

## Schritt 4

# Die Heizkurve im Betrieb optimieren

Die Optimierung im Betrieb ist ein ganz wichtiger Bestandteil für die Steigerung der Anlageneffizienz. **Wie** Sie die Heizkurve **optimieren** und **welche Auswirkungen** dies im allgemeinen hat, können Sie in der **Systembetrachtung** / Teil 1: Heizkurve / Vorlauftemperatur nachlesen. In diesem Kapitel geht es um Zahlen und Fakten mit dem Ziel einer praxisbezogenen Heizkurvenoptimierung.

### Ein kleiner Rückblick

In **Schritt 1 (Differenzdruckregler und / oder Hocheffizienzpumpe einbauen)** und **Schritt 2 (Thermostatventile voreinstellen)** der Abgleichstrategien von Altanlagen habe ich Ihnen die Vorgehensweise bzw. die Berechnungsansätze für den hydraulischen Abgleich einer Altanlage aufgezeigt. Die Basis der Auslegung ist ein definierter Bezugspunkt (Anlagenabschnitt) und ein angenommener Differenzdruck über dem Thermostatventil. Es ging dabei nur um die **Festlegung der hydraulischen Kenndaten!**

Um jedoch einen **Voreinstellwert zu berechnen**, benötigen wir neben dem **Differenzdruck am Thermostatventil** den **Massenstrom am Heizkörper** (siehe Formeln). Dieser Massenstrom ist natürlich abhängig von der **gewünschten Leistung** und den geplanten oder bekannten **Systemtemperaturen**, also der Vorlauf- bzw. (realen) Rücklauftemperatur.

Millionen von sanierungsreifen Heizungsanlagen wurden bis zur Verfügbarkeit von NT Kesseln in den 80iger Jahren mit einer Spreizung von 90/70 "geplant" und die Heizkörper anschließend nach der Nischengröße der Fenster (über)dimensioniert 😊. Ob dies nun gut oder weniger gut, war spielt heute keine Rolle mehr. Fakt ist, dass fast alle Anlagen aufgrund der großzügigen Dimensionierung der Heizkörper und teilweise durchgeführten Verbesserungen des Wärmeschutzes (neue Fenster, Teilisolierung) heute mit NT-Kesseln (und einer max. Kesseltemperaturbegrenzung von 70/75°C) einwandfrei "laufen". Falls Sie noch eine Mischersteuerung an einem 90°C Kessel haben: Bitte gleich den Kessel tauschen - das Teil gehört jetzt wirklich zum "Alteisen".

### Mein Ansatz

Wenn **keine umfassende Verbesserung des Wärmeschutzes** am Gebäude durchgeführt wurde und ein **NT-Kessel** mit einer max. Kesseltemperatur von 70°C im Betrieb ist, führen Sie die **Berechnung mit  $T_v/T_r$ : 70/55°C** und **den vorhandenen Heizkörpern** durch. Sind die Betriebsdaten, also die Einstellung der Heizkurve bekannt, kann ebenso mit diesen Werten gerechnet werden (bekannte Vorlauftemperatur und gewünschte Rücklauftemperatur). Die **errechnete Heizkörperleistung** (z.B. mit der Software DanBasic, hier die Heizkörperauslegung) ist nahezu identisch mit **der realen Heizlast pro Raum**.

Die Vorlauftemperatur ist gar nicht einmal so weit von geplanten Neuanlagen mit Systemtemperaturen wie 65/40 entfernt; sprich Bereitschafts- bzw. Verteilverluste für die Wärmeerzeugung und Verteilung liegen auf vergleichbarem Niveau. Liegt die Vorlauftemperatur zu hoch, ergeben sich automatisch geringere Rücklauftemperaturen bzw. eine größere Spreizung (auf Kosten der Regelgenauigkeit der Thermostatventile), was auf Sicht der Brennwertnutzung (bei einem neuen Brennwertgerät) sogar positiv ist. Details hierzu können Sie im Abschnitt **Temperaturniveau** nachlesen.

### **Warum also die Vorlauftemperatur nach der Berechnung im Betrieb absenken ?**

Zunächst müssen wir 2 Fälle unterscheiden

- **Fall 1:** Die Heizlast je Raum ist (fast) identisch mit der Heizkörperleistung.
- **Fall 2:** Die Heizlast je Raum ist deutlich geringer als die Heizkörperleistung aufgrund eines verbesserten Wärmeschutzes. Es wurde eine Heizlastberechnung durchgeführt.

**Zu Fall 1:** Nun, wir haben aufgrund **realistischer Randbedingungen Annahmen** bzgl. der Systemtemperaturen **getroffen** und die Berechnung der Voreinstellwerte durchgeführt. Anschließend wird das **Temperaturniveau langsam in kleinen Schritten bei unterschiedlichen Lastzuständen** (z.B. +10°C und -5°C) **abgesenkt**, bis es in jedem Raum aufgrund der Nutzungsbedingungen ausreichend (schnell) warm wird. Natürlich hat diese Methode auch einen Haken: Liegen **stark abweichende Überdimensionierungsfaktoren der einzelnen Heizkörper** vor, so können Sie die Vorlauftemperatur nur soweit absenken, bis der am wenigsten überdimensionierte Heizkörper gerade noch die erforderliche Leistung abgibt. Da hilft nur eins: Den Heizkörper durch einen größeren ersetzen, aber bitte nachrechnen.

**Fall 2:** Sie haben eine **Heizlastberechnung** bei einem Gebäude durchgeführt und sind zu **deutlich niedrigeren Ergebnissen** gekommen als die vorhandene Leistung der Heizkörper im Planungsfall! Dann müssen Sie das **Temperaturniveau natürlich deutlich absenken**.

**Dazu eine Frage zur Nachrechnung der Heizlast von bestehenden Gebäuden:** Wie kommen Sie zu einem verlässlichen U-Wert eines Hohlblocksteines aus dem Jahr 1963? Wie hoch ist die **Fehlertoleranz bei der Berechnung**? Werden Isoliermaßnahmen mit bekannten Kennwerten aktueller Baustoffe durchgeführt, ist dies kein Problem. Aber welchen praktischen Sinn machen aufwendige Berechnungen in der Anlagentechnik, wenn die Basis (Heizlast) schon eine extrem hohe Fehlertoleranz mit sich bringt?

Müssen Sie **noch einmal "nachrechnen"** bei einer Reduzierung der Heizlast und der notwendigen Absenkung der Heizkurve / Vorlauftemperatur?

**In den meisten Fällen nicht:** Ich zeige Ihnen wie es geht.

## Optimierung im Betrieb – Schritt 4

Sehen Sie sich dazu bitte folgende Tabelle an: Was passiert bei konstanter Vorlauftemperatur und reduzierter Heizlast?

<b>Heizkörper 1 - Stahlradiator 110/600/600 mit RA-N 15 / Fühler RAW</b>					
<b>Differenzdruck über dem Ventil = 50 mbar, xp = 1</b>					
<b>Basis TV/TR = 70/55 = Normwärmeleistung 558 Watt</b>					
HK-Leistung	Heizlast %	<b>Tv konstant</b>	Tr real	dT	Einstellung
558	100	70	55	15	3,5
502	90	70	49	21	2,5
446	80	70	44	26	2
380	70	70	39	31	1,5

  

<b>Heizkörper 2 - Stahlradiator 160/600/1000 mit RA-N 15 / Fühler RA 2000</b>					
<b>Differenzdruck über dem Ventil = 50 mbar, xp = 1</b>					
<b>Basis TV/TR = 70/55 = Normwärmeleistung 1267 Watt</b>					
HK-Leistung	Heizlast %	<b>Tv konstant</b>	Tr real	dT	Einstellung
1267	100	70	55	15	6
1140	90	70	49	21	4
1014	80	70	44	26	3,5
887	70	70	39	31	2,5

Sie sehen **zwei Heizkörper** mit einer Leistung von 558 bzw. 1267 Watt bei einer **Auslegungstemperatur von 70/55°C**. Die **Voreinstellwerte** betragen im Auslegungsfall (100% Heizlast) **3,5 bzw. 6** (siehe jeweils Zeile 1). **Reduzieren wir nun die Heizlast** im Raum um z.B. 30% (entspricht 70% Heizlast) **bei konstanter Vorlauftemperatur**, so erhalten wir aufgrund der deutlich reduzierten Massenströme deutlich größere Spreizungen am Heizkörper. Das **Resultat**: Die **Voreinstellwerte würden merklich kleiner: 1,5 bzw. 2,5** - keine gute Lösung. Es müsste **nochmals gerechnet** werden, kleinere Voreinstellwerte bedeuten in der Praxis **größere Anfälligkeit gegenüber Verschmutzungen** und das Temperaturniveau ist zu hoch (Verteil- bzw. Bereitschaftsverluste). Ändert man nun nichts, spricht **Voreinstellung und Vorlauftemperatur bleiben unverändert, verschlechtert sich das Regelverhalten** des Thermostatventils merklich. Das Überangebot an Leistung versucht der selbsttätige Regler (das Thermostatventil) zu kompensieren, indem es weiter schließt. Das xp wird kleiner, im Extremfall ergibt sich ein "Auf-Zu" Verhalten.

## Optimierung im Betrieb – Schritt 4

Dass es auch anders geht, zeigt die folgende Tabelle: Die Vorlauftemperatur wird aufgrund der reduzierten Heizlast abgesenkt.

<b>Heizkörper 1 - Stahlradiator 110/600/600 mit RA-N 15 / Fühler RAW</b>					
<b>Differenzdruck über dem Ventil = 50 mbar, xp = 1</b>					
<b>Basis TV/TR = 70/55 = Normwärmeleistung 558 Watt</b>					
HK-Leistung	Heizlast %	TV variabel	Tr real	dT	Einstellung
558	100	70	55	15	3,5
502	90	66	52	14	3,5
446	80	62	50	12	3,5
380	70	58	47	11	3

  

<b>Heizkörper 2 - Stahlradiator 160/600/1000 mit RA-N 15 / Fühler RA 2000</b>					
<b>Differenzdruck über dem Ventil = 50 mbar, xp = 1</b>					
<b>Basis TV/TR = 70/55 = Normwärmeleistung 1267 Watt</b>					
HK-Leistung	Heizlast %	TV variabel	Tr real	dT	Einstellung
1267	100	70	55	15	6
1140	90	66	52	14	6
1014	80	62	50	12	6
887	70	58	47	11	5,5

Bei **identischen Voraussetzungen** wird in **Abhängigkeit zur Verringerung der Heizlast die Vorlauftemperatur gesenkt**. Sehen Sie sich nun die Voreinstellwerte an. Selbst bei einer um **30% reduzierten Heizlast ändert sich der Voreinstellwert nur um 0,5**. Dies ist für die Praxis ohne weiteres zu vernachlässigen. Als Basiswert für die Absenkung der Vorlauftemperatur gilt: Ausgehend vom Temperaturniveau 70/55° wird bei einer **Reduzierung der Heizlast um jeweils 10%** die **Vorlauftemperatur um ca. 4K abgesenkt**. Dies ergibt bei einer Heizlast von z.B. 887 W statt 1267 W (Heizkörper 2) eine Vorlauftemperatur von 58 °C.

## Optimierung im Betrieb – Schritt 4

Soll nun auch noch die **Spreizung konstant** gehalten werden? Senken Sie einfach nur **um ca. 3 K pro 10% weniger Heizlast** ab. Das Ergebnis sehen Sie in der nachfolgenden Tabelle am Beispiel eines Heizkörpers von 1155 Watt (Basis: 70/50°C)

**Heizkörper 2 - Stahlradiator 160/600/1000 mit RA-N 15 / Fühler RA 2000**  
**Differenzdruck über dem Ventil = 50 mbar,  $x_p = 1$**   
**Basis TV/TR = 70/50 = Normwärmeleistung 1155 Watt**

HK-Leistung	Heizlast %	TV konstant	Tr real	dT	Einstellung
1155	100	70	50	20	4,5
1040	90	70	45	25	3,5
924	80	70	40	30	2,5
809	70	70	36	34	2,5

  

HK-Leistung	Heizlast %	TV variabel	Tr real	dT	Einstellung
1155	100	70	50	20	4,5
1040	90	66	48	18	4,5
924	80	62	46	16	4,5
809	70	58	43	15	4

  

HK-Leistung	Heizlast %	TV variabel	Tr real	dT	Einstellung
1155	100	70	50	20	4,5
1040	90	67	47	20	4
924	80	64	44	20	3,5
809	70	61	41	20	3,5

Während bei einer Absenkung von 4K je 10% Heizlast sich die Spreizung reduziert, bleibt die **Spreizung von 20K bei einer 3K Absenkung konstant.**

**Fazit:** Nach einer Berechnung aufgrund bekannter Parameter muss eine Heizungsanlage über die Anpassung der Heizkurve optimiert werden, gerade bei einer reduzierten Heizlast. Dies kann nur vom Anlagenbetreiber unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens durchgeführt werden, denn keine Anlage wird in der Praxis so betrieben, wie Sie berechnet wurde. Bei einer nachträglichen Reduzierung der Heizlast ist eine erneute Berechnung der Voreinstellwerte nicht zwingend notwendig.