

---

# Regelungstechnik

Innung Sanitär Heizung Klima Köln  
KompetenzZentrum „Gebäude- und Energietechnik“



---

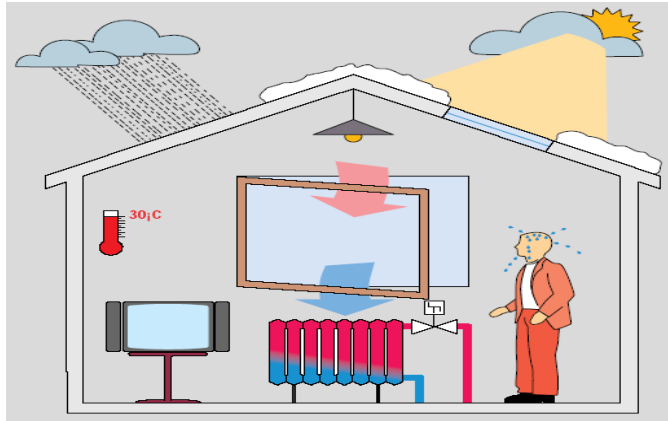
## Inhaltsverzeichnis

### Regelungstechnik

1. Was und „wie“ wollen wir Regeln??	3
2. Begriffe aus der Regelungstechnik	5
3. Zentrale Regelung	7
4. Montageorte von Fühlern und Thermostaten	9
5. Temperaturabhängige Widerstände	11
6. Die witterungsgeführte Vorlauftemperatur Regelung	13
7. Heizkurve	14
8. Regler	16
9. Hydraulischer Abgleich	19
10. Pumpenauslegung	22
11. Mischer	25
12. Grundfunktionen einer Regelung	28
13. Die E n E V	28
14. Grundfunktionen bei der Hydraulik	30

Quellen- und Abbildungsnachweis	33
---------------------------------	----

# 1. Was und „wie“ wollen wir Regeln??



Unter Steuern bzw. Regeln versteht man technische Vorgänge in Geräten, Anlagen und Systemen.

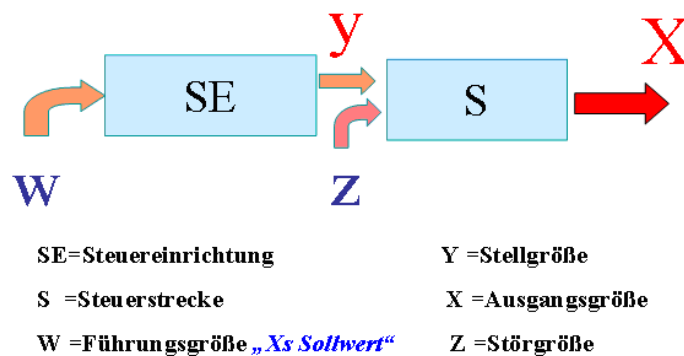
Bei diesen Vorgängen werden physikalische Größen, z.B. Temperatur, Druck, Geschwindigkeit, Volumenstrom usw. beeinflusst.

## Steuern

Unter dem Begriff Steuern versteht man einen Vorgang, den man als offenen Wirkungsablauf bezeichnet.

Bei diesen offenen Wirkungsabläufen werden fest eingestellte Ausgangsgrößen von unabhängigen Eingangsgrößen mit Hilfe eines Steuergerätes beeinflusst. Die Wirkung dieser Änderung wird aber nicht überwacht.

## Blockschaltbild Steuern :



Beispiel einer Steuerung I :



Die Schaltuhr wirkt zwar auf die Pumpe, jedoch kann die Pumpe nicht auf die Schaltuhr wirken

[illegible]

Jede Mikrowelle (MW) hat eine Zeitschaltuhr, normalerweise wählt man an der MW die

Benötigt das Gericht zum Garen aus einem Grund z.B. weil es nicht wie üblich bei

Stellt man sich vor, man hätte ein mikrowellenfestes Thermometer, könnte dieses die

Während das eindeutige Merkmal einer Steuerung der *offene* Wirkungsablauf ist,

Während das eindeutige Merkmal einer Steuerung der *offene* Wirkungsablauf ist,

Die zu regelnde Größe wird hierbei ständig erfasst und mit einer Führungsgröße verglichen

Blockschaltbild Regeln :



RE = Regeleinrichtung                      S = Regelstrecke

W = Führungsgröße „Xs Sollwert“      Z = Störgröße

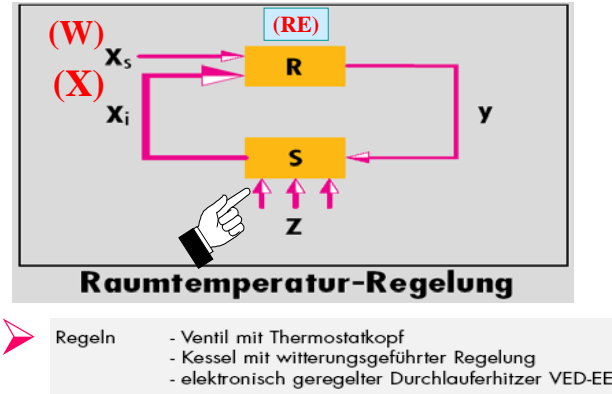
Innung Sanitär Heizung Kl

RE = Regeleinrichtung                      S = Regelstrecke

W = Führungsgröße „Xs Sollwert“      Z = Störgröße

Innung Sanitär Heizung Kl

Beispiel einer Raumtemperatur Regelung I :



Die im Bild dargestellte Raumtemperaturregelung zeichnet sich durch den geschlossenen Wirkungsablauf aus.

Der Istwert ( $X_i$ ) der zu regelnden Größe (*hier ist es die Raumtemperatur  $X$* ), wird fortlaufend gemessen und mit dem Sollwert verglichen.

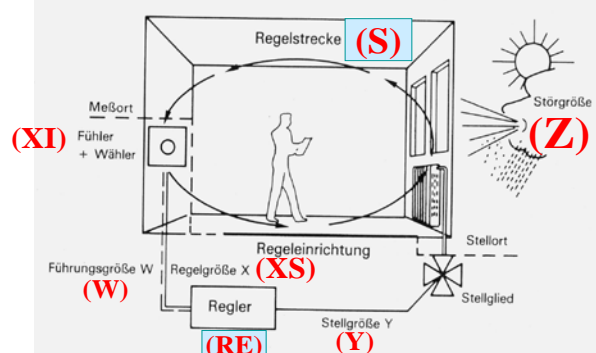
Stimmen Soll- ( $X_s$ ) und Istwert ( $X_i$ ) nicht überein, so ist ein Eingriff durch die Regelung erforderlich.

Der Regler wirkt auf das Stellglied ein und erhöht oder verringert die Vorlauftemperatur so lange, bis die Raumtemperatur dem erforderlichen Sollwert entspricht.

$X_i$  = Istwert

$X_s$  = Sollwert

Beispiel einer Raumtemperaturregelung mit Raumfühler III :



## 2. Begriffe aus der Regelungstechnik

### Regeleinrichtung R

enthält Regler, Fühler, Messglied, Sollwertversteller und Stellantrieb; gleicht Störgrößenänderungen aus. Er vergleicht den IST- WERT und den SOLL- WERT.

### Regelstrecke S

besteht aus Stellventil, Heizkörper und Raum. Es ist der Weg vom Stellort bis zum Messort.

### Regelkreis

---

umfasst alle Einzelkomponenten einer Regelungsanlage. In einer Heizungsanlage können mehrere Regelkreise vorhanden sein, z.B. Kesseltemperaturregelung, Mischkreisregelung, Brauchwassertemperaturregelung.

### **Messglied Mg**

Die Einrichtung, die den Istwert feststellt.

### **Messort Mo**

Die Stelle an der sich das Messglied befindet.

### **Stellglied Sg**

Empfänger der Stellgröße, berichtigt durch eine Verstellung die abgewichene Regelgröße. Stellglieder sind: Ventile, Pumpen, Mischer, Brenner usw.

### **Stellgröße y**

ist die Ausgangsgröße der Regeleinrichtung, die durch Veränderung der Regelgröße auf das Stellglied wirkt. Der Istwert wird dem Sollwert näher gebracht.

### **Stellbereich yh**

Wirkungsbereich einer Stellgröße, z.B. Ventilhub.

### **Stellgeschwindigkeit vy**

Ablaufgeschwindigkeit einer Stellgrößeneinwirkung.

### **Regelgröße X**

ist die zu regelnde Größe, z.B. Raumtemperatur, Kesseltemperatur, Warmwassertemperatur, Druck, Wasserstand usw.

### **Sollwert Xs**

der von der Regeleinrichtung vorgegebene Wert (*Wunschwert*).

**Istwert Xi** ist der Wert, der im Augenblick vom Messglied, z.B. Raumthermostat, oder Außenfühler gemessen wird.

### **Regelabweichung Xw**

ist der Unterschied zwischen xi und xs.  $Xw = Xi - Xs$

### **Führungsgröße W**

ist der innerhalb eines Regelkreises gewünschte Sollwert.

- a.) Wird die Führungsgröße von Hand als fester Sollwert vorgegeben, so spricht man von einer Festwertregelung, z.B. 60 °C Warmwassertemperatur.
- b.) Folgt der Wert der Regelgröße, den sich verändernden Werten der Führungsgröße, so bezeichnet man das als Folgeregelung. z.B. Außentemperatur als Führungsgröße, Die zu regelnde Größe wird ständig von der Außentemperatur beeinflusst.
- c.) Wird die Führungsgröße nach einem Zeitplan z.B. Wochenprogramm, Nachtabenkung usw. vorgegeben, so spricht man von einer Zeitplan-, oder Programmregelung.

### **Störgröße Z**

sind alle Größen, die eine Regelabweichung verursachen (störende Einflüsse), z.B. Sonneneinstrahlung, starker Wind, Personen, Geräte, offene Fenster usw.

---

### 3. Zentrale Regelung

Raumtemperatur – und witterungsgeführte Regelung:

Man unterscheidet in der Heizungs-Regelungstechnik in Bezug auf das Gesamtsystem

- die Raumtemperatur-Regelung und
- die witterungsgeführte Kessel bzw. Vorlauftemperatur-Regelung.

Dazu kommen als Ergänzung noch die sogenannten Zonen- und Einzelraumtemperatur-Regelungen sowie die Konstanttemperatur-Regelung für Brauchwasser- oder Vorregelungen.

Die Entscheidung, welches Regelungssystem zu wählen ist, hängt in erster Linie von der Nutzung des zu regelnden Gebäudes oder der Gebäudezone ab.

Immer wenn es die Raumgestaltung gestattet und ein bestimmtes Nutzerverhalten dominierend für die gesamte Anlage ist, z. B. bei Einfamilienhäusern, Einzelbüros, Konferenzräumen, Turnhallen, Fabrikationsräumen usw., in denen innere Wärmelasten (Wärmeabgabe durch Personen und Arbeitsprozesse) anfallen, ist die zentrale Raumtemperaturregelung von Vorteil gegenüber der witterungsgeführten Vorlauftemperatur-Regelung, wenn diese nicht die Kommunikationsmöglichkeit mit nach geschalteten Einzelraumtemperatur-Regelungen hat. Bei ansteigenden Temperaturen in dem Raum, in dem der Raumtemperatur-Sensor angebracht ist („Testraum“), bewirkt sie eine Absenkung der Heizwassertemperaturen im Rohrnetz und damit eine Verringerung der Verteilungsverluste. Gleichzeitig wird das Wärmeangebot an alle Räume reduziert und eine Überheizung vermieden. Außerdem kann bei entsprechender Ausrüstung des Regelgerätes die Wärmeerzeugung dem vom Raum her erfassten geringeren Wärmebedarf angepasst werden.

Dies zeigt, dass die moderne Kesseltechnik mit der Möglichkeit der gleitenden Betriebsweise bis hin zur Abschaltung des Kessels auch während des normalen Tag-Betriebs die Energiespar-Maßnahme erheblich erweitert.

Im Testraum selbst darf kein Thermostatventil zum Einsatz kommen, da die beiden gleichartigen Regelsysteme sich gegenseitig beeinflussen würden, was zu einer Energieverbrauchserhöhung führen könnte.

Elektronische Raumtemperatur:

Die Raumtemperatur-Regelung ermöglicht die unmittelbare Erfassung aller auf den Haupt- bzw. Testraum einwirkenden Wärmeeinflüsse und damit die Einhaltung des geforderten Sollwerts mit größtmöglicher Genauigkeit. Selbst lastabhängige Proportionalabweichungen lassen sich durch Störgrößen-Aufschaltungen bei der Anwendung moderner elektronischer Systeme verhindern.

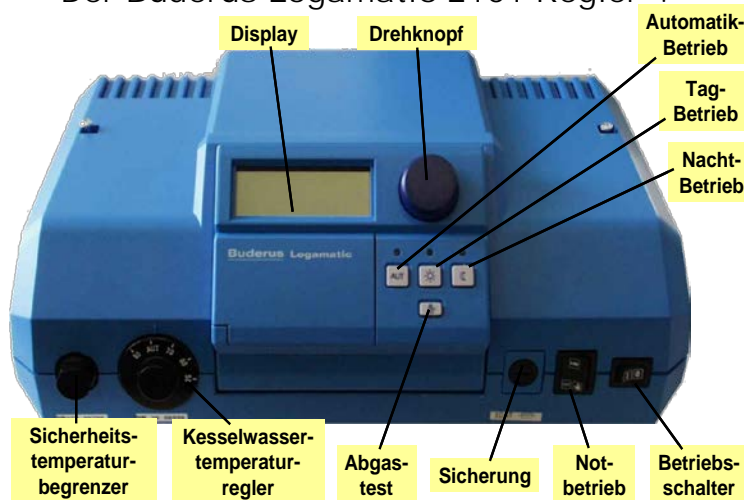
Weitere Vorteile bieten die Raumtemperatur-Regelungen bei abgesenktem Heizbetrieb, weil sie die im Gebäude gespeicherte Wärme berücksichtigt. Durch den Schnellaufheizungseffekt des Proportionalreglers wird die Absenkezeit bis dicht an den Zeitpunkt hinausgezögert, zu dem die Normaltemperatur wieder erreicht sein muss. Deshalb sind zusätzliche Einsparungen in der Größenordnung von etwa 1 % gegenüber der witterungsgeführten Kessel bzw. Vorlauftemperatur -Regelung erreichbar.

Die Methode der zentralen Raumtemperatur-Regelung kann man natürlich im Wohnhausbereich nur für Einfamilien-Häuser und Etagenwohnungen anwenden. Eine Ergänzung der Regelung in Bezug auf nicht erfasste Räume mit Thermostatventilen zur Kompensation von

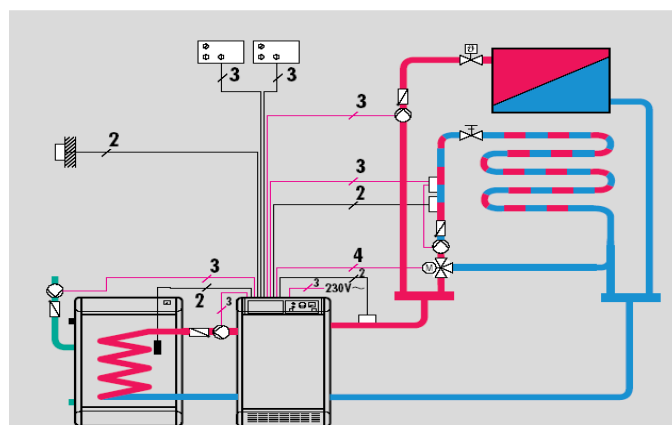
Fremdwärmeeinflüssen in diesen Räumen ist möglich und sinnvoll. Das Argument, dass die Raumtemperatur-Regelung nach der Testraum- Methode zu einem erhöhten Energieverbrauch führe, da die Fremdwärmeeinflüsse in anderen Räumen nicht berücksichtigt würden, ist nur bei oberflächlicher Betrachtung haltbar. Die Erfassung der Zusatzwärmeentwicklung durch eine nach geschaltete Einzelraumtemperatur-Regelung (z. B. Thermostatventile) wurde bereits erwähnt.

Da der Raumtemperatur-Fühler überwiegend im Hauptwohnraum angebracht ist und die größte interne Wärmebelastung meistens dort auftritt, zeigt es sich in der Praxis, dass die übrigen, häufig unbesetzten Räume, etwas weniger Wärme zugeführt bekommen. Eine Überheizung ist bei dieser Regelungsart also kaum zu erwarten. Um einer eventuellen Benachteiligung im Norden gelegener Räume zu begegnen, kann durch eine Witterungsaufschaltung bei niedrigen Außentemperaturen und starker Sonneneinstrahlung auf der Südseite das Temperaturniveau des Heizungsverlaufs etwas angehoben werden.

Der Buderus Logamatic 2101 Regler :



#### MONTAGEORTE VON FÜHLERN UND THERMOSTATEN



Bei einer raumtemperaturgeführten Regelung wird die Heizungsanlage in Abhängigkeit von der Temperatur eines Referenzraumes geregelt. Die Thermostatventile im Referenzraum können entfallen oder sind voll zu öffnen.

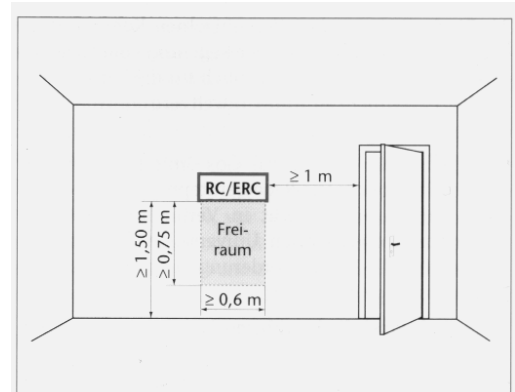


Als Referenzraum sollte man den Raum wählen, in dem man sich am meisten aufhält, z.B. im Wohnzimmer aber möglichst nicht in der Küche.

#### 4. Montageorte von Fühlern und Thermostaten

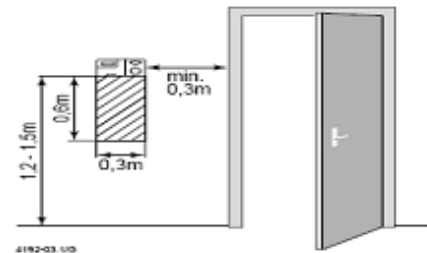
Position des Regelgerätes

- nicht an der Außenwand
- nicht in der Nähe von Fenstern und Türen
- nicht bei Wärme- oder Kältebrücken
- nicht in „toten Ecken“
- nicht über Heizkörper
- nicht in direkter Sonneneinstrahlung
- nicht in direkter Wärmestrahlung von Elektrogeräten oder ähnlichem installieren



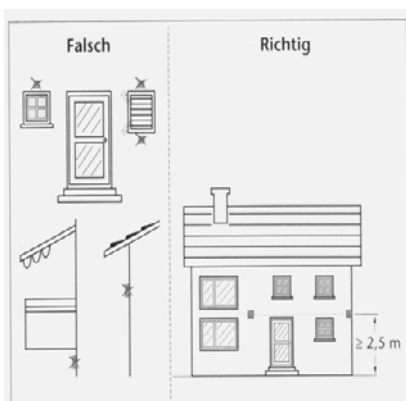
Die Regelqualität ist abhängig vom Montageort

- Montageort muss für die Regelung der gesamten Heizungsanlage geeignet sein
- Innenwand ohne Zugluft oder Wärmestrahlung
- ungehinderte Zirkulation der Lauluft durch die Lüftungsöffnungen oberhalb und unterhalb eines Thermostates



Bei einer Außentemperaturgeführten Regelung wird die Heizungsanlage in Abhängigkeit von der Außentemperatur geregelt.

Der Außentemperaturfühler soll nicht im Süden angebracht werden



##### Position des Außentemperaturfühlers

Der Außentemperaturfühler ist so zu installieren, daß er die Außentemperatur unbeeinflusst messen kann. Er muß deshalb immer auf der Nordseite des Gebäudes angebracht werden.

Der Außentemperaturfühler darf

- nicht über Fenstern, Türen oder Lüftungsöffnungen,
- nicht unter Markisen, Balkonen oder unter Dach installiert werden.

**Oder NO, NW,  
Im OSTEN geht  
die Sonne auf im  
Westen unter !**

## AUSSENFÜHLER

Er ist wind- und sonnengeschützt mindestens 2,5 m über der Erdoberfläche oder zwischen zweiter und dritter Etage zu montieren. Es ist ein ausreichender Abstand von Fenstern und Türen einzuhalten.

**1 Meter !!! Nord, NO, NW !!!**  
**„Im Osten geht die Sonne auf“**

## FÜHLER

Kesselfühler, die zur Brennersteuerung gehören, sind in unmittelbarer Nähe des Kessels zu montieren. Vorlauffühler, die zum Mischerkreis gehören, sind mindestens 0,5 m über dem Mischer zu montieren.

Begründung: Dem Mischer wird vom Verteiler Vorlaufwasser und über die Rücklaufbeimischstrecke Wasser zugeführt. In der gemeinsamen Strecke hinter dem Mischer zur Anlage hin verwirbeln sich die Wassermengen noch und bilden erst später ein gleichmäßiges Temperaturgefüge.

Der Temperaturwächter FBH

Das Anlegethermostat wird bei Fußbodenheizungsanlagen erforderlich und ist in unmittelbarer Nähe des Vorlauffühlers zu platzieren. Es dient als Temperaturwächter. An diesen Thermostaten wird die maximal zulässige Vorlauftemperatur für den Fußbodenkreis eingestellt. Wird sie überschritten, wird die Spannungszufuhr zur Heizkreispumpe unterbrochen, bis die Betriebstemperatur wieder erreicht ist.

## Elektrischer Anschluss eines Thermostaten in Verbindung mit einer Pumpe

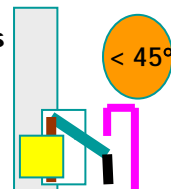
**Ziel: bei einer Thermostattemperatur > 50° Celsius soll die Pumpe abschalten**

Bei Temperaturen bis 50°C wird die Pumpe über L1 permanent mit Strom versorgt. Schaltet der Thermostat ab so fließt über L1 kein Strom mehr, die Pumpe schaltet aus.




Verteilerdose

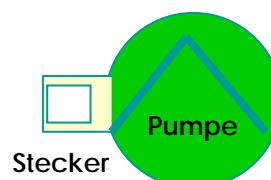


Thermostatanschluss



**ES DARF HEUTZUTAGE KEIN  
NEUTRALLEITER MEHR ALS  
AUSSENLEITER VERWENDET WERDEN**

 Außenleiter L1  
 Schutzleiter PE  
 Neutralleiter N

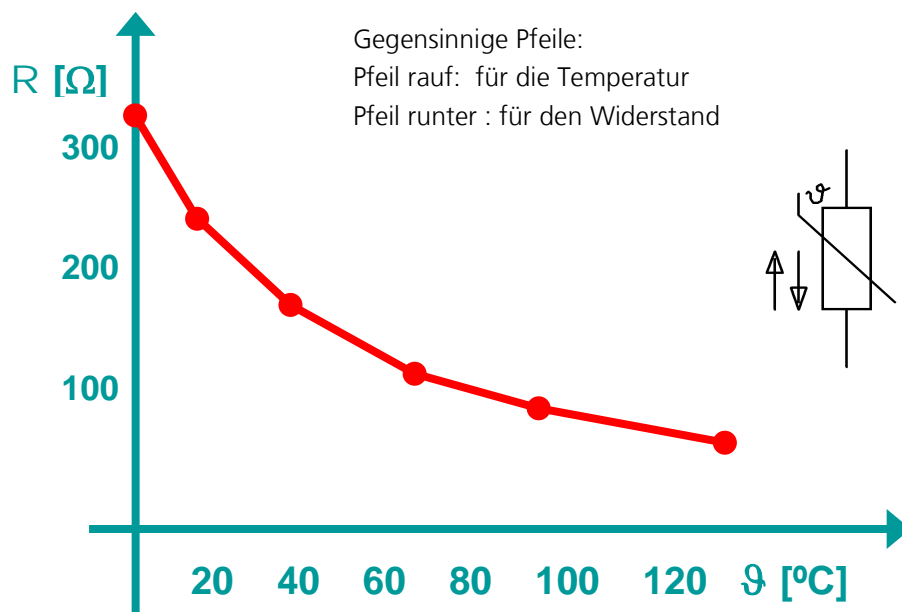


Montageorte von Fühlern und Thermostaten:

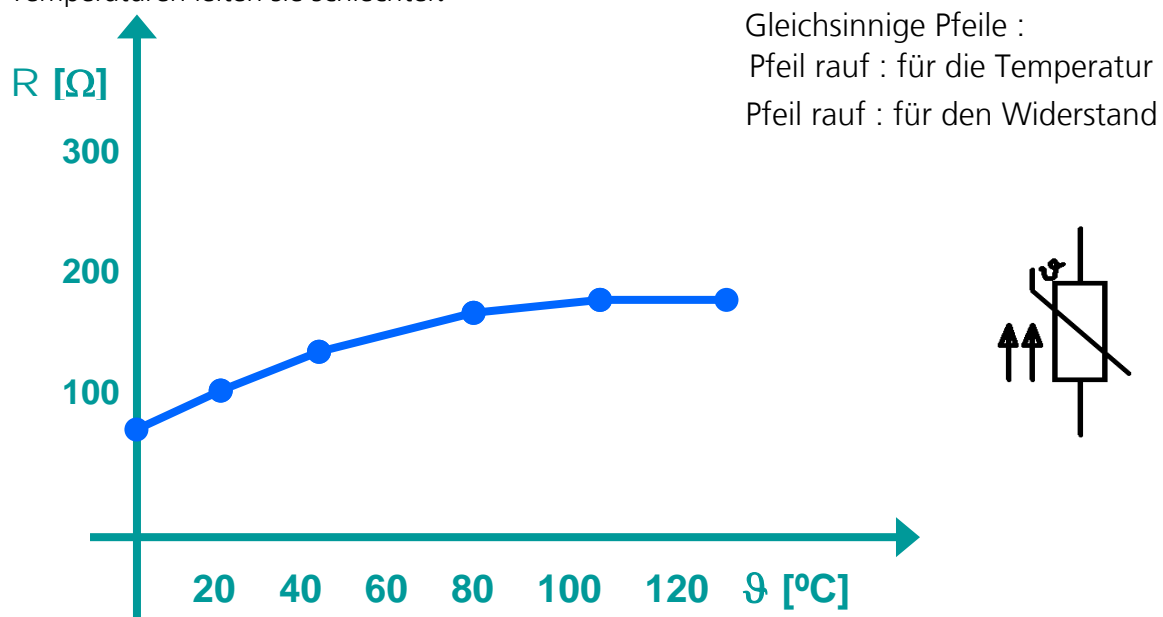
Der Speicherfühler ist in die Tauchhülse des Speichers zu stecken. Er nimmt über die Tauchhülse des Speichers den Temperaturwert des Speicherwassers auf und gibt diesen Ist-Wert auf den VRC-CBW-Regler.

## 5. Temperaturabhängige Widerstände

Heißeleiter sind Halbleiterwiderstände, die temperaturabhängig sind. Sie leiten bei höheren Temperaturen besser als bei niedriger Temperatur. Sie haben einen stark negativen Temperaturkoeffizienten. Deshalb werden sie auch NTC-Widerstände genannt.



Kaltleiter (PTC) haben hingegen einen positiven Temperaturkoeffizienten. Bei höheren Temperaturen leiten sie schlechter.

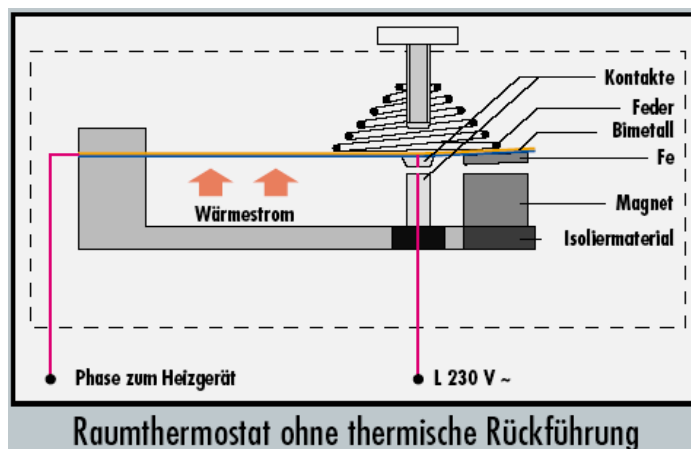


### Beispiel: Raumtemperaturgeführte Regelung

Die Raum- und Uhrenthermostate dienen zur automatischen Regelung der Raumtemperatur in Wohn- und Geschäftsräumen. Sie sind Zweipunkt-Regler mit Bimetall-Messwerten. Bei Temperaturänderungen krümmt sich die Bimetallspirale mehr oder weniger stark durch, hierdurch werden Schaltfunktionen (Ein-/Ausschaltungen) ausgelöst.

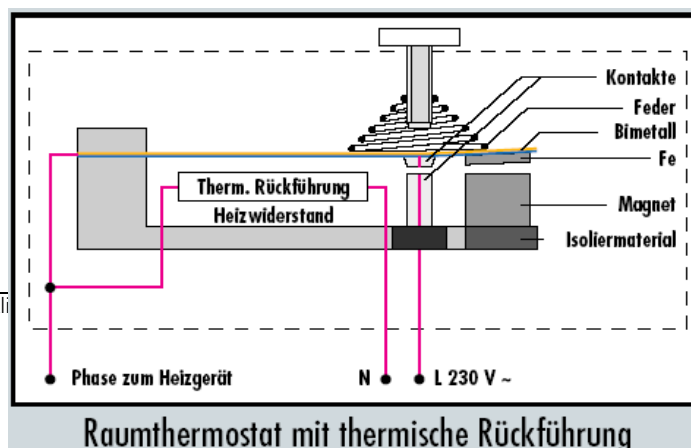
### Raumthermostate ohne thermische Rückführung

Wird die eingestellt Raumtemperatur erreicht, schaltet das Thermostat Pumpe oder Brenner ab. Im Heizkörper befindet sich noch Wasser mit einer Temperatur, die zur Raumaufheizung benötigt wurde. Diese Wärmemengen werden an den Raum abgegeben, so dass es zu einer weiteren Raumaufheizung kommt. Die Amplitude vergrößert sich in diesem Fall, so dass Behaglichkeitswerte überschritten werden.



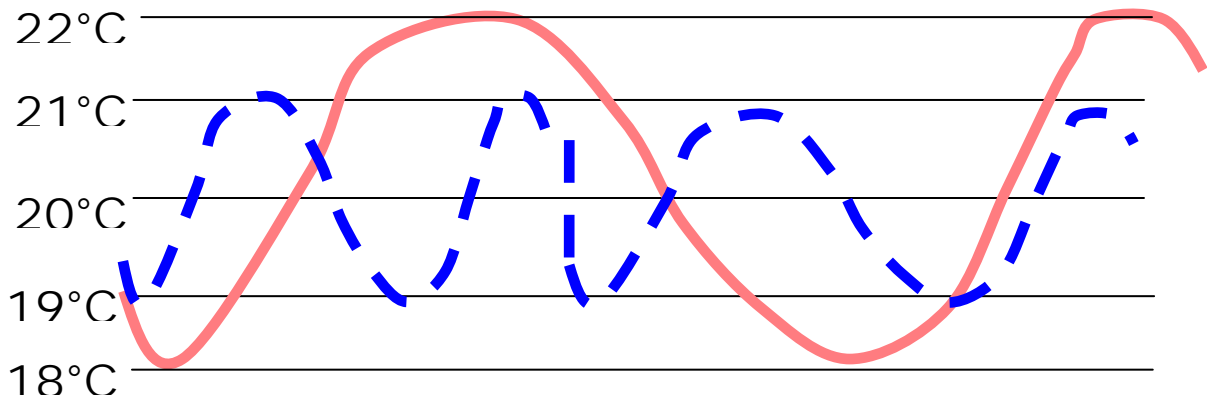
### Raumthermostate mit thermischer Rückführung

Die Vaillant Raum- und Uhrenthermostate sind Zweipunkt-Regler mit Bimetall-Meßwerten. Bei Temperaturänderungen krümmt sich die Bimetallspirale mehr oder weniger stark durch, und es werden hierdurch Schaltfunktionen (Ein-/Aus-Schaltungen) durchgeführt. Die eingebaute thermische Rückführung bewirkt eine hohe Regelgenauigkeit, verbunden mit einer sehr geringen Schaltdifferenz. Die thermische Rückführung besteht aus einem Heizwiderstand, der dem Bimetall-Meßglied eine gegenüber der Raumtemperatur höhere Temperatur vortäuscht. Dadurch schaltet der Thermostat das Heizgerät vor Erreichen der eingestellten Raumtemperatur ab. Die bereits in der Anlage gespeicherte Wärmeenergie erhöht im „Nachlauf“ die Raumtemperatur auf den gewünschten Soll-Wert. Auf diese Weise wird ein Überhitzen des Raumes verhindert. Der Behaglichkeitswert überschreitet nicht seine Grenze, so daß es nicht zu der Komforteinbuße kommen kann. Außerdem werden keine unbenötigten Energiemengen dem System zugeführt und dadurch Energieeinsparungen erreicht.



---

Amplituden können auch verringert werden durch den Einsatz eines Raumthermostaten mit thermischer Rückführung.



## 6. Die witterungsgeführte Kessel bzw. Vorlauftemperatur Regelung

Für Mehrfamilienhäuser mit zentraler Wärmeenergieerzeugung sind nach der ENEC die Zentralheizungen mit zentralen selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von

- der Außentemperatur oder einer anderen geeigneten Führungsgröße und
- der Zeit auszustatten.

Das heißt, die witterungsgeführte Kesseltemperatur-Regelung ist für diesen Anwendungsbereich die zurzeit einzig mögliche Lösung.

Gleiches gilt auch für Nichtwohnbauten (Büro- und Verwaltungsbauten, Schulen u.Ä.).

In Wohngebäuden ist auf jeden Fall eine Einzelraumtemperatur-Regelung in allen Räumen die größer als 8 m<sup>2</sup> sind vorzusehen. Diese erfolgt in der Regel durch thermostatische Heizkörperventile.

Bei Schulen und ähnlichen Anwendungsgebieten kann an ihrer Stelle eine sogenannte Zonenregelung diese Aufgabe übernehmen.

Bei der witterungsgeführten Vorlauftemperatur-Regelung entscheidet die Störgröße Witterung bzw. Außentemperatur über die Wärmezufuhr für das gesamte Gebäude. Je nach Ausrüstungsstand kann diese Regelung neben der Außentemperatur auch Sonnen- und Windeinfluss erfassen. Das Verhältnis zwischen der Außentemperatur und der erforderlichen Kesseltemperatur ist zur Anpassung an die bauphysikalischen und bautechnischen Gegebenheiten des Gebäudes einstellbar.

Bei dieser Regelung werden zwei Messglieder eingesetzt, ein Außenfühler und ein Kesselfühler. Regelgröße ist die Temperatur, die in Abhängigkeit von der Witterung einreguliert wird. Als Führungsgröße für den Temperatur-Sollwert wird die Außentemperatur verwendet. Der Regler fordert so lange Wärme vom Kessel an, bis die Temperatur zur augenblicklichen Außentemperatur passt. Jeder Außentemperatur ist eine bestimmte Temperatur zugeordnet. Diese Zuordnung wird durch die Reglerkennlinie vorgegeben und muss an die Verhältnisse in der Heizungsanlage angepasst werden, die durch die sogenannte Heizkurve beschrieben werden.

Man unterscheidet die Heizkurven in ihrer Steilheit. Unter der Steilheit versteht man das Verhältnis der Temperaturänderung zur Außentemperaturänderung. Bei den meisten Reglern lässt sich die Steilheit der Heizkurve durch Auswahl verschiedener Heizkurven ändern, bei Bedarf kann auch die gesamte Kurve parallel verschoben werden.

## 7. Heizkurve

### Bedarfsabhängige Heizungsabschaltung

Diese Schaltung stellt sicher, dass die Heizungsanlage bei hohen Außentemperaturen, bei denen keine Wärmebedarfsanforderung mehr vorliegt, automatisch und total abgeschaltet wird. Steigt die Außentemperatur über den Raumtemperatur-Soll-Wert, werden Brenner und Pumpe abgeschaltet. Sobald die Außentemperatur unter den Raumtemperatur-Soll-Wert abfällt, geht die Heizungsanlage wieder in Betrieb.

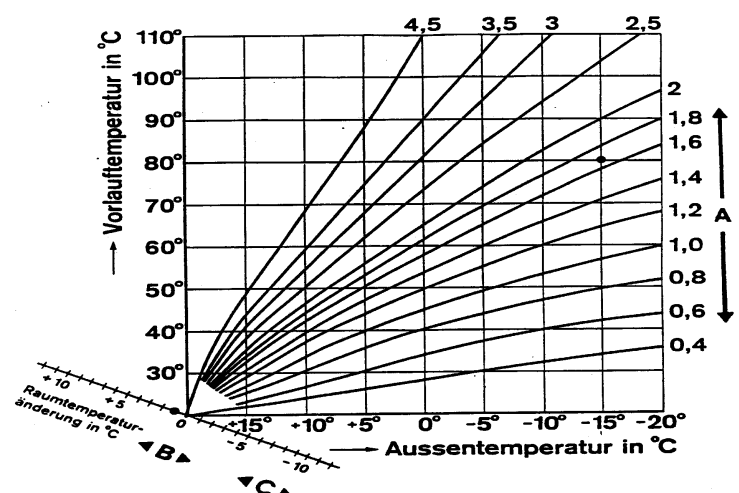
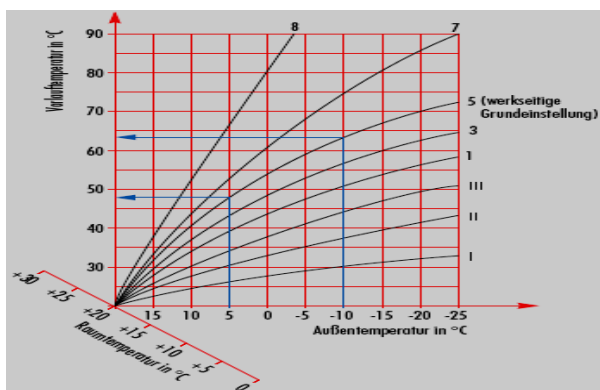
### Beispiel:

Raumtemperatur-Soll-Wert = 20 °C Außentemperatur  $\leq$  19 °C Pumpe ein, ggf. Brenner ein, wenn  $t_V < t_{V, \text{Soll}}$  lt. Heizkurve Außentemperatur  $\geq$  21 °C Pumpe aus, Brenner aus.

### Abgesenkter Heizbetrieb mit Frostschutzüberwachung

Mit Beginn der Absenckphasen werden die Heizungspumpen und der Brenner abgeschaltet. Gleichzeitig erfolgt eine Frostschutzüberwachung. Fällt die Außentemperatur unter 3 °C ab, geht die Heizungspumpe wieder in Betrieb, die Totalabschaltung des Brenners wird aufgehoben, und die eingestellte Nachheizkurve tritt in Funktion. Bei allen Stellungen des Betriebsartenwahlschalters erfolgt eine ständige Frostschutzüberwachung. Diese trifft auch für die Schalterstellungen „Regelung aus“ und „Sparabsenkung“ zu, bei denen Brenner und Pumpe ganz oder zeitweise abgeschaltet sind.

In jedem Fall wird bei Außentemperaturen unter +3 °C die eingestellte „Nachheizkurve“ wirksam.



---

Die Abhängigkeit zwischen der Außentemperatur und der Kessel- oder Vorlauftemperatur in einer Heizungsanlage wird mit Hilfe einer Heizkurve beschrieben.

An den Regelgeräten von Regelungsanlagen lassen sich

1. Die Steilheit der Heizkurve
2. Die Parallelverschiebung der Heizkurven getrennt für Tagestemperatur und Nachttemperatur einstellen

Die einzustellenden Größen können vorher im Diagramm für die Heizkurven ermittelt werden.

#### Ermittlung der einzustellenden Heizkurve und Steilheit !

Die für die Anlage einzustellende Heizkurve oder Heizkennlinie ergibt sich aus den Auslegungsdaten der Heizungsanlage oder des Heizkreises. (*AT und max. VT*)

Zum Beispiel: max. Vorlauftemperatur bei  $-10\text{ °C}$  ist  $64\text{ °C VLT. Punkt 1}$   
max. Vorlauftemperatur bei  $+5\text{ °C}$  ist  $48\text{ °C VLT. Punkt 2}$

Sollte sich beispielsweise im Betrieb der Heizungsanlage herausstellen, dass die Temperatur bei der eingestellten Heizkurve bei einer Außentemperatur von  $-10\text{ °C}$  richtig ist, bei einer Außentemperatur von  $-15\text{ °C}$  aber zu kalt ist, so kann man durch Auswahl einer *anderen Heizkurve* die Steilheit ändern und z.B. die Vorlauftemperatur mit Einstellung der Kurve 7 bei einer Außentemperatur von  $-15\text{ °C}$  um ca. 16 K. anheben .

#### Parallelverschiebung der Heizkurve 1

Sollte sich nach Inbetriebnahme einer Heizungsanlage herausstellen, dass die Räume bei jeder Außentemperatur zu warm oder zu kalt sind, so kann das durch eine Parallelverschiebung ( Änderung des Raumsollwertes ) der Kennlinie nach unten oder oben korrigiert werden. Dadurch wird die Heizwassertemperatur über den gesamten Außentemperaturbereich angehoben oder abgesenkt.

Das gleiche gilt auch für den abgesenkten Betrieb, die Heizkurve wird parallel nach unten oder oben verschoben.

Alle Heizkurven können über das Tag- bzw. Nacht-Potentiometer angehoben oder abgesenkt werden. Entspricht die Heizkurve 5 den gewählten Heizungsanlagen-parametern, bezogen auf Außentemperatur, Vorlauftemperatur und Raumtemperatur, so kann nachträglich eine Feinabstimmung über die Potentiometer vorgenommen werden. Über das Tagpotentiometer kann die Heizkurve von einer Raumtemperatur von  $20\text{ °C}$  auf  $28\text{ °C}$  angehoben oder auf eine Raumtemperatur von  $10\text{ °C}$  abgesenkt werden. Über das Nachtpotentiometer kann die Raumtemperatur auf  $22\text{ °C}$  angehoben werden und auf  $-4\text{ °C}$  abgesenkt werden.

#### **Beispiel einer Heizkurvenverschiebung:**

Gewählte Heizkurve 5.

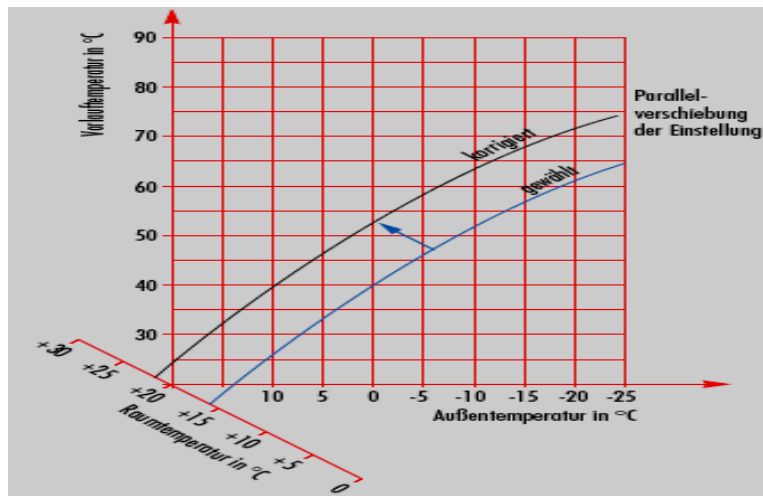
Gewünschte Raumtemperatur  $21\text{ °C}$ .

Tatsächliche Raumtemperatur  $16\text{ °C}$  am Tag.

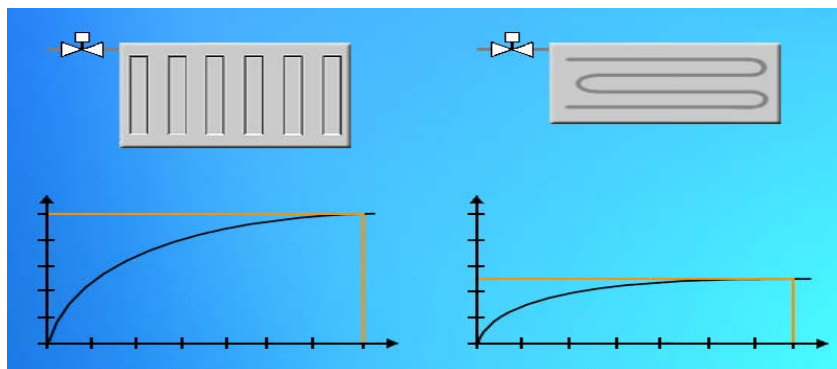
Drehknopf (Tagpotentiometer) ist um zwei Teilstriche nach rechts zu verstellen.

Die Heizkurve wird dadurch parallel verschoben. Der Außentemperatur wird eine höhere Vorlauftemperatur zugeordnet, und die gewünschte Raumtemperatur von  $21\text{ °C}$  wird erreicht. Eine Verstellung des Drehknopfes um einen Teilstrich entspricht einer Raumtemperaturänderung von ca. 2,5 K.

## Parallelverschiebung der Heizkurve



## Die Ermittlung der Heizkurve Allgemein



Es gilt folgende Regel:

- **große Heizflächen** und niedrige maximale Heizungsvorlauftemperatur: **flache Heizkurve** (niedrige Zahl)
- **kleine Heizflächen** und hohe maximale Heizungsvorlauftemperatur: **steile Heizkurve** (hohe Zahl)

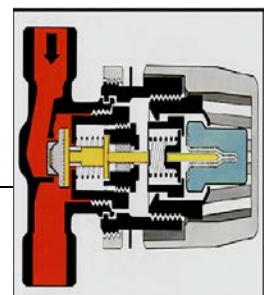
## 8. Regler

### Die Proportionalregler „der Schnelle

Proportional (Verhältnis) bedeutet, dass die Stellgrößenänderung „y“ proportional zur Regeländerung „X“ ist.

Beispiele für P-Regler:

- a.) Heizkörperthermostatventil
- b.) Druckminderer
- c.) Differenzdruckregler





d.) Überströmventil usw.

Nachteil: Es bleibt immer eine Regelabweichung.

### **Der Integralregler : „der Langsame“**

Während der P- Regler eine bleibende Regelabweichung besitzt, regelt der I- Regler jede Regelabweichung restlos aus.

Bei diesen Reglern ist jeder Regelabweichung eine bestimmte Stellgeschwindigkeit zugeordnet. (Mathematische Funktion = Integral)

Je größer die Regelabweichung ist, desto schneller läuft der Stellmotor.

Vorteil: große Abweichungen werden schneller ausgeglichen !

Der I-Regler findet trotzdem in der Heizungstechnik nur selten Anwendung, weil die Ausregelung immer länger dauert , je näher z.B. die Temperatur an den Sollwert gelangt .

Nachteil: zeitaufwändiges Regeln aber sehr genau.

### **Proportional - Integral-Regler : „der Beste“**

Bei den beiden vorherigen Reglern sind jeweils Nachteile deutlich geworden, die im Heizungsbau schwerwiegend sein können.

Ein idealer Regler müsste sowohl Regelabweichungen mit Sicherheit ausregeln, als auch beim Ausregeln schnell stabil werden. Diese Forderungen können mit einem PI- Regler erfüllt werden.

Eine Differenz zwischen Sollwert und Istwert wird zunächst mit dem P- Anteil der Regelung sehr schnell bis auf die für den P-Regler typische Regelabweichung ausgeglichen. Anschließend regelt der I- Anteil nach einer bestimmten Zeit die restliche Abweichung, bis der Istwert dem Sollwert angeglichen ist.

In der Heizungstechnik wird der PI- Regler wegen seiner sehr guten Eigenschaften recht häufig eingesetzt.

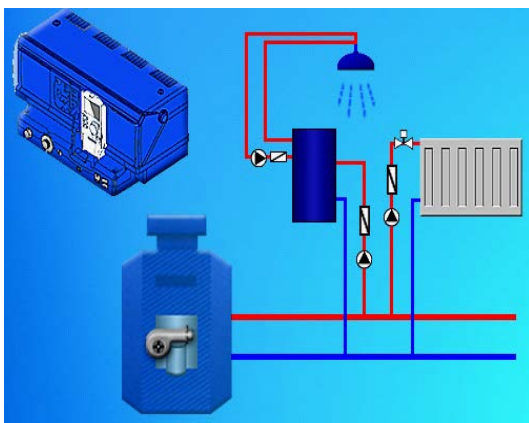
### **Beispiel eines PI-Reglers:**

#### **Raumtemperatur wirkt auf einen Mischer !!**

**Sinkt die Temperatur, so öffnen beide Mischeranteile den Mischer.**

**Bei steigender Temperatur versucht der P-Anteil zu schließen, der I-Anteil will aber mit geringer Geschwindigkeit den Mischer offen halten.**

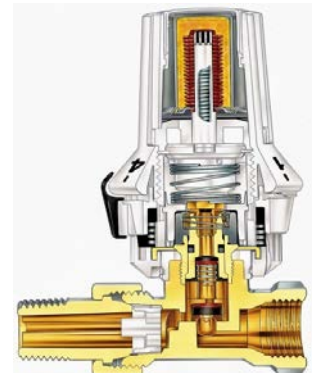
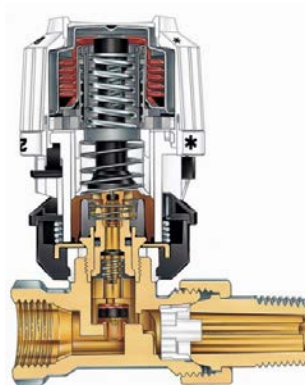
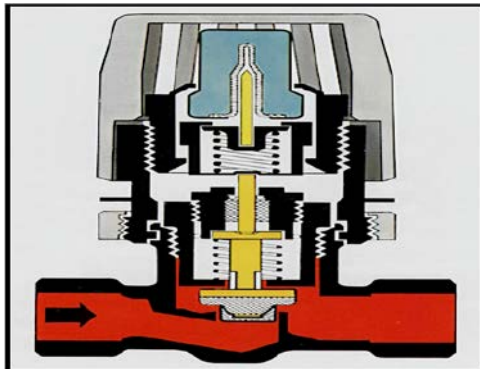
### **Aufbau einer geregelten Heizungsanlage**



Prinzipieller Aufbau einer geregelten Heizungsanlage

Brennerkreis,  
Heizkörperkreis ohne Mischer,  
Brauchwasserkreis.

## Das Thermostatventil : Allg. 2K Regeldifferenz

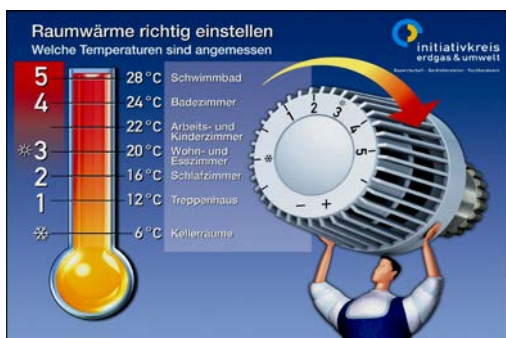


Die Heizkörper-Thermostatventile dienen zur individuellen Temperaturregelung jedes einzelnen Raumes (z.B. Wohnzimmer 21 ° C, Küche 19 ° C, Schlafzimmer 16 ° C u.s.w.). Sie betätigen das Stellglied, den Ventilhub, mit eigener Kraft, benötigen somit keine Hilfsenergie. Dabei wird die temperaturbedingte Ausdehnung von Metallen oder Flüssigkeiten ausgenutzt. Das Fühlerelement sitzt im oberen Teil des Ventilkopfs (auf Folie gelbes Röhrchen).

Ist das Ventil geöffnet, so dehnt sich bei steigender Raumtemperatur die Flüssigkeit im Inneren des Kapillarrohrs aus. Dadurch wird der Ventilhub verändert und das in den Heizungskörper fließende Vorlaufwasser gedrosselt oder ganz abgesperrt. Sinkt die Raumtemperatur, so zieht sich die Flüssigkeit im Kapillarrohr wieder zusammen und öffnet dadurch wieder das Ventil. Am Ventilkopf kann die gewünschte Raumtemperatur eingestellt werden. Durch Drehen am Ventilkopf wird der Hub des Ventils verkürzt oder verlängert. Liegt der Heizkörper an einer schwer zugänglichen Stelle an der sich die Wärme stauen kann, so kann ein sog. Fernfühler für eine genauere Raumtemperatur-regelung eingesetzt werden. Der Fernfühler ist durch ein 1 mm starkes und 2 m langes knicksicheres Stahlkapillarrohr mit dem Therstatkopf verbunden und funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie der eingebaute Fühler.

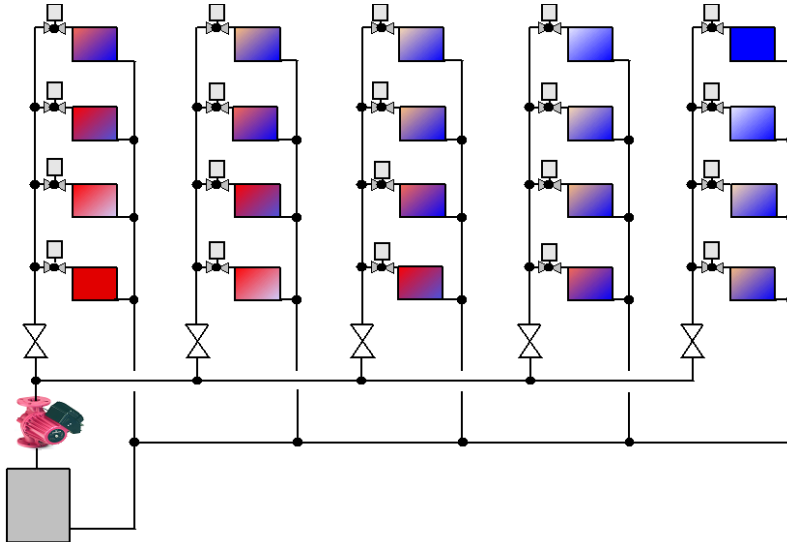
Vaillant Heizkörper-Thermostatventile sind in allen Zentralheizungen mit einer Heizungsvorlauftemperatur bis maximal 120 ° C einsetzbar.

Sie zeichnen sich durch eine besonders günstige Durchflusscharakteristik mit geringem Druckabfall aus. Durch die Möglichkeit der Voreinstellung wird eine gleichmäßige Verteilung der Wasservolumenströme auf die einzelnen Heizkörper erreicht. Der Einstellbereich liegt zwischen + 6 ° C bis + 26 ° C, entsprechend der Merkhzahl am Einstellgriff von 1 bis 7. Die Temperaturstufung beträgt ca. 3 ° C je Einstellziffer. In Stellung 1 besitzt das Ventil eine Frostschutzsicherung von ca. 6 ° C, die ein Einfrieren des Heizkörpers verhindert.



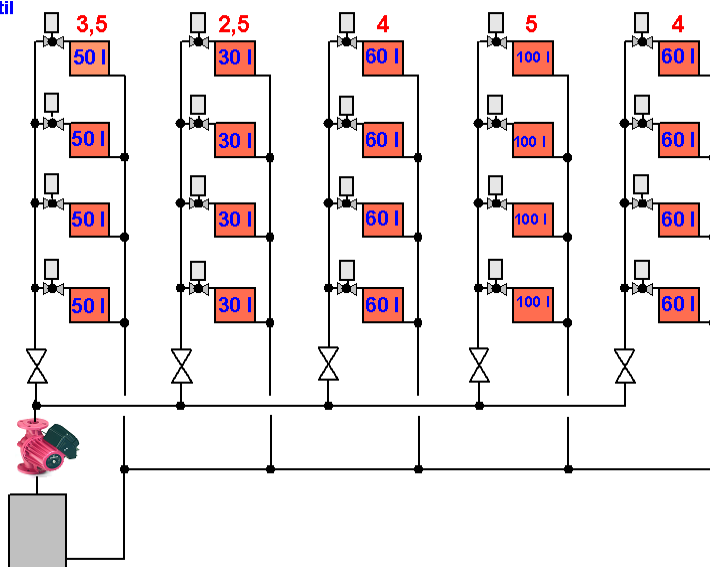
## 9. Hydraulischer Abgleich

### Heizungssystem ohne Abgleich



### Heizungssystem mit Abgleich

1/2"Thermostatventil  
1m im Ventil

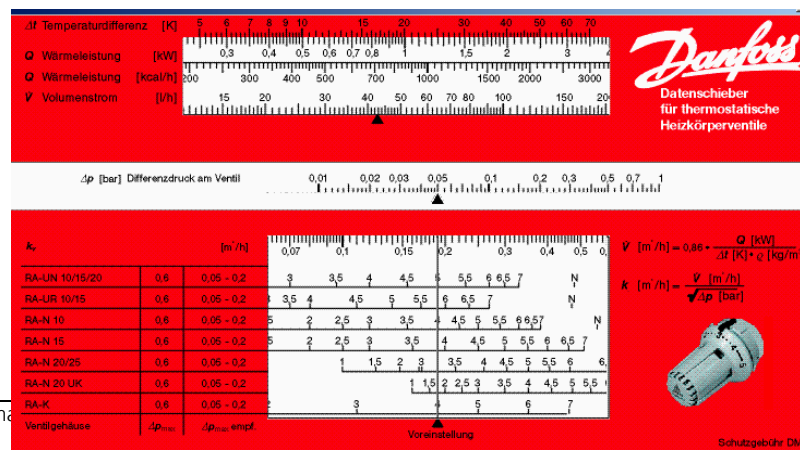
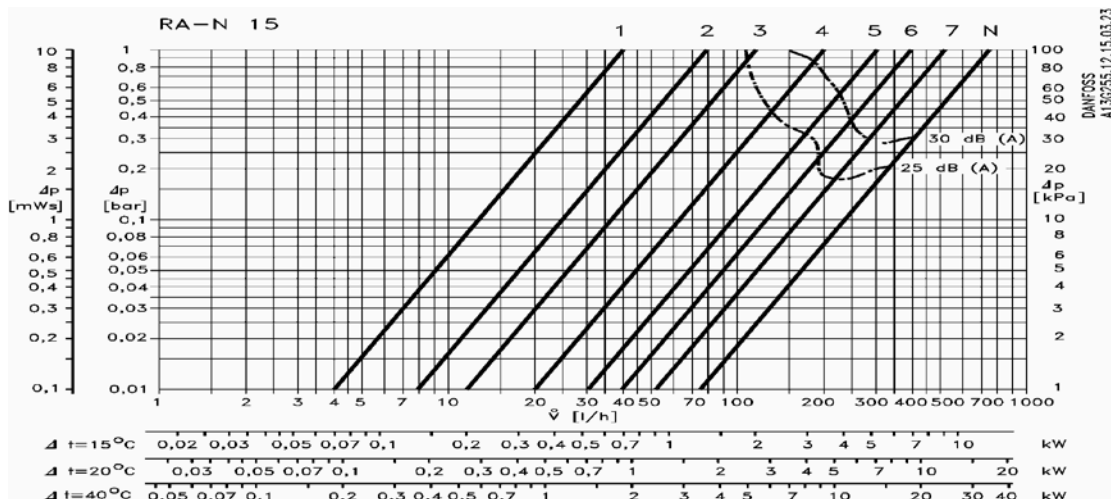
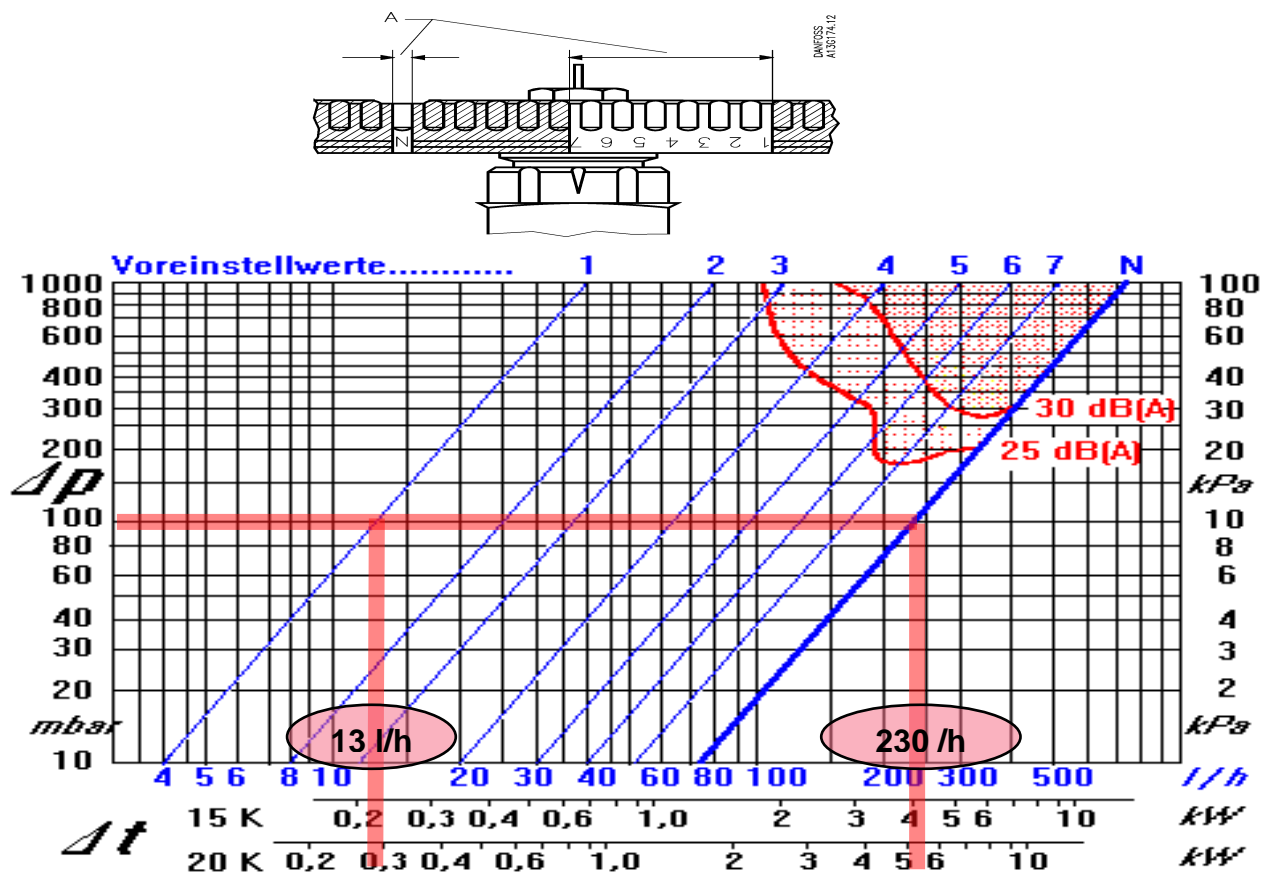


### Wärmebedarf und Ventilauslegung



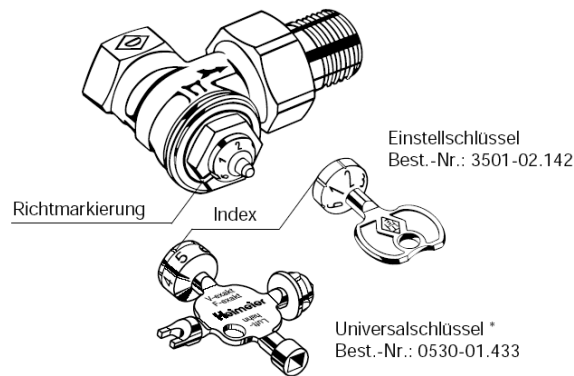
Beispiel: Der Anlagenabschnitt umfasst 10 Heizkörper je 30 l/h Bedarf (keine Begrenzung).  
Begrenzte Strangwassermenge durch ein Strangventil (kv-Wert): 300 l/h.  
Die Heizkörper sind nicht begrenzt (voreingestellt) und die Thermostatventile aufgedreht!  
Ein offenes Ventil DN 15 lässt einen Durchfluss von 235 l/h bei 100 mbar zu.

Welcher Durchfluss stellt sich an den beiden unteren und oberen Heizkörpern ein?

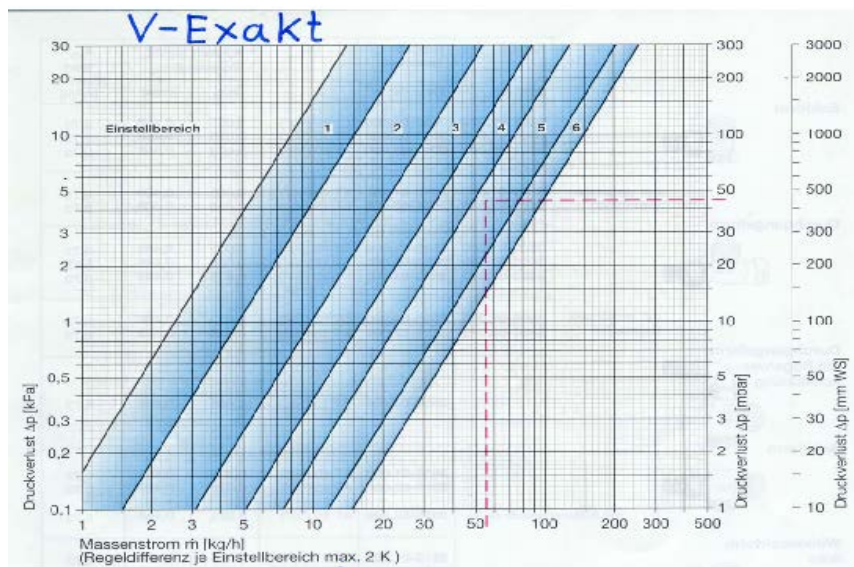




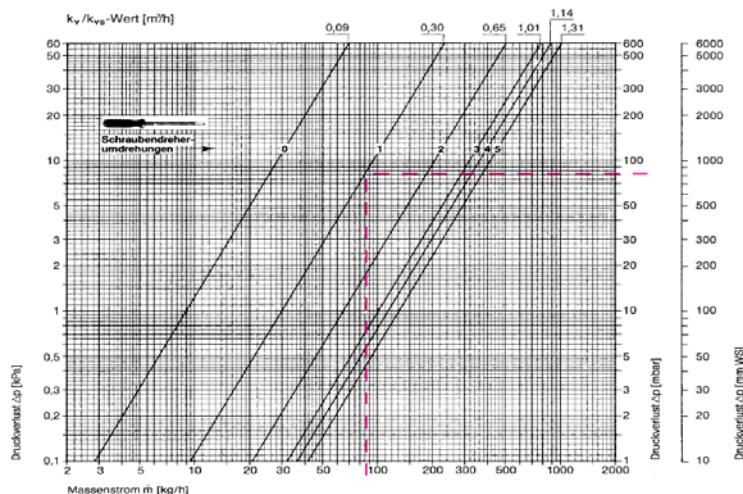
Die Feineinstellung kann zwischen 1,2,3,4,5 und 6 gewählt werden. Die Einstellung 6 entspricht der Normeinstellung (Werkeinstellung). Hinter jedem Einstellwert verbirgt sich ein Durchflußbereich, der lückenlos an den nächsten grenzt. Zwischeneinstellungen sind dadurch nicht erforderlich und auch nicht zulässig. Mit dem Schlüssel kann nur ein Fachmann Einstellungen vornehmen oder verändern. Ohne Werkzeug ist eine Manipulation durch Unbefugte ausgeschlossen.



## Heimeier DN 10 bis DN 20 Diagramm



## Regulux Diagramm Einstellbare Rücklaufverschraubung



## Fußbodenheizung – Heizkreisverteiler :

### Fußbodenheizung

xnet Heizkreisverteiler mit Topmeter



Rote Kappe mit der Hand abziehen.

xnet Fa. Kuhl in Odenthal



Durch Drehen des schwarzen Einstell-Rades die erforderliche Durchflussmenge einstellen

Seite 91



Rote Kappe wieder aufsetzen. Dadurch wird die Einstellung vor versehentlicher oder unbefugter Veränderung geschützt.

13.01.2011

## 10. Pumpenauslegung

### Überschlägige Pumpenauslegung $\dot{Q}_N$ für Standard-Heizungsanlagen

Wärmebedarf  
 $\dot{Q}_N$

$$\dot{Q}_N = \frac{A_N \cdot \dot{Q}_{\text{spez}}}{1.000} \quad [\text{kW}]$$

- $A_N$  = von der Pumpe versorgte beheizbare Nutzfläche [m<sup>2</sup>]
- $\dot{Q}_{\text{spez}}$  = max. spez. Wärmebedarf gemäß HeizAnIV :  
70 W/m<sup>2</sup> Wohngebäude mit mehr als 2 Wohnungen  
100 W/m<sup>2</sup> freistehende Wohngebäude mit max. 2 Wohnungen

Volumenstrom  
 $\dot{V}_{\text{PU}}$

$$\dot{V}_{\text{PU}} = \frac{\dot{Q}_N}{1,16 \cdot \Delta\theta} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- 1,16 = spez. Wärmekapazität [Wh/ kg x K]
- $\Delta\theta$  = Auslegungs-Temperatur-Differenz [K]  
= 10 - 20 K für Standard-Anlagen

## Überschlägige Förderhöhenauslegung für Standard-Heizungsanlagen

Förderhöhe  
 $H_{PU}$

$$H_{PU} = \frac{R \cdot l \cdot ZF}{10.000} \quad [m]$$

→  $R$  = Rohrreibungsdruckverlust im geraden Rohr [Pa/m]  
Erfahrungswert  $R = 50$  bis  $150$  Pa/m

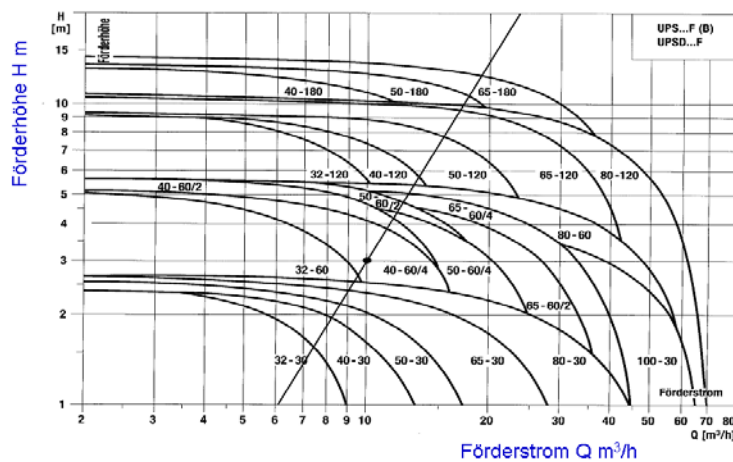
→  $l$  = Länge des ungünstigsten Heizstranges [m]  
(Vor- und Rücklauf)

→  $ZF$  = Zuschlagsfaktoren für  
Formstücke/Armaturen  $\approx 1,3$  (2,2)  
Thermostatventil  $\approx 1,7$

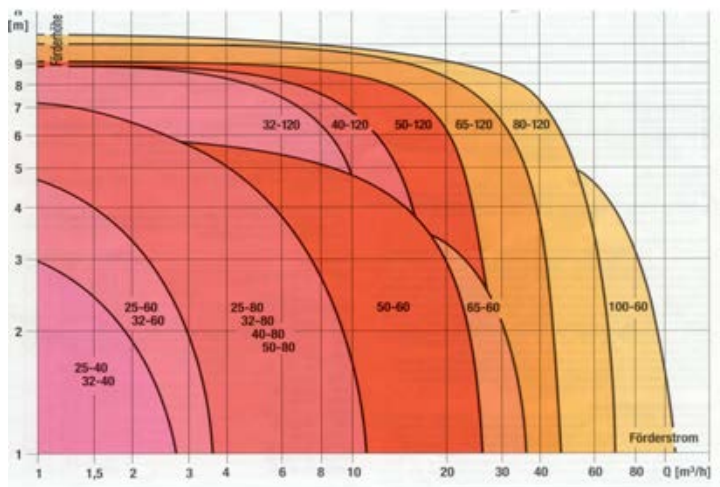
Wichtig: Die Förderhöhe so niedrig wie zur einwandfreien Versorgung erforderlich einstellen!

Formstücke/Armaturen  $\approx 1,3$  (2,6)  
Mischer/Schwerkraftbremse  $\approx 1,2$   
Thermostatventil  $\approx 1,7$

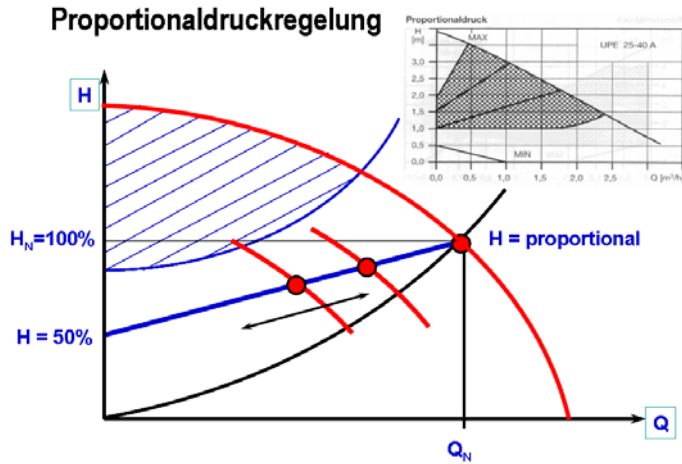
### Auslegungsbeispiel: UPS Serie 200



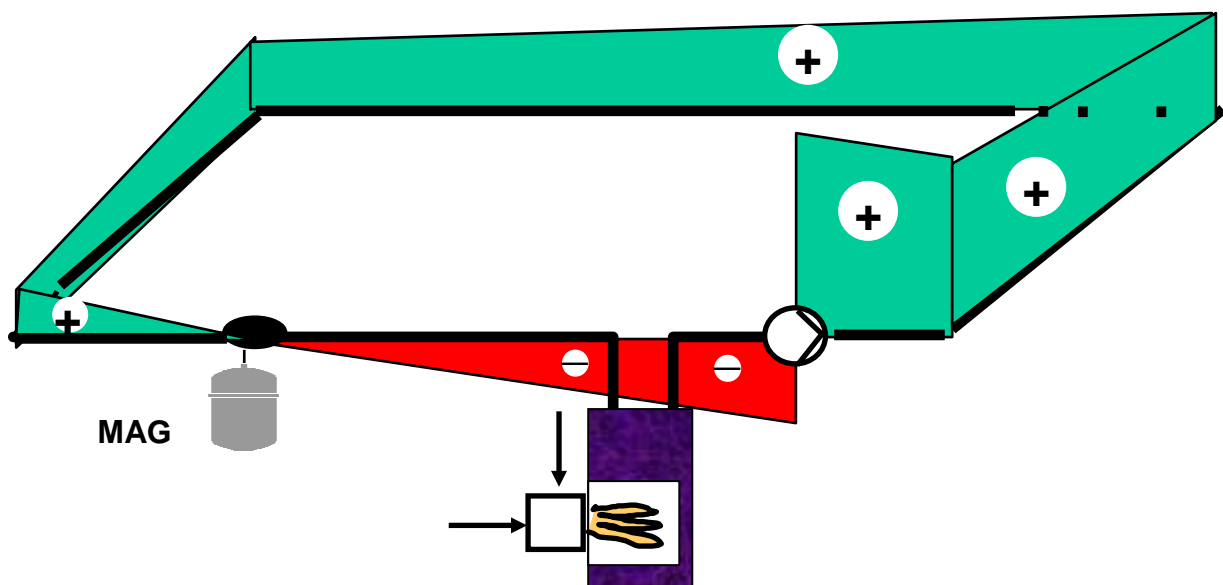
### Auslegungsbeispiel: Grundfos UPE



## Proportionaldruckregelung



Druckverhältnisse in geschlossenen Heizungsanlagen MAG auf Zulaufseite  
 ??? Wo und was ist der Nullpunkt einer Anlage ???



Was hat sich geändert ?

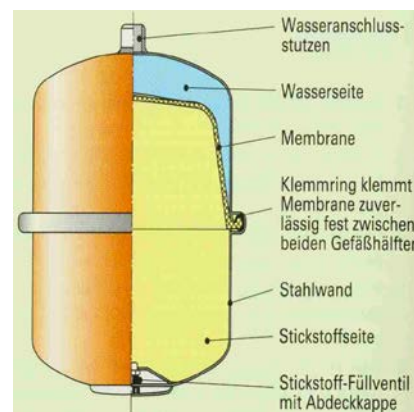
Bauteil Membran- Ausdehnungs- Gefäß MAG

Dimensionierung:

Die Größe des MAG hängt ab von:

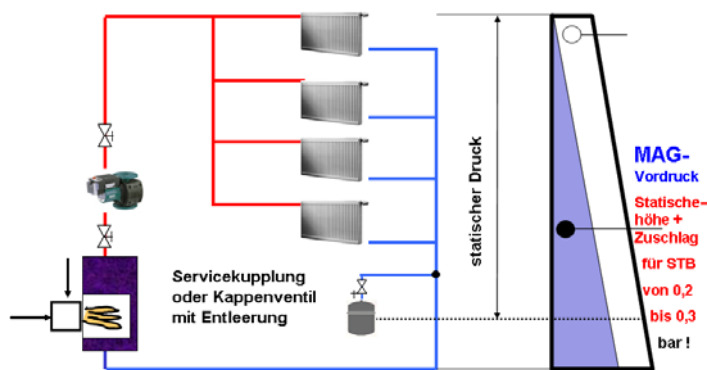
- dem Wasservolumen der Anlage
- der maximalen Vorlauftemperatur
- dem Vordruck
- dem Ansprechdruck des Sicherheitsventils

(Drucklos machen und Vordruck errechnen „Statischenhöhe + Zuschlag für STB 0,2 bis 0,3 bar“, danach Anlagenfülldruck errechnen „Vordruck + Zuschlag von 0,2 bis 0,5 bar“)





## Druckverhältnisse in Heizungsanlagen (Ruhedruck bei kalter Anlage)



### Ziele einer automatischen Leistungsanpassung der Pumpe

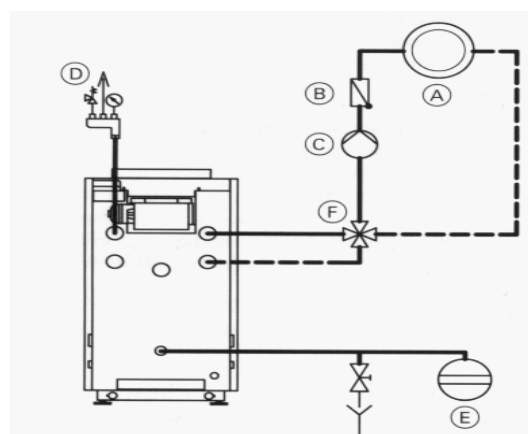
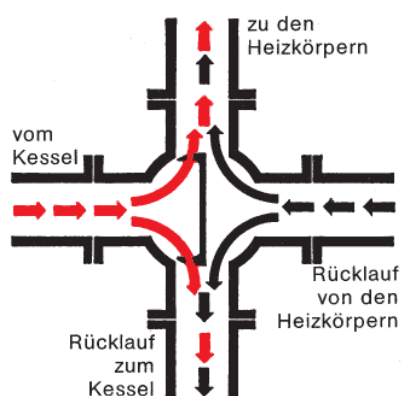
Reduzierung der hydraulischen Probleme in der Anlage (weniger Fließgeräusche)

Senkung der Energiekosten und Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen (sparen Strom und dadurch muss weniger erzeugt werden)

Erhöhung des Komforts und leichte Auslegung, Einstellung und Benutzung (Man muss im Sommer die Pumpenleistung nicht mehr selber runterregeln, haben ein großes Leistungsfeld und sind in wenigen Minuten auf die Anlage einstellbar)

## 11. Mischer

### Ölkessel mit Vierwegemischer



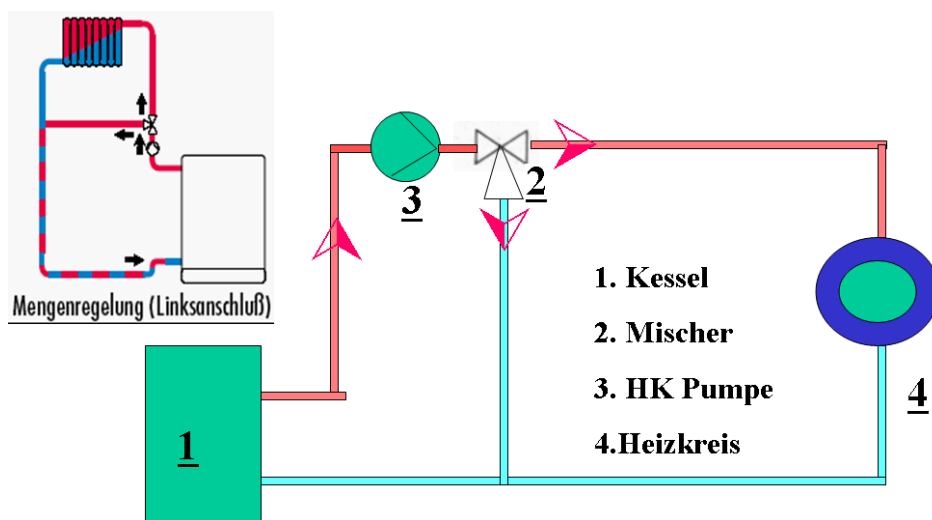
#### Kesselrücklauftemperatur wird angehoben:

Vierwegemischer arbeiten immer als Mischer mit konstanten Wassermengen. Vom Mischerprinzip aus kann man ihn genau so betrachten, wie einen Dreiwegemischer. Der Vorteil des Vierwegemischers liegt eindeutig in der deutlichen Trennung von Heizkreis und Kesselkreis!

Zudem wird dem zurückströmenden Heizkreiswasser warmes Kesselkreiswasser beigemischt. Dies führt zu einer Temperaturerhöhung im Kesselkreisrücklauf. Hierdurch wird eine Taupunktunterschreitung im unteren Teil des Kessels vermieden (Korrosionsschutz).  
Nicht bei Brennwertgeräten verwenden !!!

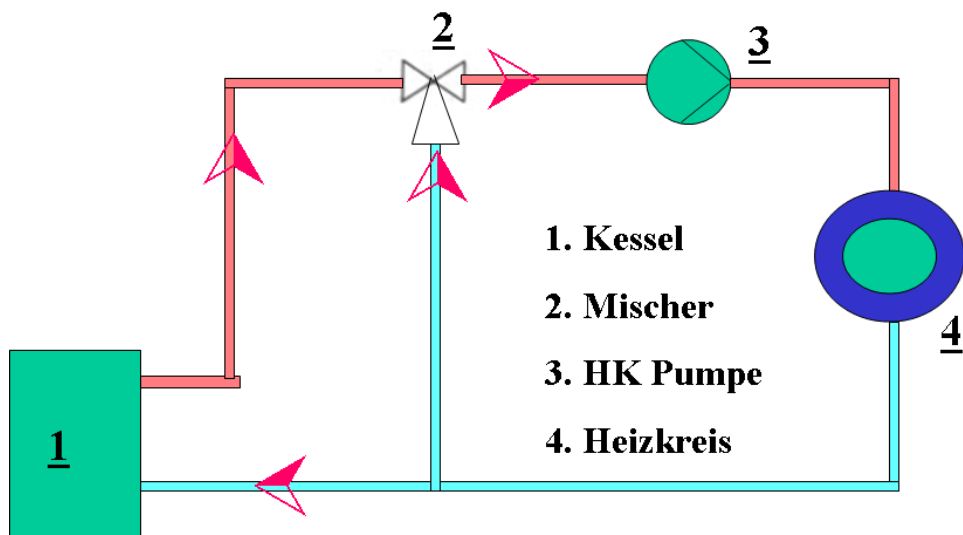
### Mengenregelung mit Dreiwegemischer :

Die Pumpe sitzt zwischen Kessel und Mischer. Der Mischpunkt liegt hier nach der PUMPE (d.h. druckseitig) !!

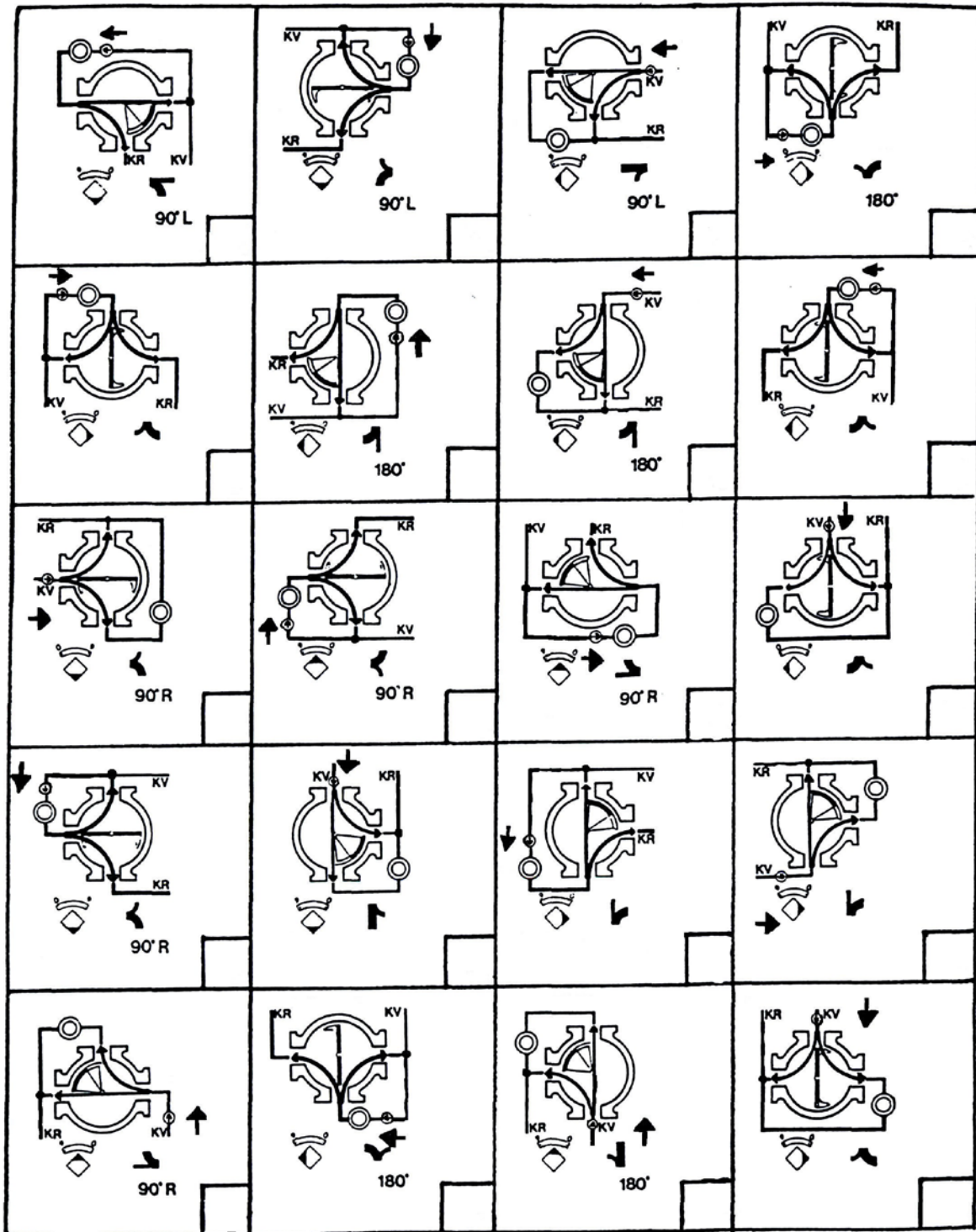


### Temperaturregelung mit Dreiwegemischer

Die Pumpe sitzt zwischen Mischer und Verbraucher. Der Mischpunkt liegt hier vor der Pumpe !! (d.h. saugseitig)



Entscheiden Sie, ob es sich bei den Darstellungen um eine Mengen- oder Temperaturregelung handelt. Tragen Sie in das Kästchen ein „M“ oder „T“ für die dargestellte Regelung ein.

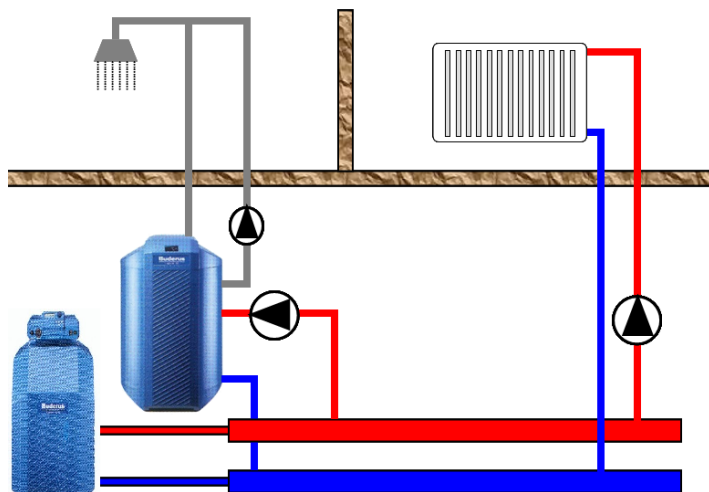


### Kommentar zur Mischerauslegung

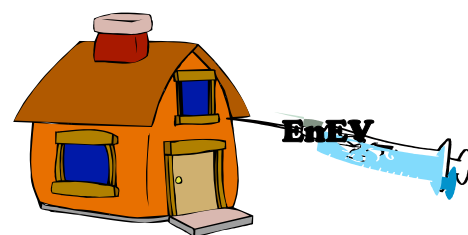
Zur Anpassung der Wärme an den Bedarf des Raumes hat man die Möglichkeit, entweder die Wassermenge oder die Temperaturdifferenz zu verändern. Ändert man den zu den Heizkörpern fließenden Wasserstrom, so spricht man von **Drossel-** oder **Mengenregelung**. Hierbei sitzt die Umwälzpumpe im Kesselkreis. Entscheidender Nachteil der Mengenregelung ist, dass z.B. der obere Teil der Heizkörper **immer**, auch wenn nur wenig Wärme verlangt wird, nahezu Kesseltemperatur annimmt. Es entsteht bei hohen Kesseltemperaturen Staubverschmelzung mit der bekannt trockenen „Heizungsluft“.

Bei der **Mischregelung** bleibt die Wassermenge im Verbraucherkreis konstant; verändert wird die Vorlauftemperatur. Die Umwälzpumpe ist im Heizungskreis angebracht. Da während des größten Teils der Heizperiode nur wenig Wärme von den Verbrauchern verlangt wird, nimmt das Heizungsvorlaufwasser relativ niedrige Temperaturen an. Die Nachteile der Mengenregelung durch die ungleichmäßige Heizkörperbelastung werden dadurch vermieden. Bei der Warmwasser-Heizung hat sich heute die Mischregelung gegenüber der Mengenregelung – aufgrund ihrer Vorteile – durchgesetzt.

## 12. Grundfunktionen einer Regelung



## 13. Die E n E V



Installation von Wärmeerzeuger und Speicher in der beheizten Halle.



Anordnung der Wärme- und Warmwasserverteilung  
in der beheizten Hülle.

Wenn möglich auf Zirkulationsleitungen verzichten / Zirkulationspumpe ausschalten

Austausch von veralteten Heizkesseln (Einbau vor 10/1978) bis 12/2006  
(bei Nachbesserung aufgrund 1. BImSchV oder Brennererneuerung bis 12/2008)

### Anmerkung: Ausnahmeregelungen bei selbstgenutzten Wohngebäuden



In den meisten Fällen lassen sich die EnEV-Anforderungen bereits durch Junkers-Gasbrennwertgeräte in der beheizten Hülle und Wärmedämmung gemäß WSchV'95 erfüllen!



### Anforderungen der EnEV an die Heizungsanlage

Es dürfen nur Wärmeerzeuger mit einem CE-Kennzeichen eingebaut werden. In der Regel sind Niedertemperatur oder Brennwertkessel zu verwenden.  
( nur in Ausnahmefällen sind Standardkessel zulässig ).

Die Heizungen müssen über zentrale Einrichtungen verfügen, die die Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur und der Zeit selbsttätig verringern bzw. abschalten können ( z.B. witterungsgeführte Regelung ). Ebenso sind Einrichtungen zur raumweisen Regelung der Raumtemperatur ( Thermostatventile ) vorgeschrieben.  
In Heizkreisen von über 25 kW, sind Umwälzpumpen zu verwenden, die ihre Leistung selbsttätig in mindestens drei Stufen anpassen können.

Neu eingebaute Zirkulationspumpen zur Warmwasserversorgung müssen über selbständig wirkende Einrichtungen zur Ein- und Ausschaltung verfügen. Heizungs- und Warmwasserleitungen sind nach den Anforderungen der EnEV zu dämmen.

Austausch von veralteten Heizkesseln (Einbau vor 10/1978) bis 12/2006 (bei Nachbesserung aufgrund 1. BImSchV oder Brennererneuerung bis 12/2008).

## FAZIT für eine Heizungsanlage

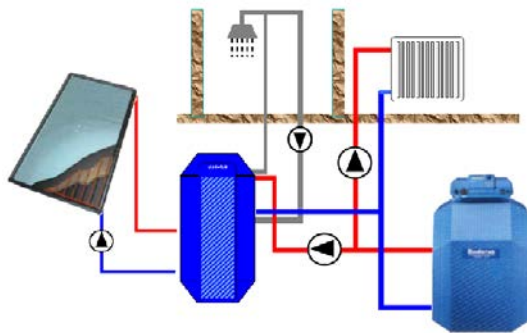
Eine moderne Heizungsanlage ohne eine elektronische Regelung ist heutzutage undenkbar. Der Wunsch der Kunden nach einer exakten Regelung der Heizung, flexibel leicht zu bedienen und anpassungsfähig an das persönliche Komfortbewusstsein unter Berücksichtigung der ökologischen und wirtschaftlichen Aspekte, steht immer mehr im Vordergrund. Moderne Herstellungsverfahren und eine hohe Integrität der Elektronik ermöglichen heutzutage problemlos diese Wünsche zu erfüllen.

Aufgrund der steigenden Energiepreise für Gas und Öl wird aber der Ruf lauter, sich von diesen Zulieferern, auch angesichts der aktuellen Ereignisse in Russland, unabhängig zu machen.

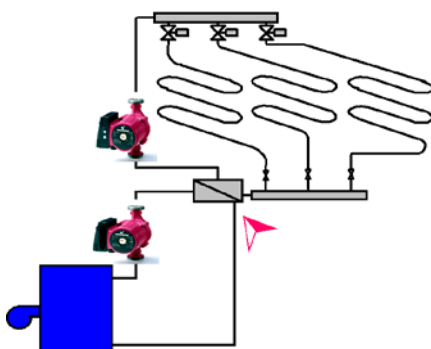
Seit einiger Zeit taucht der Begriff Pellets-Heizung immer mehr in den Medien auf. Kleine, genormte und gepresste Holzstäbchen, welche gerade hier in der Region Sauerland, bedingt durch die Holzwirtschaft und den damit verbunden Mengen an Holzabfällen wie Säge- oder Hobelspänen, kostengünstig hergestellt werden können.

Die wirtschaftliche und ökologische Bilanz ist hervorragend. Die SHK Betriebe, welche sich früh genug auf diese Technologie, optimaler Weise in Verbindung mit Solarenergie einstellen und ihren Kunden eine komplette und wirtschaftliche Lösung anbieten und installieren können, werden in Zukunft die Nase vorn haben und auf Dauer Arbeitsplätze sichern. Sie werden in der Zukunft auf Kundenwunsch von der herkömmlichen Technik, fossile, aber nicht nachwachsende Brennstoffe zu benutzen umschwenken auf „ Holz und Sonne „. Eine Energieform, welche es schon immer gab und heutzutage Dank moderner Regelungen auch alltagstauglich und komfortabel zu handhaben ist.

## 14. Grundfunktionen bei der Hydraulik



**Fußbodenheizung mit Systemtrennung**

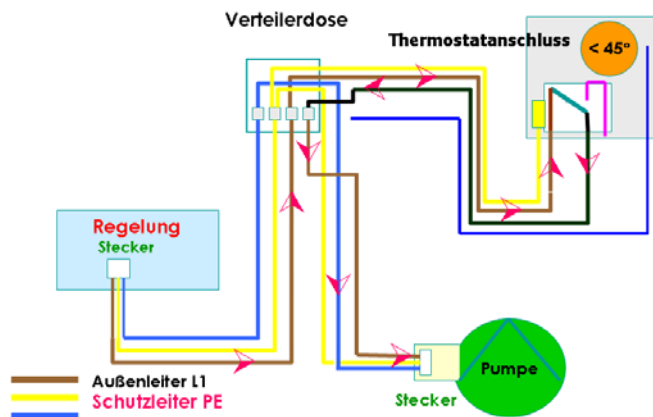


**Elektrischer Anschluss eines Thermostaten in Verbindung mit einer Pumpe**

---

Ziel: bei einer Thermostattemperatur  $> 50^{\circ}$  Celsius soll die Pumpe abschalten

Bei Temperaturen bis  $50^{\circ}\text{C}$  wird die Pumpe über L1 permanent mit Strom versorgt. Schaltet das Thermostat ab, so fließt über L1 kein Strom mehr, die Pumpe schaltet aus.



Es darf heutzutage kein Neutralleiter mehr als Aussenleiter verwendet werden ! Deshalb mind. 4 adrig verlegen.

Mit Einführung der EnEV 2002 wird der notwendigen Zusammenarbeit zwischen Architekt, Planer, Heizungsbauer und Bauherr mehr Gewicht eingeräumt. Das Gewerk Gebäude und Heizung sollte / muss aufeinander abgestimmt sein. Die Planung und Auslegung muss daher sorgfältig und entsprechend den technischen Regeln durchgeführt werden. Die Basis hierfür ist die DIN EN 1264.

Gemäß DIN EN 1264 ist für Wohn- und Aufenthaltsräume einheitlich ein Bodenbelag mit  $R_{\lambda} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  anzunehmen. Für Sanitärräume (Bäder, WC) wird  $R_{\lambda} = 0,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  angesetzt. Praktisch sind jedoch alle Arten von Bodenbelägen möglich. Der Grenzwert von  $R_{\lambda} = 0,15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  darf aber nicht überschritten werden.

Ein weiteres Kriterium das zu beachten ist, sind die maximal zulässigen Oberflächentemperaturen.

Aufenthaltsbereich	$F_b \text{ max} \leq 289^{\circ} \text{ C}$
Randzonen	$F_b \text{ max} \leq 35^{\circ} \text{ C}$
Bäder / Duschen	$F_b \text{ max} \leq , + 8 \text{ K (} 32^{\circ}\text{C)}$

Gemäß DIN 18560, Teil 2 darf bei Warmwasser-Fußbodenheizungen die mittlere Temperatur im Bereich der Heizungsrohre  $45^{\circ} \text{ C}$  auf Dauer nicht überschreiten.

Mit Einführung der EnEV 2002 wird der notwendigen Zusammenarbeit zwischen Architekt, Planer, Heizungsbauer und Bauherr mehr Gewicht eingeräumt. Das Gewerk Gebäude und Heizung sollte / muss aufeinander abgestimmt sein.



Die Planung und Auslegung muss daher sorgfältig und entsprechend den technischen Regeln durchgeführt werden. Die Basis hierfür ist die DIN EN 1264.  
Gemaß der DIN EN 1264 ist die Wohn- und Aufenthaltsräumen einheitlich ein Bodenbelag mit

$$R_{\lambda} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Anzunehmen. Für Sanitärräume (Bäder, WC) wird

$$R_{\lambda} = 0,0 \text{ m}^2\text{K/W}$$

angesetzt. Praktisch sind jedoch alle Arten von Bodenbelägen möglich.

Der Grenzwert von

$$R_{\lambda} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W},$$

darf aber nicht überschritten werden.

Ein weiteres Kriterium, das zu beachten ist, sind die maximal zulässigen Oberflächentemperaturen.

Aufenthaltsbereich:

$$\theta_{\text{Fb,max}} \leq 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Randzonen (1 m tief)

$$\theta_{\text{Fb,max}} \leq 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Bäder / Duschen

$$\theta_{\text{Fb,max}} \leq \theta_i + 9 \text{ K}$$

Gemäß DIN 18560 teil 2 darf bei Warmwasser-Fußbodenheizung die mittlere Temperatur im Bereich der Heizrohre 45 °C auf Dauer nicht überschreiten.

### **Für Zement und Anhydrit Estriche bei Gussasphalt max 45 °C**

#### **Die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft**

1. Die 5 Sicherheitsregeln bei einer elektrischen Verdrahtung
2. Die Installationsanleitung des zu installierenden Gerätes
3. Querschnitt und Ausführung der Leitungen (z.B. abgeschirmt)
4. Die VDE Vorschriften - Erst PE dann N und jetzt den Leiter
5. Eine richtige und saubere Verdrahtung der Anlage
6. Überprüfung der Anlage und des ÜBERGABEPUNKTES
7. Erstinbetriebnahme und Parametrierung des Reglers
8. Protokollierung der Messergebnisse und der Parameter

#### **Sicherheitstechnische Ausrüstung nach DIN4751 !!**

##### Anmerkung:

*Bei Gasfeuerstätten ist die Forderung nach einer Notabspernung vor dem Heizraum völlig weggefallen !!*

*Es muss aber vor jeder Feuerstätte ein Notschalter vorgesehen werden.*

*(Evtl. ist es möglich, dass ein Magnetventil (stromlos geschlossen in der Gasleitung eingebaut wird und über den Notschalter mit betätigt wird).*

*Die Vorschriften sind je nach Bundesland unterschiedlich*

Wir bedanken uns bei den Herstellern und bei den aufgeführten Personen:

Vaillant

---

Herrn Gipperich

Herrn Hammeke

Buderus

Zeba

Junkers

Centra

Danfoss

IEU

Grundfos

Heimeier

Wilo

und dem Weka-Verlag für die Nutzungsberechtigung des Anschauungsmaterials.

## **Ausarbeitung**

Innung Sanitär Heizung Klima Köln

Rolshover Str. 115

51105 Köln

Telefon (0221) 83712-0

Telefax (0221) 83712-55 + 56

info@shk-innung-koeln.de

www.shk-innung-koeln.de

Nachdruck verboten.

Stand: 01/2011