaktheizgerät (Wandgerät) eingebaut. Sie ist das Kernstück der Hydraulik der Heizungsanlage, denn mit Hilfe von zugeführtem elektrischem Strom bewegt sie das Heizungswasser in einem ständigen Kreislauf. Die Pumpe gleicht die Druckverluste (Reibungsverluste) aus, die das Wasser beim Transport durch die Heizungsanlage erfährt.

Die drei wichtigsten Eigenschaften einer Pumpe sind: die Förderhöhe, der Durchfluss und die Leistung.

Mit Hilfe der zugeführten elektrischen Leistung kann die Heizungspumpe das Heizwasser fördern. Die geförderte Menge an Heizwasser heißt auch Durchfluss. Der Durchfluss wird auch Volumenstrom genannt und oft in "Litern pro Stunde" angegeben. Das von der Pumpe geförderte Heizwasser muss ausreichen, um alle Heizkörper zu versorgen, die an dieser Pumpe angeschlossen sind.

Der geförderten Wassermenge wird in der Pumpe gleichzeitig eine Druckenergie zugeführt, d.h. das Wasser wird mit einer bestimmten Kraft durch das Rohrnetz gedrückt. Diese Druckerhöhung in der Pumpe wird auch "Förderhöhe der Pumpe" genannt.

Eine Pumpe wird u.a. so gewählt, dass die Förderhöhe (also die mögliche Druckerhöhung bzw. die resultierende Druckkraft) genau ausreicht, um das Heizwasser durch das vorhandene Rohrnetz mit allen seinen Verengungen zu drücken. Die Förderhöhen werden in Metern angegeben, wobei 1 Meter Förderhöhe 0,1 bar Druckerhöhung entsprechen. Die Förderhöhe gibt aber nicht an, bis in welche Gebäudehöhen eine Pumpe Wasser hochpumpen kann! Nur welchen Gegendruck des Rohrnetzes die Pumpe mit ihrer Kraft überwinden kann.

An eine Umwälzpumpe werden folgende Anforderungen gestellt:

- Sie sollte in der Lage sein, den zur Beheizung notwendigen Anlagenvolumenstrom zu fördern. Die Heizungspumpe hat also die Aufgabe, die vom Wärmeerzeuger bereitgestellte Wärme in Form von Heizwasser an die Wärmeabgabestellen (Heizkörper) zu transportieren.
- Sie sollte die benötigte Förderhöhe in allen Betriebsbereichen, bei Volllast sowie Teillast bereit stellen.
- Die Pumpe sollte dabei einen möglichst geringen Energieverbrauch aufweisen.

Die wichtigsten Komponenten einer typischen Heizungspumpe in Wohngebäuden sind in Abbildung 43 zusammengestellt.

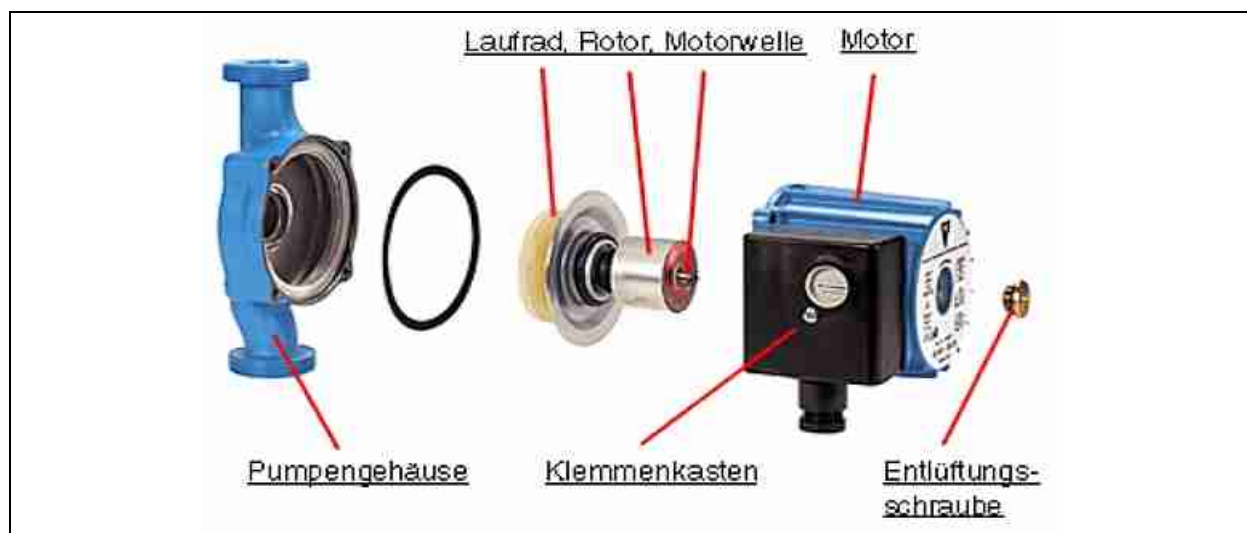


Abbildung 43 (N29) Wichtigste Komponenten einer Pumpe.

Man kann Pumpen auf vielfältigste Weise unterscheiden und klassifizieren. Für die Heizungspumpen ist eine Möglichkeit, Pumpen hinsichtlich des Energieverbrauchs einzuteilen:

- unregelte Heizungsumwälzpumpen (Standardpumpen)
- normale regelbare Heizungsumwälzpumpen (Energiesparpumpen)
- regelbare Hocheffizienzpumpen

Die unregelten Heizungspumpen gibt es in ein- und mehrstufiger Ausführung. Das heißt, die Pumpe kann immer nur mit einer Leistung (z.B. 60 W) laufen oder umgestellt werden zwischen mehreren Stufen (z.B. 80 W – 63 W – 45 W).

Eine unregelte einstufige Pumpe erkennt man daran, dass gar kein Schalter am Gehäuse zu finden ist. Eine mehrstufige Pumpe hat einen solchen Schalter (meist Drehknopf), er kann aber nur in beispielsweise drei bestimmten Stufen umgestellt werden. Es gibt keine Zwischenstufen.

Vorteil der unregelten Pumpen: sie sind sehr kostengünstig. Nachteil: es ist keine Leistungsanpassung der Pumpe an den Bedarf möglich, wenn z. B. viele Thermostatventile geschlossen sind (Sonne scheint in die Räume). Einmal auf eine Stufe eingestellt läuft eine solche Pumpe immer mit z.B. 63 W, auch wenn viel weniger Leistung ausreichen würde. Die Umschaltung zwischen den Stufen kann nur per Hand erfolgen!



Abbildung 44 (N23, N25) Ungeregelte Pumpen. Stufig am Klemmenkasten einstellbar.

Normale Regelpumpen gibt es seit etwa 1988. Sie haben eine integrierte Automatik, welche die Leistung der Pumpe an den Bedarf der Anlage anpassen kann. Erreicht wird dies durch eine verminderte Drehzahl. Somit läuft sie nicht das ganze Jahr auf einer Leistungsstufe, sondern bewegt sich zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert.

Vorteilhaft sind Regelpumpen, weil sie durchschnittliche Energieeinsparungen gegenüber Standardpumpen bis zu 40 % ermöglichen. Ab einer Wärmeerzeugerleistung von 25 kW ist es auch vorgeschrieben, in einer Heizungsanlage eine Regelpumpe einzubauen.

Nachteil von Regelpumpen: höhere Investitionskosten.

Man erkennt Regelpumpen an einem Drehschalter, der sich stufenlos bewegen lässt. In neueren Modellen sind allerdings auch nur elektronische Anzeigen vorhanden, an denen sich der gewünschte Wert einstellen lässt.



Abbildung 45 (N24, N26) Geregelter Pumpen. Stufenlos am Klemmenkasten einstellbar.

Seit 2001 gibt es außerdem noch eine besondere Form der Regelpumpe, die Hocheffizienzpumpe. Sie arbeitet praktisch so wie die normale Regelpumpe und ist stufenlos einstellbar, hat aber eine ganz andere Art von Motor. Dies ermöglicht Energieeinsparungen gegenüber Standardpumpen von bis zu 80 %. Diese Pumpen sind aber noch sehr teuer!

Für die Heizungsoptimierung und Nachrüstung von Pumpen ist der Einsatz von normalen Regelpumpen sehr zu empfehlen. Es ist aber bei einer Regelpumpe unbedingt darauf zu achten, dass eine Überdimensionierung möglichst vermieden wird.

Ist die Pumpe zu groß, muss sie schon unter Normalbedingungen ganz im unteren Drehzahlbereich arbeiten (Minimalleistung). Die Maximalleistung wird dann nie benötigt. Eine weitere Reduzierung der Leistung an Tagen mit weniger Bedarf ist dann aber nicht mehr möglich. Diese zu große Pumpe bringt dann keine Ersparnis von Energiekosten im Vergleich zu einer unregelmäßigen Pumpe.

Beispiel: die Regelpumpe für ein Mehrfamilienhaus kann im Bereich von 1600 W (maximal) bis 300 W (minimal) stufenlos arbeiten. Benötigt werden in der Anlage aber höchstens 300 W und im Jahresmittel sogar nur 100 W. Dann läuft die Pumpe das ganze Jahr mit 300 W, weil eine weitere Leistungsverminderung technisch nicht möglich ist. Dann hätte man auch die viel billigere unregelmäßige Pumpe einbauen können, die auch das ganze Jahr konstant 300 W arbeitet.

Daher sollte die geregelte Pumpe so klein wie möglich ausgelegt werden. Beispielsweise würde man ein Modell nehmen, das zwischen 350 W und 50 W stufenlos arbeiten kann. Mit dieser kann dann bequem jeder Betriebspunkt erreicht werden.

Die Forderung, eine Pumpe so klein wie möglich zu wählen, gilt natürlich auch für die unregelmäßige Pumpe!

Wie kann eine Pumpe in die Anlage integriert werden? Es wird grundsätzlich in "interne Pumpen" und "externe Pumpen" unterschieden.

Interne Pumpen sind in den Wärmeerzeuger integriert. Sie werden häufig in konventionellen Wandkesseln bis 40 kW Wärmeleistung eingesetzt (Einfamilienhaus, Zweifamilienhaus). Es gibt aber auch fertig Kompaktstationen für Fernwärme, in denen die Pumpe schon fertig eingebaut ist.

Nachteile, die bei einer internen Pumpe auftreten können:

Oftmals sind interne Pumpen nicht an die Anforderungen der Anlage anpassbar und arbeiten mit viel zu hohen Förderhöhen und Leistungen. Dies ist der Fall, weil der Hersteller des Wandkessels nur eine Art Pumpe für alle Gebäude vorsieht. Er kann vorher natürlich noch nicht wissen, wie die Anlage aussieht, in die sein Gerät später eingebaut wird und nimmt die Pumpe möglichst groß. Leider kann man die zu große Pumpe oft nicht ändern, weil sie fest in die Regelung eingebunden ist und der Kessel nur mit dieser Pumpe läuft. Zu große Pumpen können zu Geräuschen in der Anlage führen und haben einen unnötig hohen Verbrauch von elektrischer Energie zur Folge.

Externe Pumpen können dagegen unabhängig vom Wärmeerzeuger durch beliebige Fabrikate ersetzt werden und daher genau an die Anforderungen der jeweiligen Anlage angepasst werden. In Mehrfamilienhäusern sind externe Pumpen oft anzutreffen. Hier werden Wärmeerzeuger und Pumpe getrennt voneinander vom Anlagenfachmann gewählt.

Externe Pumpen sind in den meisten Fällen der integrierten Pumpe vorzuziehen.

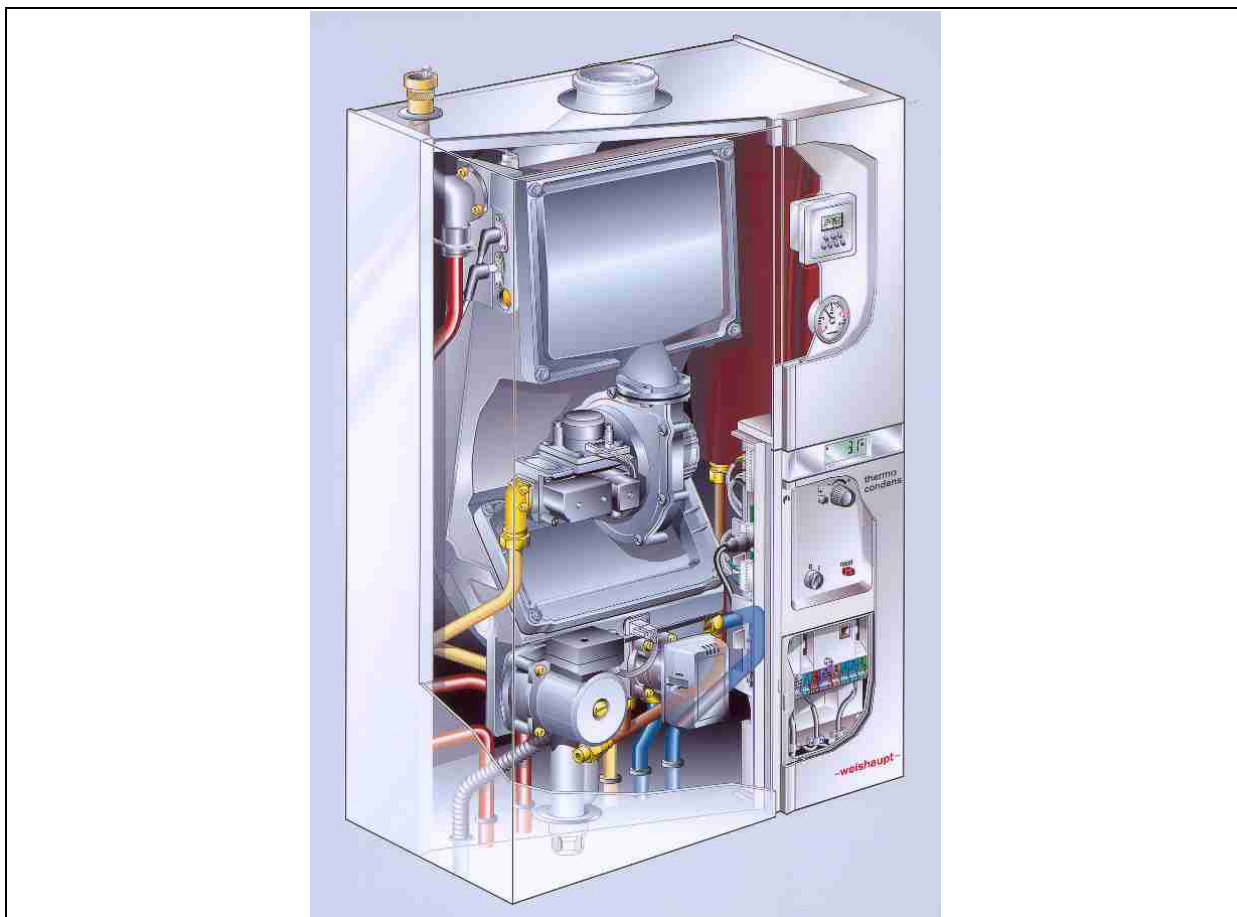


Abbildung 46(N27) Interne Pumpe (unten links) integriert in einen Wandkessel.

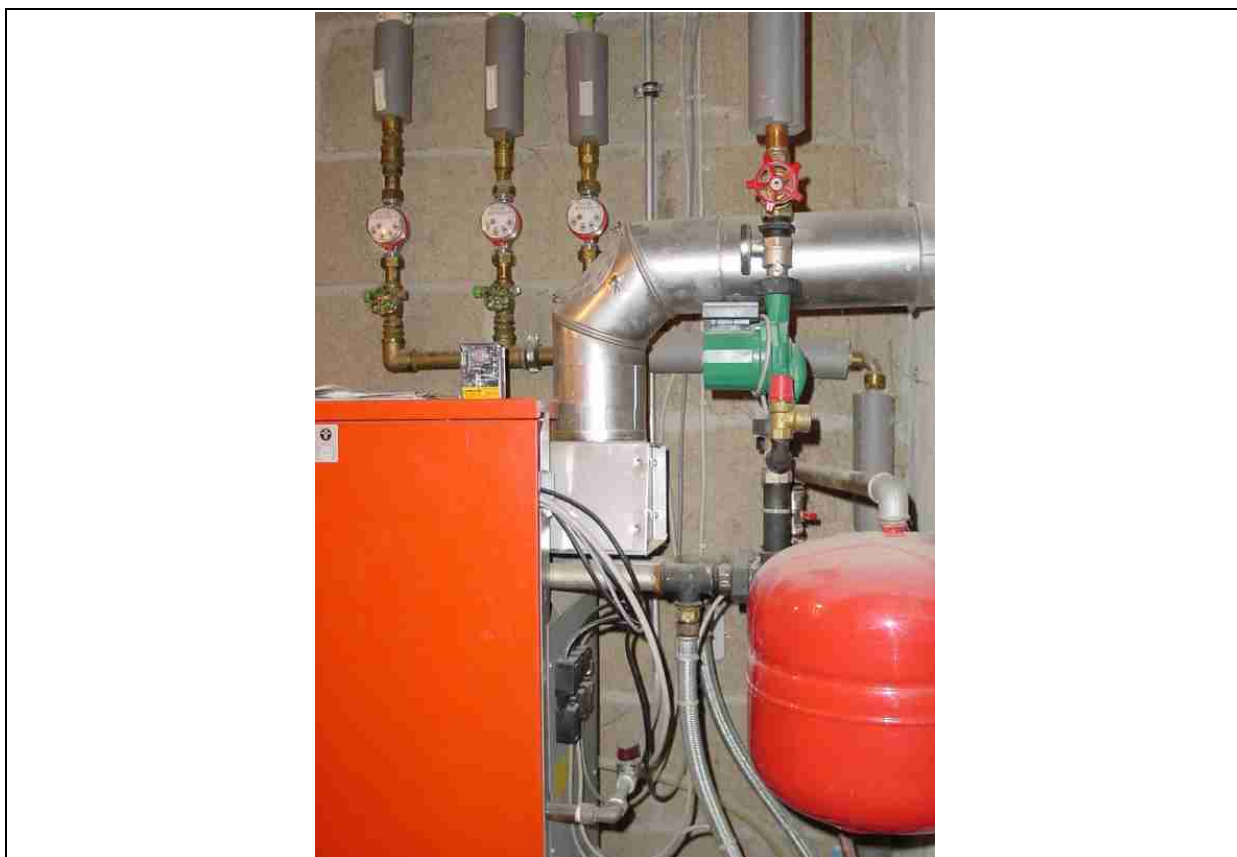


Abbildung 47 (N28) Externe Pumpe (grün) in einer größeren Heizungsanlage.

Fazit: Damit eine Heizungsanlage optimal funktioniert, sollte die Pumpe an die anderen Anlagenkomponenten angepasst werden. Überdimensionierung ist bei allen Pumpentypen zu vermeiden. Ist die Pumpe mehrstufig oder eine Regelpumpe, so sollte sie vor Ort auf die gewünschten Parameter eingestellt werden. Das macht der Anlagenfachmann.

4 Regelung

Als Regelung fasst man alle Bauteile einer Heizungsanlage zusammen, welche die Aufgabe haben, bestimmte vorgegebene Sollwerte einzuhalten. Zu den Elementen der Regelung zählen z.B. die Thermostatventile, die witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung sowie die Pumpenregelung.

- Thermostatventile (Regelung der Raumtemperatur): je nach Raumtemperatur öffnen und schließen diese, so dass der Raumtemperatursollwert eingehalten wird
- witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung (Regelung der Vorlauftemperatur): je nach Außentemperatur wird eine bestimmte Heizwassertemperatur benötigt (je wärmer es draußen ist, desto geringer kann die Heizwassertemperatur sein); die Regelung überwacht das Einhalten der Temperatur auf den gewünschten Sollwert durch einen Messfühler im Heizwasser; ist die Heizwassertemperatur zu gering, wird sie beispielsweise durch gesteigerte Verbrennung angehoben
- Pumpenregelung (Regelung der Förderhöhe): wird weniger Heizungswasser im Heizungsnetz benötigt als geplant (weil z.B. in einem Teil der Räume die Sonne einen Teil der Wärme liefert), dann kann die Pumpe mit einer geringeren elektrischen Leistung betrieben werden; die Pumpenregelung übernimmt die Anpassung der Pumpe an den Bedarf

Im folgenden soll die witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung (Regelung der Vorlauftemperatur) näher beschrieben werden. Die Komponenten der Regelung sind größtenteils in kleinen elektronischen Kästen in der Heizzentrale zusammengefasst.



Abbildung 48 (N63, N64) Einstellung der Vorlauftemperatur an der Heizungsregelung

An der Heizungsregelung können verschiedene Größe eingestellt werden. Die wichtigste ist die Vorlauftemperatur, andere sind Abschaltzeiten im Sommer oder in der Nacht. Doch zunächst zur Vorlauftemperatur. Die Temperatur des Heizwasser, welches den Wärmeerzeuger verlässt und in die Heizkörper strömt wird durch die sogenannte "Heizkurve" bestimmt.

Die Heizkurve gibt vor, welche Heizwassertemperatur aufgrund der Außentemperatur sinnvoll ist. Ist es draußen sehr kalt, muss wärmeres Heizwasser im Gebäude verteilt werden als wenn draußen eine milde Witterung herrscht. Die Heizkurve stellt also die Verbindung zwischen der Außentemperatur und der Heizwassertemperatur her. Die Rechenlogik dafür ist in der Regelung heutzutage als Chip eingebaut.

Die Heizkurve muss vom Anlagentechniker beim Einbau der Anlage einmalig eingestellt werden. Er stellt dabei die maximal notwendige Vorlauftemperatur bei extrem kaltem Wetter (meist bei $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$) ein, die er vorher mit einer Berechnung für das Gebäude bestimmt hat.

Welche Einstellmöglichkeiten gibt es bei der Heizkurve?

- Steigung: Je höher die Steigung ist, desto höher ist die Vorlauftemperatur an den kalten Tagen des Jahres (Abbildung 49: die rote Heizkurve bewirkt, dass das Heizwasser bei $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ Außentemperatur etwa $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ warm ist, bei der blauen Heizkurve mit geringerer Steigung werden nur knapp über $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht)
- Parallelverschiebung: Mit einer Parallelverschiebung kann man ganzjährig höhere Raumtemperaturen erreichen

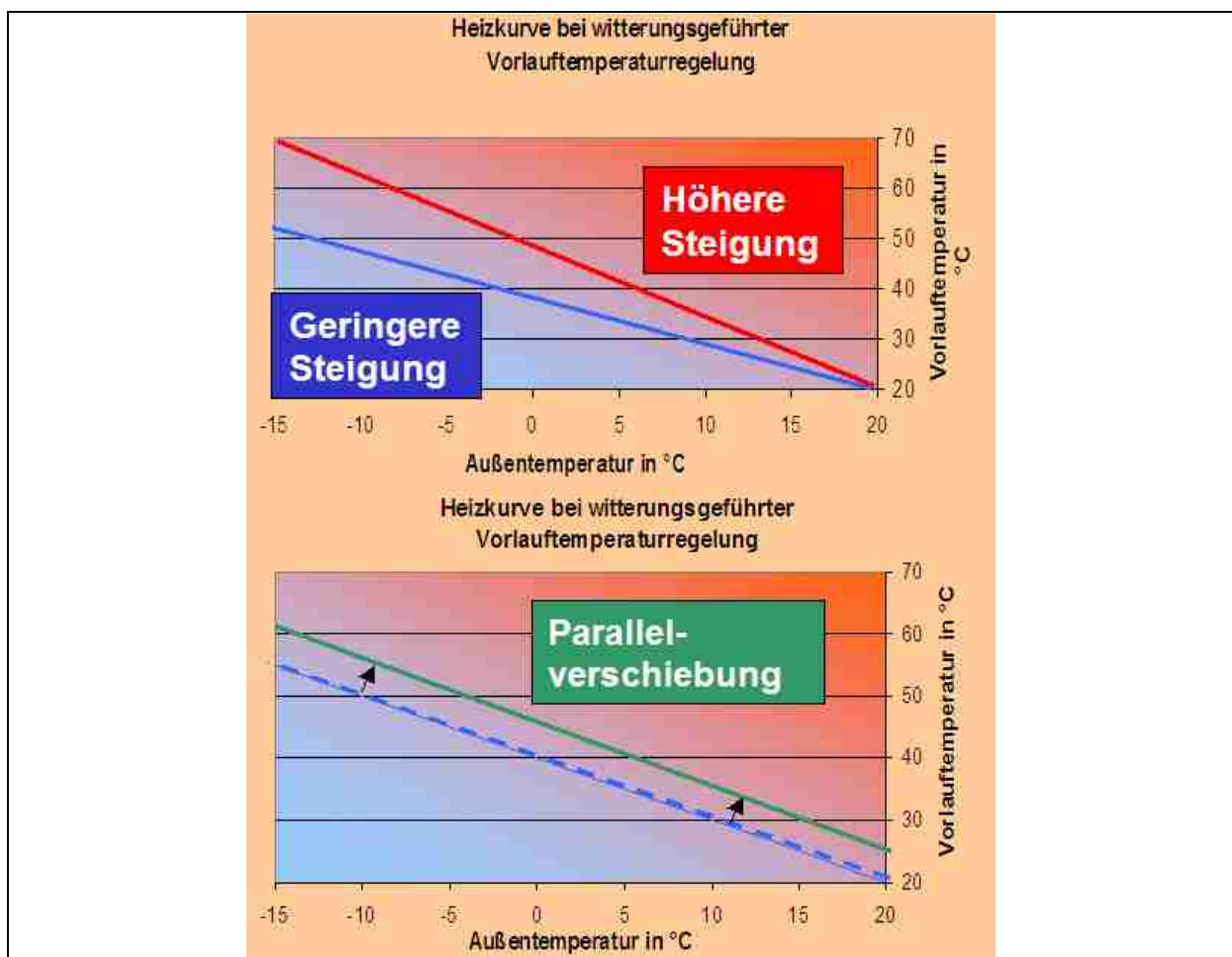


Abbildung 49 (B60, B61) Zusammenhang von Vorlauftemperatur und Außentemperatur in Form der Heizkurve.

Die Heizkurve sollte so niedrig wie möglich eingestellt werden, aber so, dass es in allen Räumen ausreichend warm wird.

Eine Überversorgung der Räume mit Wärme aufgrund einer überhöhten Vorlauftemperatur (zu hohe Heizkurve) ist zu vermeiden. Denn in diesem Fall müssen die Thermostatventile ständig den Wärmefluss an den Raum bremsen und können ihrer eigentlichen Aufgabe (ausregeln von Sonneneinstrahlung und sonstiger Fremdwärme im Raum) nicht nachkommen.

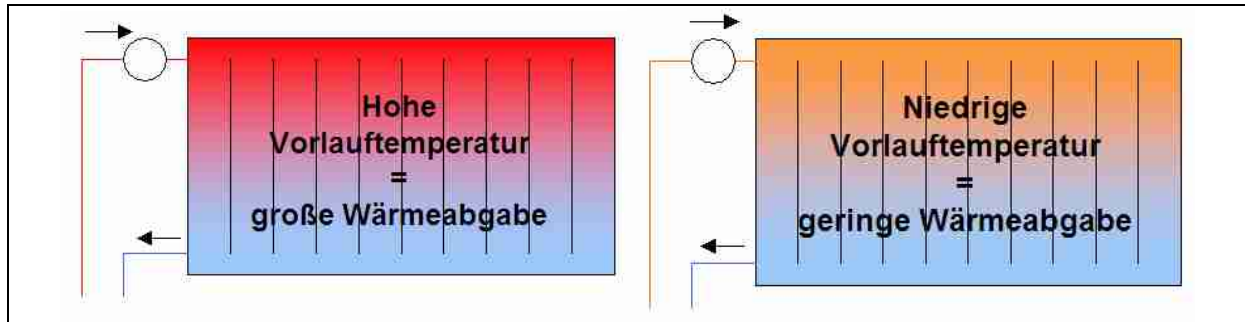


Abbildung 50 (B58, B59) Auswirkung zu hoch eingestellter Vorlauftemperaturen am Heizkörper.

Eine gute Heizungsregelung ermöglicht es, die sogenannte Heizgrenztemperatur einzustellen, so dass die Heizung sich allein abschaltet, wenn draußen beispielsweise die 15 °C erreicht sind. Was ist eigentlich die Heizgrenztemperatur?

Die Heizgrenztemperatur gibt an oberhalb welcher Außentemperatur die Heizung ausgeschaltet sein kann.

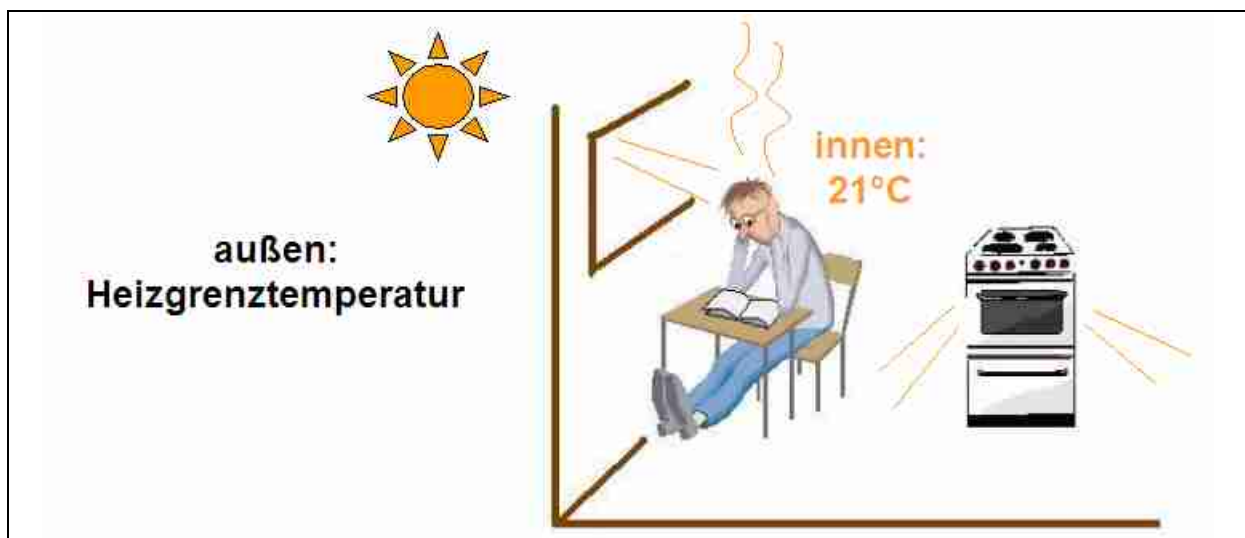


Abbildung 51 (N54) Bei der Heizgrenztemperatur reichen Sonneneinstrahlung und sonstige Fremdwärme (Personen, Geräte) im Gebäude aus, um eine behagliche Temperatur zu erreichen. Es muss nicht geheizt werden.

Wird eine Außentemperatur von beispielsweise 15 °C im Frühjahr überschritten, reichen allein die Sonnenwärme sowie die Personenwärme und Wärme von elektrischen Geräten aus, um das Gebäude auf 20 ... 21 °C zu beheizen. Zusätzliche Heizwärme muss den Räumen nicht über die Heizkörper zugeführt werden, daher kann die Heizung abgestellt werden. Im Herbst ist es umgekehrt: wird die Heizgrenztemperatur unterschritten, muss die Heizung wieder angeschaltet werden.

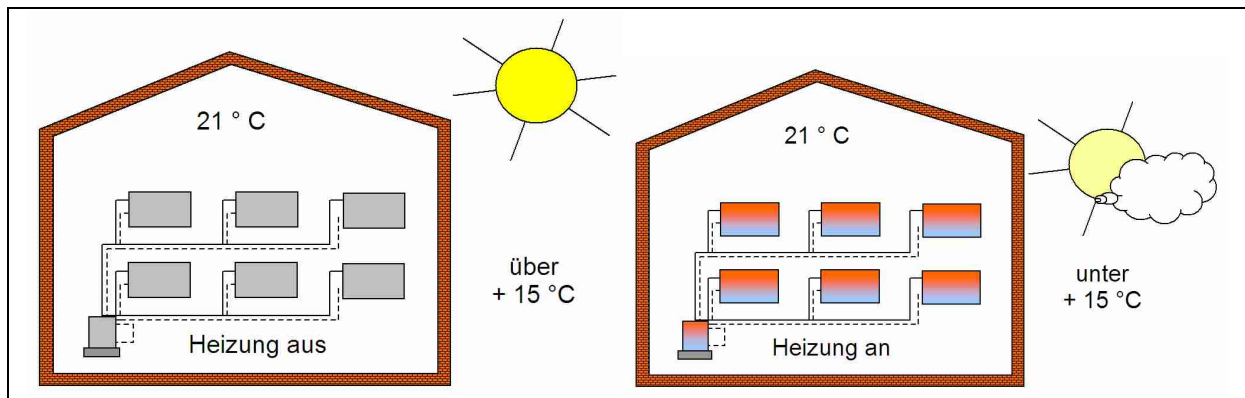


Abbildung 52 (N02, N03) Gebäude mit einer Heizgrenze von 15 °C.

Welche Heizgrenztemperatur hat ein Gebäude? Ein typischer Wert für diese Ein- und Ausschaltung ist 15 °C. Die spezielle Heizgrenztemperatur eines Gebäudes hängt aber von sehr vielen Größen ab, z.B. von der Wärmedämmung des Gebäudes, von den zusätzlichen Wärmemengen (Sonne, Personen ...) und vom Nutzerverhalten.

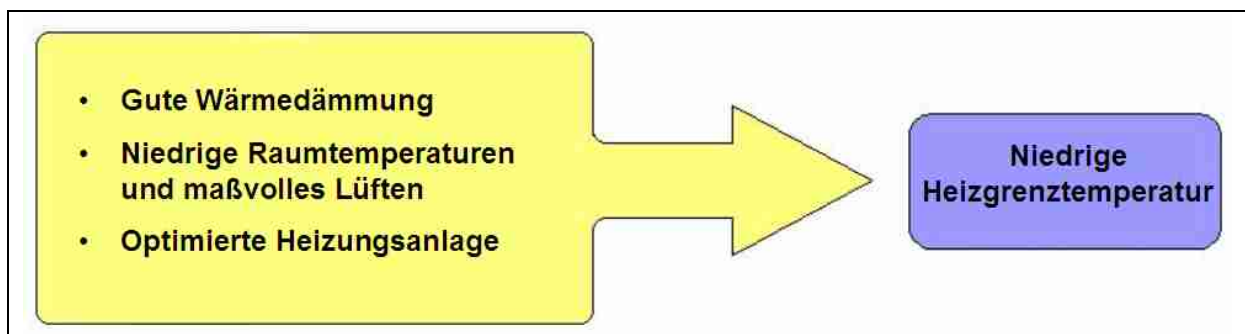


Abbildung 53 (N56) Wichtige Einflüsse auf die konkrete Heizgrenze eines Gebäudes.

Was bewirkt die Einstellung der Heizgrenztemperatur an der Heizungsregelung? Überschreitet die Außentemperatur die an der Regelung eingestellt Heizgrenztemperatur, wird die Heizung automatisch abgeschaltet. Die Heizungsanlage weist in diesem Fall einen Temperaturfühler (meist auf der Nordseite des Gebäudes) auf.

Die Trinkwarmwasserbereitung wird unabhängig davon fortgeführt. So kann man Energiekosten sparen, vor allem weil die Pumpe ausgeschaltet ist.

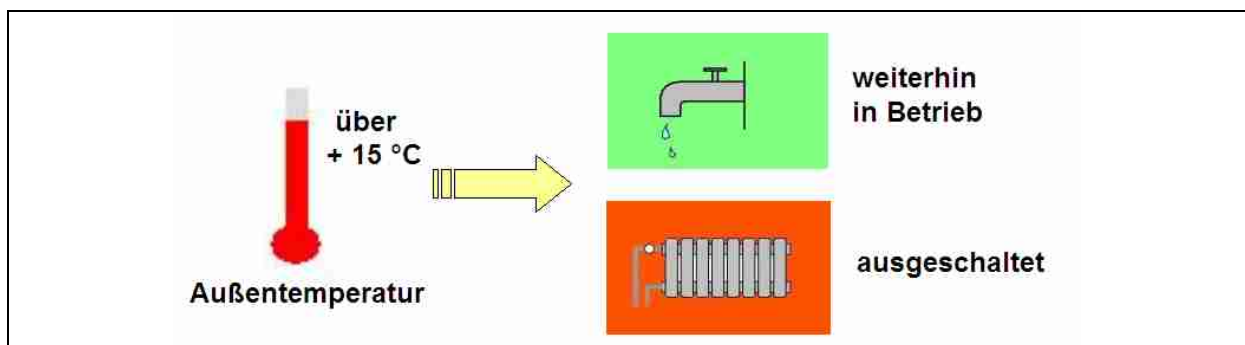


Abbildung 54 (N55) Umschaltung vom Heiz- & Warmwasserbetrieb in den reinen Trinkwarmwasserbetrieb oberhalb der Heizgrenze.

Auch mit einer Anpassung der täglichen Schaltzeiten der Heizungsanlage kann Energie gespart werden. Ein Beispiel:

- Normalbetrieb der Heizung tagsüber von 6.00 bis 23.00 Uhr
- Nachtabenkung der Heizung von 23.00 bis 6.00 Uhr
- Nächtliches Abschalten der Trinkwarmwasser- Zirkulationspumpe

IMPRESSUM



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



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

Projektpartner / OPTIMUS-Gruppe:



Innung Sanitär- und Heizungstechnik
Wilhelmshaven



Berufsbildende Schulen II
Aurich



Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung
Bremen



Trainings- & Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel e.V.
Wolfenbüttel



Firma WILO GmbH
Dortmund