

## Praxisbeispiel zur Anlagenoptimierung

Das Verfahren einer Anlagenoptimierung, welches dem Projekt "Optimus" (vgl. Kapitel 5.2.14.1) zugrunde liegt, wird nachfolgend umrissen. Als Beispiel dient eine (fiktive) Etagenwohnung mit 4 Räumen, die stellvertretend für eine Heizungsanlage im Bestand herangezogen wird, um das Prinzip der Optimierung zu verdeutlichen. Im Praxisfall wird sicher eine Software zur Problemlösung (Finden einer Vorlauftemperatur, der Pumpenförderhöhe und der Einstellwerte für den hydraulischen Abgleich) verwendet.

### Ausgangsdaten für das Beispielgebäude

Die Etagenwohnung ist eine Eckwohnung im mittleren Geschoss eines Mehrfamilienhauses. Sie hat 60 m<sup>2</sup> Fläche, Grundriss und schematische Ansichten siehe Bild 5.2.14.2-1. Das Gebäude wurde kürzlich baulich saniert, die Anlage ist noch immer die alte.

Es befinden sich in der Anlage: 4 Plattenheizkörper und die alte Brennwerttherme (mit Überströmventil). Für die Anlagenoptimierung soll – falls nötig – die Vorlauftemperatur herabgestellt werden (momentan: 75 °C) und es werden voreinstellbare Ventile eingebaut (Stufen 1 – 6), damit der hydraulische Abgleich durchgeführt werden kann. Die Pumpe kann, weil im Kessel integriert, nicht eingestellt werden. Es wird bei Bedarf eine zentrale Druckminderung vorgesehen (Differenzdruckregler).

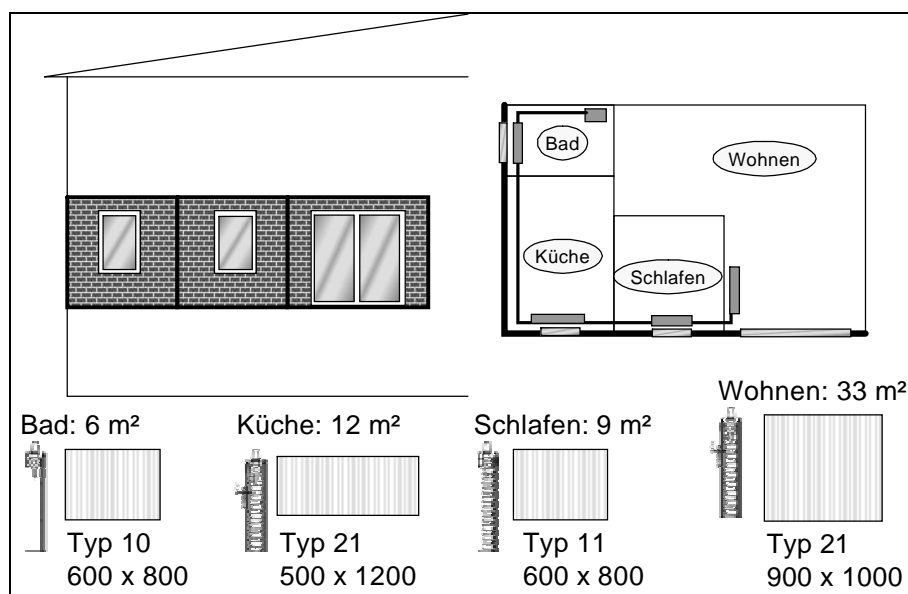


BILD 5.2.14.2-1 RANNDATEN DER BEISPIELWOHNUNG

Die Begehung des Istzustandes umfasst ein Aufmaß der Heizkörper, sowie die Leistungsbestimmung der Heizkörper (mit Tabellenbuch, Herstellerunterlagen oder Software). Die vorgefundenen Leistungsdaten finden sich in Tabelle 5.2.14.2-1.

Die Anlagenoptimierung setzt weiterhin voraus, dass für den aktuellen Zustand des Gebäudes eine Heizlast gerechnet oder geschätzt wird. Für den Zustand nach der Modernisierung sei dies im Beispiel mit einer einfachen Software erfolgt, Ergebnisse ebenfalls siehe Tabelle 5.2.14.2-1.

Die Heizlasten vor der Modernisierung sind nur informativ angegeben, damit sich der Leser ein Bild von der Anlage machen kann! Sie müssten im konkreten Optimierungfall nicht berechnet werden.

Tabelle 5.2.14.2-1 zeigt: die Heizkörper passten vor der Modernisierung recht gut den Heizlasten der Räume. Von den vier Räumen hat die Küche vor und nach der Modernisierung die größte flächenbezogene Heizlast, weil sie der Eckraum ist. Es ist auch zu sehen, dass der Heizkörper in der Küche nach der Modernisierung am stärksten und im Wohnzimmer am wenigsten überdimensioniert ist. Die Küche profitiert relativ am meisten von der Wärmedämmung.

Randdaten		Heizkörpernormleistung (nach EN 442 bei 75/65/20 °C)	Zustand vor der Modernisierung Wände 1,5 W/(m²K) Fenster 2,8 W/(m²K)		Zustand nach der Modernisierung Wände 0,3 W/(m²K) Fenster 1,3 W/(m²K)		
Raum	Grundfläche		Heizlast, in [W]	bezogene Heizlast, in [W/m²]	Heizlast, in [W]	bezogene Heizlast, in [W/m²]	Verhältnis Heizlast zu Heizkörpernormleistung
Bad	6 m²	550	450	75	200	33	36 %
Küche	12 m²	1450	1400	117	490	41	34 %
Schlafen	9 m²	750	700	78	310	34	41 %
Wohnen	33 m²	1650	1400	42	850	26	52 %
Gesamt	60 m²	4400	3950	66	1850	31	42 %

TABELLE 5.2.14.2-1 RANNDATEN DER BEISPIELWOHNUNG

**Optimierung des Temperaturniveaus**

Die bauliche Modernisierung lässt es zu, dass das Temperaturniveau in der Anlage abgesenkt wird. Bis zu welchen Werten bestimmt vor allem das Wohnzimmer. Es ist der thermisch ungünstigste Raum – der Raum in dem die Heizkörperleistung bezogen auf die Raumheizlast am kleinsten ist.

Das optimale Temperaturniveau kann mit dem Heizkörperdiagramm (oder einer Software, in dem dieses programmiert ist) gefunden werden. Zur Erläuterung des Bildes 5.2.14.2-2: X- und Y-Achse zeigen Vor- und Rücklauftemperaturen für einen Heizkörper an. Die Diagonalen geben an, wie viel Leistung der Heizkörper (in % der Normleistung) abgibt und wie viel Heizwasser (in % des Normmassenstroms) benötigt werden.

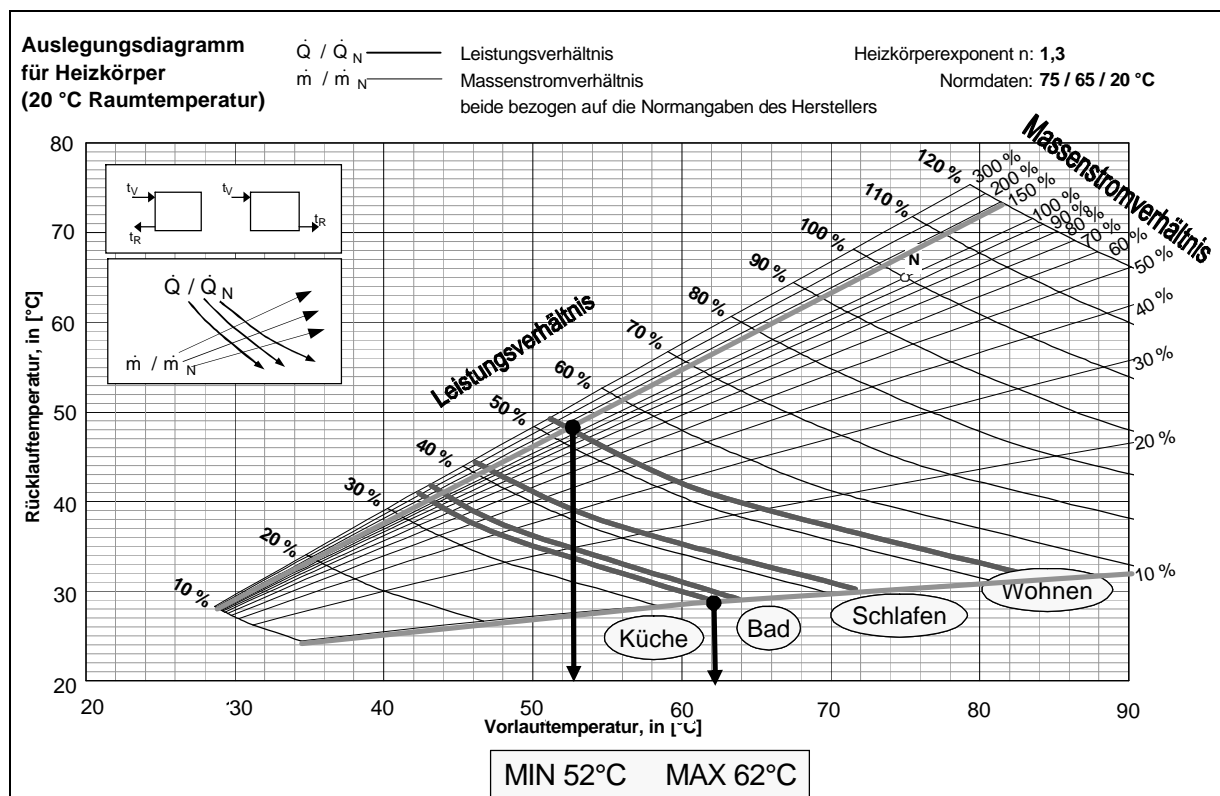


BILD 5.2.14.2-2 ANWENDUNG DES HEIZKÖRPERDIAGRAMMS

Die aus dem Gebäude bekannten Daten werden eingetragen: es sind nur die Leistungsverhältnisse bekannt. Das Wohnzimmer benötigt beispielsweise 52 % der Leistung, die der Hersteller als Normleistung angegeben hat. Entsprechend werden vier Linien für die vier Leistungsverhältnisse eingetragen.

Die Wahl der Vorlauftemperatur steht dem Anwender nun frei – mit gewissen Einschränkungen. Es sollten mindestens 52 °C gewählt werden, damit es im Wohnzimmer überhaupt warm wird. Noch klei-

neren Vorlauftemperaturen würden zu riesigen Wassermengen führen (Limit bei der Ablesung im Bild ist ein Massenstrom von 150 % des Herstellerwertes). Konsequenzen wären: große notwendige Pumpe.

Die nicht zu überschreitende Temperatur wird etwa bei 62 °C liegen, damit in der Küche die Volumenströme nicht zu klein werden. Noch größere Vorlauftemperaturen würden zu winzigen Wassermengen führen (Limit bei der Ablesung im Bild ist ein Massenstrom von 10 % des Herstellerwertes). Konsequenzen hier: es können keine Thermostatventile gefunden werden und die Durchlaufzeiten (Totzeiten) durch die Anlage steigt.

Im Bereich dazwischen kann eine Vorlauftemperatur frei gewählt werden. Fällt die Wahl auf die Temperatur 55 °C, ergeben sich die in Tabelle 5.2.14.2-2 zusammengestellten Rücklauftemperaturen und Massenstromverhältnisse. Die Werte wurden aus dem Heizkörperdiagramm Bild 5.2.14.2-2 abgelesen und sind daher ungenau. In einem Rechenprogramm werden sie automatisiert ermittelt.

Raum	Abgelesedaten aus Bild 5.2.14.2-2		Normvolumenstrom (nach EN 442 bei 75/65/20 °C), in [m³/h]	Volumenstrom im Betrieb, in [m³/h]	Voreinstellung	
	Rücklauftemperatur, in [°C]	Massenstromverhältnis, in [%]			mit DDR auf ca. 60 mbar	ohne DDR bei 250 mbar
Bad	ca. 34	ca. 18	47	8	2	1
Küche	ca. 33	ca. 17	125	21	4	3
Schlafen	ca. 38	ca. 25	65	16	4	2
Wohnen	ca. 46	ca. 55	142	78	6	5
Gesamt	ca. 42 (berechnet)	---	---	123	---	---

TABELLE 5.2.14.2-2 RÜCKLAUFTEMPERATUREN, VOLUMENSTRÖME, VOREINSTELLUNGEN

Es ergeben sich die ebenfalls in Tabelle 5.2.14.2-2 dokumentierten Volumenströme von 8 ... 78 l/h an den vier Heizkörpern. Hätte man die Vorlauftemperatur etwas geringer gewählt, wären die Werte höher, bei höheren Vorlauftemperaturen noch kleiner.

### Voreinstellung der Ventile

Zunächst muss der erforderliche Pumpendruck bestimmt werden. Für die neu zu installierenden Thermostatventile wird das Herstellerdiagramm herangezogen. Fall an allen vier Heizkörpern das selbe Modell eingesetzt wird, bestimmt das Wohnzimmer den notwendigen Druck im Netz.

In Bild 5.2.14.2-3 sind alle vier Räume mit ihren Volumenströmen eingetragen. Da es Ziel sein sollte, wenigstens einen Heizkörper ohne Voreinstellung zu belassen (das Wohnzimmer) ergibt das Bild, dass eine Druckdifferenz von 60 mbar ausreichend ist. Bei dieser Druckdifferenz strömen die benötigten 78 Liter je Stunde durch das Ventil. Alle vier anderen Ventile müssen gedrosselt werden. Die Stufen der Voreinstellung sind in Tabelle 5.2.14.2-2 vermerkt.

Bei dieser Betrachtung wurde natürlich eine Vereinfachung gemacht: der Druckabfall zwischen Kessel und Heizkörpern wurde vernachlässigt. Da von sehr kleinen Volumenströmen ausgegangen wird, ist diese Vereinfachung hier zulässig: es gibt praktisch keine Rohrreibung.

In entsprechender Software wird eine überschlägige Druckverlustberechnung (für Rohrleitungen und die Komponenten der Zentrale) selbstverständlich durchgeführt.

Fazit ist: eine Druckdifferenz von etwas über 60 mbar ist ab Wärmeerzeuger zu Verfügung zu stellen. Da dies beim eingesetzten Gerät nicht eingestellt werden kann, muss ein Differenzdruckregler nachträglich vorgesehen werden, vgl. Bild 5.2.14.2-4. Dieser hat nur die Aufgabe, die zu Verfügung stehenden 250 mbar schon zentral abzudrosseln (Energievernichtung), damit es nicht zu Geräuschen an den Thermostatventilen kommt.

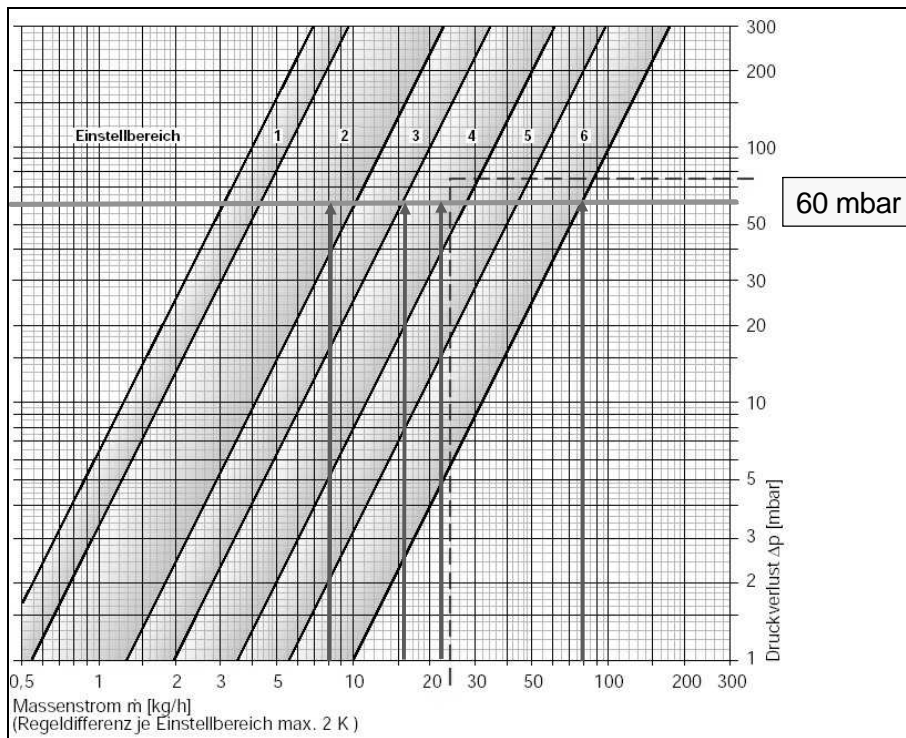


BILD 5.2.14.2-3 WAHL VON VOREINSTELLUNGEN DER VENTILE

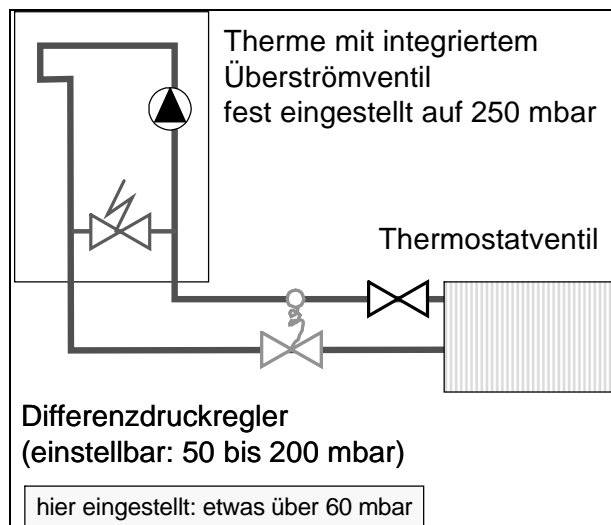


BILD 5.2.14.2-4 ZUSÄTZLICHER DIFFERENZDRUCKREGLER

Wird der Differenzdruckregler aus Kostengründen nicht eingesetzt, müssen die Voreinstellungen stärker ausfallen – siehe Tabelle 5.2.14.2-2. Auch das Wohnzimmer muss nun schon eingedrosselt werden. Eine Software schlägt an dieser Stelle den Differenzdruckregler vor, aber es bleibt Anwenderentscheidung in mit in die Optimierung einzubeziehen.

Quelle: K. Jagnow und D. Wolff  
Manuskript für "Der Energieberater"  
Verlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2007