

Hydraulischer Abgleich durch Rücklauftemperatur-Optimierung

Wenn das Haus nicht warm wird, wird meist die Heizkurve angehoben und die Umwälzpumpe hochgeschaltet. Das Haus wird nun zwar warm, aber die Heizkosten erhöhen sich unnötig stark.

Das bessere Vorgehen ist der Hydraulische Abgleich. Dieser empfiehlt sich auch, wenn das Haus nachträglich gedämmt wird.

Im sogenannten Optimus-Projekt wurde dafür ein systematisches Vorgehen entwickelt und veröffentlicht. Dieses Verfahren ist aber sehr aufwändig und kompliziert.

Ein weniger aufwändiges und auch nach und nach durchführbares Verfahren ist der Hydraulische Abgleich durch die Rücklauftemperatur-Optimierung. Es ist nicht so umfangreich wie das Optimus-Verfahren und kann auch (noch) nicht bei jeder Heizungsanlage eingesetzt werden, ist aber für eine Vielzahl von Heizungsanlagen brauchbar.

Mieter in einem Mehrparteienhaus mit zentraler Wärmeversorgung sollten nicht eigenmächtig den Abgleich durchführen.

Der Abgleich erfolgt in vier Schritten

1. Massenstrom begrenzen bei zu hoher Rücklauftemperatur (RLT)
2. Pumpenleistung senken, wenn Fließgeräusche entstanden sind
3. Heizkurve absenken bis die Heizleistung gerade noch ausreicht
4. Heizleistung erhöhen durch Anheben der Rücklauftemperatur bei zu niedriger Heizleistung

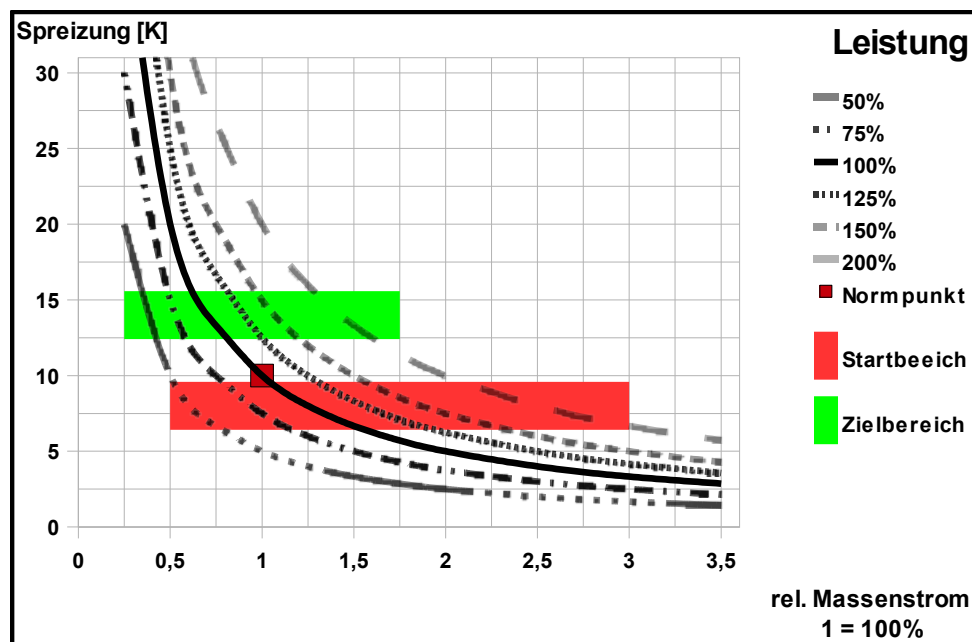
Nach dem Abgleich hat jeder Heizkörper seine eigene RLT. Nur im eher seltenen Fall, dass die Verhältnisse Heizlast zu installierter Heizleistung aller Räume gleich sind, sind auch die Rücklauftemperaturen alle gleich.

Jede Heizungsanlage ist anders

Unsere Anleitung geht von einer witterungsgeführten Vorlauftemperaturregelung und einer Zweirohranlage aus. Für den hydraulischen Abgleich benötigt man ferner an allen Heizkörpern entweder voreinstellbare Thermostatventile oder eine einstellbare Rücklaufbegrenzung. Bei manchen Thermostatventilen lässt sich eine Voreinstellung nachrüsten. Sollte dies nicht möglich sein, muss man entweder alle Thermostatventile austauschen lassen oder überall einstellbare Rücklaufbegrenzungen einsetzen lassen.

Ziel des Abgleichs ist es nun, die Voreinstellung an allen Thermostatventilen bzw. Rücklaufbegrenzungen optimal aufeinander abzugleichen, so das man mit insgesamt einer geringeren Heizkesseltemperatur und Pumpenleistung auskommt, ohne das es zu Komforteinbußen kommt. Mit den Voreinstellungen wird der Strom des Heizwassers durch den Heizkörper fest voreingestellt: Entweder wird die Voreinstellung ganz geöffnet, dann gibt es einen großen Massenstrom durch den Heizkörper oder fast ganz geschlossen, dann fließt nur ganz wenig Wasser. Die optimale Zwischenstellung zwischen diesen Extremen gilt es jetzt zu finden!

Nicht abgegliche Heizungsanlagen haben einen zu hohen Massenstrom (zu hohe Pumpenleistung) und dadurch eine zu geringe Spreizung. Das folgende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen Massenstrom und Temperaturspreizung sowohl für eine ganze Heizungsanlage als auch für jeden Heizkörper HK:



Die Kurvenschar gibt das Leistungsspektrum für Heizkörper, aber auch für die gesamte Heizungsanlage, von 50% bis 200% wieder. Bei der RLT-Optimierung werden die Heizkörper vom roten Bereich in den grünen Bereich gebracht. Beispielsweise benötigt ein Heizkörper im Normpunkt (75 / 65 / 20) – angegeben ist hier stets die Vorlauftemperatur, die Rücklauf-temperatur und die Raumtemperatur - bei 10 K Spreizung für jedes Kilowatt Leistung ca. 86 l/h Heizungswasser. Diese 86 l/h entsprechen im Diagramm dem Massenstrom 1 (100%). Die gleiche Leistung (100%) bei 12 K Spreizung erfordert den 0,83 fachen Massenstrom. Für einen Heizkörper in Normauslegung wären das ca. 71 l/h.

Dieser Zusammenhang wird bei der RLT-Optimierung für den Hydraulischen Abgleich eingesetzt. Der beispielhafte rote Startbereich zeigt eine Spreizung von 7 K bis 9 K. Der genaue Massenstrom ist nicht bekannt. Jedoch kann man von einem zu hohen Massenstrom ausgehen. Ziel ist der grüne Bereich, der eine höhere Spreizung (im Diagramm zwischen 12 K und 16 K) bei geringerem Massenstrom darstellt.

Durch Veränderung des Massenstroms und der Spreizung wird auch die Leistung des Heizkörpers beeinflusst. Man kann aber davon ausgehen, dass das Wärmeangebot von Wärmeerzeuger und Heizkörper (Heizleistung) sehr viel höher ist als der Wärmebedarf des Wohnraumes (Heizlast). Durch die Verringerung des Wärmeangebot hin zum Wärmebedarf wird letztendlich die Einsparung¹ erzielt.

Normbedingungen und Auslegungspunkt

Jede Heizungsanlage ist für eine minimale Außentemperatur (z.B. -15°C) ausgelegt. Diese Temperatur nennt man den Auslegungspunkt. Die Normbedingungen für die Heizkörpernormleistung werden für die reale Anlage umgerechnet. Die verwendeten Beispieldaten gehen von einer Niedertemperatur-Heizung (52 / 38 / 22) aus. Damit ergibt sich eine Spreizung von 14 K im Auslegungspunkt. Um Energie zu sparen, dimensioniert man heute die Heizkörper deutlich größer als früher und kann deshalb die gleiche Heizleistung auch mit geringeren Vorlauf-temperaturen und Temperaturspreizungen erreichen.

¹ Alleine durch den Hydraulischen Abgleich konnte der Autor in den letzten zwei Heizperioden (08/09 und 09/10) 20% der Heizenergie zum langjährigen Mittel einsparen.

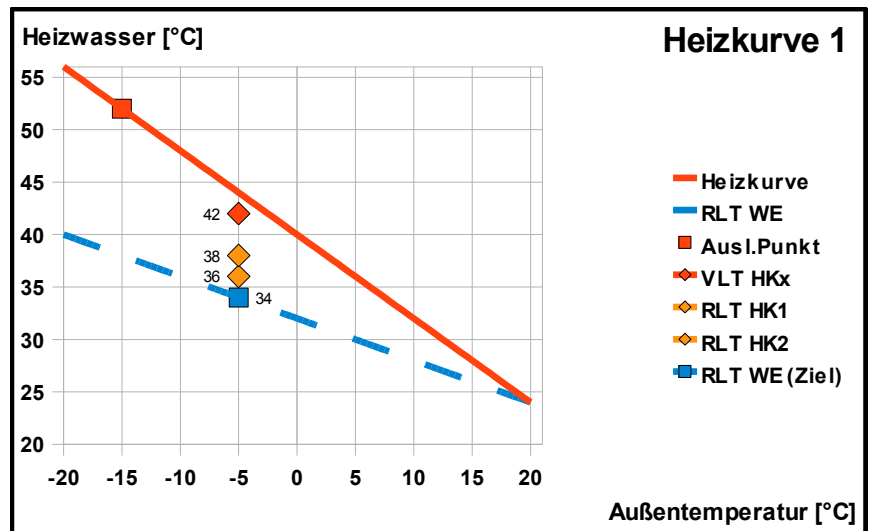
Die Praxis

Nach diesen eher theoretischen Betrachtungen folgt jetzt das Praktische. Zu beachten ist, dass zum Zeitpunkt der Messung und Optimierung in der Regel keine Bedingungen herrschen, die dem Auslegungspunkt zu Grunde liegen. Dies gilt vor allem für die Spreizung, da diese als Messgröße eingesetzt wird. Die Spreizung wird meist kleiner sein als die beispielhaften 10 K im Auslegungspunkt.

Weiterhin ist zu beachten, dass für einen Messzyklus ausreichend stabile Verhältnisse herrschen. Ein Messzyklus dauert z.B. eine Stunde. Während dieser Zeit sollte die Außentemperatur nicht stark schwanken, andere Heizkörper sollten nicht zu- oder abgeschaltet werden, Fremdwärme sollte vermieden und Heizkurve und Pumpeneinstellung nicht verändert werden.

Heizkurve des Beispiels

Das Diagramm zeigt die Heizkurve für zwei Beispielheizkörper HK1 und HK2 und die RLTen der HK1 und HK2 vor der Optimierung und nachdem die Ventile geöffnet wurden.



Zunächst wird der Regelfall beschrieben, die Sonderfälle danach. Ein Protokollformular ist dieser Anleitung beigelegt. In der Anleitung sind die Beispielwerte im Formular eingetragen. Es gibt für jeden Heizkörper 3 Zustandszeilen:

- vorher, mit den Werten vor der Einstellung
- offene Ventile: mit den Werten, die sich mit dem Öffnen des Ventils eingestellt haben
- voreingestellt: mit Werten nach der Einstellung des Massenstroms

Es empfiehlt sich, das Protokoll gut zu führen, um bei Bedarf Schritte rückgängig machen zu können.

1. Massenstrom begrenzen

Für die Massenstrombegrenzung gibt es zwei gebräuchliche Lösungen: Thermostatventile mit Voreinstellung und Heizkörper mit einstellbarer Rücklaufverschraubung. Nach Abnahme des Ventilkopfes ist die Voreinstellungsmöglichkeit sichtbar. Unter der Kappe der Rücklaufverschraubung befindet sich die Voreinstellung. Im Beispiel wird das Thermostatventil mit Voreinstellung verwendet.

Zunächst werden die übergeordneten Werte ermittelt, wichtig ist die Rücklauftemperatur am Wärmeerzeuger (34°C).

Datum / Zeit	Außentemperatur [°C]	VLT WE [°C]	RLT WE [°C]	Heizkurve / Pumpe
05.02 / 11:00	-5°C	44	34	52 / 38 / 22 ; Stufe 2

Die Vorlauftemperatur (VLT) des Wärmeerzeugers (WE) muss annähernd an den Heizkörpern ankommen. Die aktuelle RLT am Wärmeerzeuger (34°C) ist der Zielwert beim Absenken für diesen Messzyklus. Dieser Zielwert muss für den Messzyklus beibehalten werden, auch wenn er sich während des Messzykluses verändert.

Der Raum mit der größten Heizlast / Heizleistung kommt zu erst dran. Das Wohnzimmer hat 2 Heizkörper, die zusammen optimiert werden. Beide Heizkörper haben nach der Optimierung die gleiche RLT.

Raum / HK	RT	Zustand	Ventilrad	VLT [°C]	RLT [°C]	Voreinstellung	Aktionen
WoZi / 1	22	Vorher	3	36	23	N	<ul style="list-style-type: none"> • Werte messen / ablesen • Thermostatventilkopf abziehen² • 5 .. 10 min warten, dabei die RLT beobachten
		Offene Ventile		42	38		<ul style="list-style-type: none"> • Voreinstellung schrittweise verringern (Massenstrom drosseln) bis RLT des WEs erreicht ist
		Voreingestellt	3	42	34	4	<ul style="list-style-type: none"> • HK ist voreingestellt • Ventilkopf aufsetzen und Ventilrad einstellen
WoZi / 2	22	Vorher	5	42	36	N	<ul style="list-style-type: none"> • Werte messen / ablesen • Thermostatventilkopf abziehen • 5 .. 10 min warten, dabei die RLT beobachten
		Offen		42	36		<ul style="list-style-type: none"> • Voreinstellung schrittweise verringern (Massenstrom drosseln) bis RLT des WEs erreicht ist
		Voreingestellt		42	34	5	<ul style="list-style-type: none"> • HK ist voreingestellt • Ventilkopf aufsetzen und Ventilrad einstellen

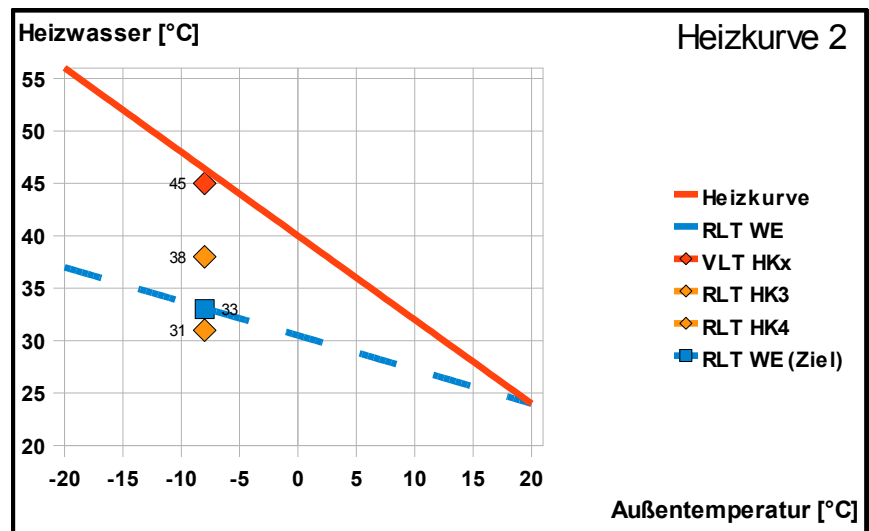
2 bei einer Rücklaufverschraubung Thermostatventil ganz öffnen (Stellung 5 / maximal)

HK1 hat kaum Massenstrom, die VLT des WEs kommt nur mit 36°C an, die RLT (23°C) hat fast Raumtemperatur. Das Thermostatventil begrenzt den Massenstrom, weil die Heizleistung von HK 2 durch seinen hohen Massenstrom erbracht wird.

Durch das Einstellen hat sich die RLT des WEs verändert. Diese Veränderung wird erst im nächsten Messzyklus berücksichtigt, nicht im aktuellen.

Die erste Einstellung wird länger dauern als die folgenden. Es empfiehlt sich, die Einstellung zu wiederholen oder zumindest zu überprüfen, bevor der nächste Raum in Angriff genommen wird.

Raum mit einem Heizkörper



Zunächst werden wieder die übergeordneten Werte ermittelt, die RLT des WE ist jetzt 33°C.

Datum / Zeit	Außentemperatur [°C]	VLT WE [°C]	RLT WE [°C]	Heizkurve / Pumpe
06.02./ 15:00	-7°C	44	33	52 / 38 / 22; Stufe 2

Die RLT am Wärmeerzeuger wurde schon durch die vorgenommenen Optimierungen beeinflusst. Die VLT des Wärmeerzeugers muss annähernd an den Heizkörpern ankommen. Die aktuelle RLT am Wärmeerzeuger (33°C) ist der Zielwert beim Einstellen.

Der Raum mit der nächst größeren Heizlast / Heizleistung kommt jetzt an die Reihe.

Raum / HK	RT	Zustand	Ventilrad	VLT [°C]	RLT [°C]	Voreinstellung	Aktionen
Bad / 3	24	Vorher	4	43	34	keine	<ul style="list-style-type: none"> • Werte messen / ablesen • Thermostatventilkopf abziehen • 5 .. 10 min warten, dabei die RLT beobachten

Raum / HK	RT	Zustand	Ventilrad	VLT [°C]	RLT [°C]	Voreinstellung	Aktionen
		Offene Ventile		43	38		<ul style="list-style-type: none"> • Voreinstellung schrittweise verringern (Massenstrom drosseln) bis RLT des WEs erreicht ist
		Voreingestellt	4	43	33	4	<ul style="list-style-type: none"> • HK ist voreingestellt • Ventilkopf aufsetzen und Ventilrad einstellen
Küche / 4	20	Vorher	3	43	31	5	Thermostatventilkopf abziehen; 5 .. 10 min warten, RLT beobachten
		Offene Ventile		43	31	5	Voreinstellung bleibt unverändert
		Voreingestellt	4	43	31	5	<ul style="list-style-type: none"> • HK ist voreingestellt • Ventilkopf aufsetzen und Ventilrad einstellen

HK3 hat vorher schon gute Werte, die aber durch das Thermostatventil verursacht werden, nicht durch die Voreinstellung. Nach Öffnen des Ventils stellt sich eine höhere RLT ein, die durch die Voreinstellung wieder abgesenkt wird.

HK4 hat bereits eine höhere Spreizung. Die Voreinstellung wird **nicht** verändert.

Selten geheizte Räume müssen vor dem Abgleich zuerst auf Raumtemperatur gebracht werden. Wenn alle Heizkörper voreingestellt sind wird im nächsten Schritt die Umwälzpumpe überprüft.

2. Umwälzpumpe prüfen und zurückdrehen

Durch die Massenstromreduzierung ist der Pumpendruck angestiegen. Es kann dadurch zu Geräuschen gekommen sein. Automatisch arbeitende Pumpen haben sich bereits selbst nachgestellt. Pumpen mit Stufenschalter können um eine Stufe zurückgedreht werden, so wie auch Pumpen mit variabler manueller Einstellung zurückgedreht werden können.

Beim Einstellen der Pumpe muss ein Mindestdurchfluss des Wärmeerzeugers berücksichtigt werden. Das Überströmventil ist den neuen Druckverhältnissen anzupassen.

Für Differenzdruckregler liegen keine Erfahrungen vor.

3. Heizkurve absenken

Die Heizkurve war darauf eingestellt, den schlecht versorgtesten Heizkörper ausreichend zu bedienen. Nach der Massenstromreduzierung sind alle Heizkörper besser versorgt, sodass nun die Heizkurve zu hoch sein wird. Das Absenken erfolgt über **mehrere kleine Schritte** und wird solange durch geführt, bis die Raumtemperatur gerade noch so erreicht wird.

Bei niedriger Außentemperatur (<-5°C) wird nur die oberer Vorlauftemperatur reduziert, bei hoher Außentemperatur (>5°C) nur die untere. Dazwischen senkt man beide Werte ab.

Bei Heizkurveneinstellung mittels Fußpunkt und Steigung wird analog verfahren. Bei niedrigen Außentemperaturen wird die Steilheit verringert, bei hohen Außentemperaturen der Fußpunkt gesenkt und die Steilheit erhöht. Dazwischen wird die Steilheit verringert und der Fußpunkt erhöht.

4. Heizleistung erhöhen

Mit dem Absenken der Heizkurve wird in einem Raum die Raumtemperatur nicht mehr richtig erreicht werden. In diesem Raum ist die Heizleistung im Verhältnis zur Heizlast niedriger als in den anderen Räumen. Dies kann grundsätzlich für jeden Raum gelten. Im Gegensatz zu Schritt 1 wird nun der Massenstrom etwas erhöht, in kleinsten möglichen Schritten. Die Heizleistung steigt etwas an, die RLT ebenfalls.

Ist die Raumtemperatur wieder ausreichend, kann die Heizkurve ggf. weiter abgesenkt werden oder die Optimierung ist beendet.

Früchte ernten

Wer regelmäßig seine Verbrauchswerte und Zählerstände aufzeichnet, kann den Erfolg nach einer Heizperiode feststellen. Auch die Gasrechnungen der Vorjahre kann man zum Vergleich heranziehen. Bei Öl und Pellets helfen die Rechnungen nicht. Hier ist ein wie auch immer gearteter Zähler von Nöten.

Die Frage stellt sich, wann ist denn das Ende der Optimierung erreicht? Wenn gegenüber dem Starteinstellungen die Heizkurve abgesenkt, die Pumpenleistung reduziert und dennoch alle Räume ausreichend warm werden, dann hat sich der Aufwand gelohnt.

Grundsätzlich kann der Abgleich wiederholt und damit eine weitere Verbesserung erzielt werden.

Mit dem Hydraulischen Abgleich ist eingetreten:

1. Die Versorgung der Heizkörper mit Heizwasser ist verbessert.
2. Die Thermostatventile sind fast immer offen und schließen nur noch bei Fremdwärmeinfluss.
3. Die Netzverluste und damit die Kosten sind durch die Absenkung der Heizkurve verringert.
4. Geräusche sind ggf. eliminiert.
5. Der Massenstrom ist annähernd konstant, die Heizleistung der Anlage wird zentral über die Vorlauftemperatur geregelt.
6. Es wird nicht mehr Heizleistung bereit gestellt als im Augenblick benötigt wird.

Sonderfälle

Sind Heizungsanlagen, wie im Beispiel, klein und überschaubar, sollte der Abgleich sofort gelingen. Es sind aber auch Situationen möglich, die etwas mehr Überlegung benötigen.

Die VLT ist am Wärmerezeuger am höchsten und fällt um so mehr ab, je weiter ein Heizkörper weg ist. Die VLT eines weit entfernten aber gut durchflossenen Heizkörpers kann als Referenzwert herangezogen werden. Die Vorlauftemperaturen aller anderen Heizkörper müssen nun zwischen der VLT des WEs und der des **Referenzheizkörpers** liegen.

Wird die Referenzvorlauftemperatur nicht erreicht, kann die Ursache im Vor- oder Rücklauf des Heizkörpers liegen. Eventuell sind Ventile nicht vollständig offen oder die Leitung ist

schlicht verstopft. Eventuell ist auch der HK verschlammte. Das Heizwasser kühlt dann zu sehr ab.

Wird ein Raum eh schon nicht ausreichend warm, muss die Ursache zunächst gefunden werden. Entweder ist der Heizkörper zu klein oder die Rohre haben zu geringen Durchfluss. Es gilt zu entscheiden, ob die Störung vorher beseitigt wird. In jedem Fall wird durch den Hydraulischen Abgleich die Versorgung dieser **Achillesverse** nicht besser.

Bei allem was du tust, tue es in Maßen. Dies gilt vor allem bei thermischen Anlagen, die ein langes Einschwingverhalten haben. Hektik und Übertreibungen sind fehl am Platz.

Mit diesen Hinweisen wünscht der Autor viel Erfolg beim Hydraulischen Abgleich.

Glossar / Abkürzungen

Auslegungspunkt

Niedrigste Außentemperatur, für die die Heizungsanlage ausgelegt wird

Heizlast

Wärmebedarf [kW] eines Raumes, bzw. einer Wohnung oder eines Hauses

Heizleistung

Wärmeangebot [kW] eines Heizkörpers, bzw. eines Wärmeerzeugers

HK

Heizkörper

Massenstrom [kh/h]

Heizwasser, das durch die Umwälzpumpe die Wärme vom WE zum HK bringt

Normbedingungen

(75/65/20) machen die Leistungen von Heizkörpern vergleich- und umrechenbar in die Realbedingungen einer Heizungsanlage

RLT

Rücklauftemperatur [°C], Temperatur des Heizwassers nach dem Verlassen des Heizkörpers, bzw. vor dem Wärmeerzeuger

RT

Raumtemperatur [°C]

Rücklaufverschraubung

Einstell- und Absperrventil im Rücklauf eines Heizkörpers, kann bei fehlender Voreinstellungsmöglichkeit des Thermostatventils zur Massenstrombegrenzung eingesetzt werden

Spreizung

Differenz [K] zwischen VLT und RLT

Thermostatventil

temperaturgesteuertes Regelventil am Heizkörper

VLT

Vorlauftemperatur [°C], Temperatur des Heizwassers vor dem Eintritt in den Heizkörper, bzw. unmittelbar nach dem Wärmeerzeuger

Voreinstellung

Massenstrombegrenzer im Thermostatventil

WE

Wärmeerzeuger [kW], Gastherme, Ölbrennwertkessel, Wärmepumpe und dgl.