



Wasser nimmt den einfachsten Weg

Grundlagen des Hydraulischen Abgleichs

Leitfaden für Fachhandwerker

INFO 16



FORUM für
Energieeffizienz
in der Gebäude-
technik e.V.



Verpflichtung zum Hydraulischen Abgleich

► Verpflichtung gemäß VOB

Die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB Teil C und DIN 18380 verpflichten den Fachhandwerker zum Hydraulischen Abgleich.

► Verpflichtung gemäß EnEV

Auch die Energieeinsparverordnung (EnEV) verlangt implizit einen Hydraulischen Abgleich, da nicht optimierte Heizungen mehr Energie verbrauchen. Es handelt sich hierbei um eine Vorgabe aus dem Referenzgebäude.

► Voraussetzung für Fördermaßnahmen

Der Hydraulische Abgleich ist eine unabdingbare Voraussetzung für Fördermaßnahmen zur Modernisierung oder Erneuerung von Heizungsanlagen. **Es werden keine Zuschüsse oder Kredite bewilligt, ohne dass ein Hydraulischer Abgleich durchgeführt wurde!**

► Bessere Kundenzufriedenheit

Zufriedene Kunden kommen wieder! Der Aufwand für die Bearbeitung von Reklamationen und Beseitigung der Ursachen wird für Sie geringer.



Vorteile des Hydraulischen Abgleichs

Welche positiven Auswirkungen auf den Betrieb der Heizungsanlage lassen sich durch einen Hydraulischen Abgleich erzielen?

► **Gleichmäßiges und schnelles Aufheizen**

Das warme Heizungswasser erreicht alle Bereiche der Heizungsanlage gleichzeitig, ein gleichmäßiges und schnelles Aufheizen aller Räume wird dadurch sichergestellt.

► **Keine Geräuschbelästigung**

Es entstehen keine störenden Strömungsgeräusche an den Thermostatventilen durch zu hohe Fließgeschwindigkeiten des Heizungswassers.

► **Weniger Energieverbrauch**

Der Energieverbrauch sinkt, da in den meisten Fällen die Pumpenleistung reduziert und die vorgegebene Vorlauftemperatur optimal genutzt werden kann.

► **Mehr Komfort**

Bei der Fußbodenheizung werden eine verbesserte Temperaturverteilung und eine optimale Wärmeabgabe erreicht.

Was passiert in nicht abgeglichenen Radiatorenheizungen?

1 Ungleichmäßige Wärmeverteilung

Je länger ein Leitungsstrang ist, je mehr Rohrbiegungen er aufweist und je größer das Volumen der angebundenen Heizflächen ist, desto größer ist sein Fließwiderstand in Abhängigkeit vom Volumenstrom. Wasser nimmt jedoch immer den Weg des geringsten Widerstandes. Dadurch werden pumpennahe Wohnungen oder Räume mit Wärme überversorgt, weiter entfernte aber unterversorgt.

2 Mehrverbrauch durch Überversorgung

Um die unterversorgten Bereiche dennoch ausreichend zu beheizen, müsste die Vorlauftemperatur erhöht werden. Alle anderen Bereiche werden dadurch mit Wärme überversorgt. Überversorgung führt aber zu unnötigem Mehrverbrauch, und darüber hinaus vermindert die erhöhte Rücklauftemperatur gegebenenfalls die Brennwertnutzung.

3 Geräuschbelästigungen

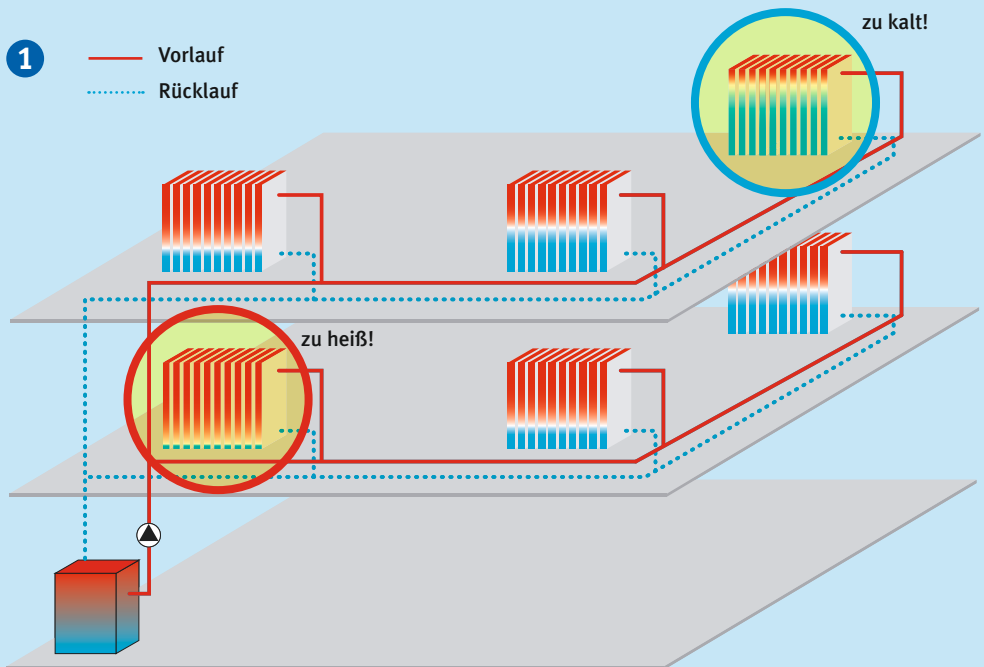
Durch zu hohe Fließgeschwindigkeiten in den Leitungen entstehen störende Strömungsgeräusche an pumpennahen Thermostatventilen, die den Wohnkomfort beeinträchtigen.

**geringer Widerstand =
großer Durchfluss**



**großer Widerstand =
geringer Durchfluss**

- 1
- Vorlauf
 - Rücklauf



2

— Vorlauf
 Rücklauf

Rücklauf-
temperatur
zu hoch!

Brennstoffverbrauch zu hoch!

3

— Vorlauf
 Rücklauf

zu laut!

zu laut!

4 Welche Maßnahmen sind für die hydraulische Optimierung der Radiatorenheizungen durchzuführen?

► Wassermengenbegrenzung



Mit begrenzbaren Thermostatventilen oder begrenzbaren Rücklaufverschraubungen wird die den einzelnen Heizkörper durchströmende Wassermenge begrenzt, so dass alle Heizkörper den tatsächlich benötigten Volumenstrom für die Erreichung der Raumtemperatur erhalten.

► Abgleichung der Leitungsstränge



Zusätzlich werden die unterschiedlichen Fließwiderstände der einzelnen Leitungsstränge durch Strangdifferenzdruckregler oder bei Einrohrheizungen durch Volumenstromregler abgeglichen.

► Anpassung der Pumpenleistung



Eine elektronisch geregelte Pumpe sorgt dafür, dass nur die tatsächlich benötigte Pumpenleistung abgerufen wird.

► Einstellung der Vorlauftemperatur

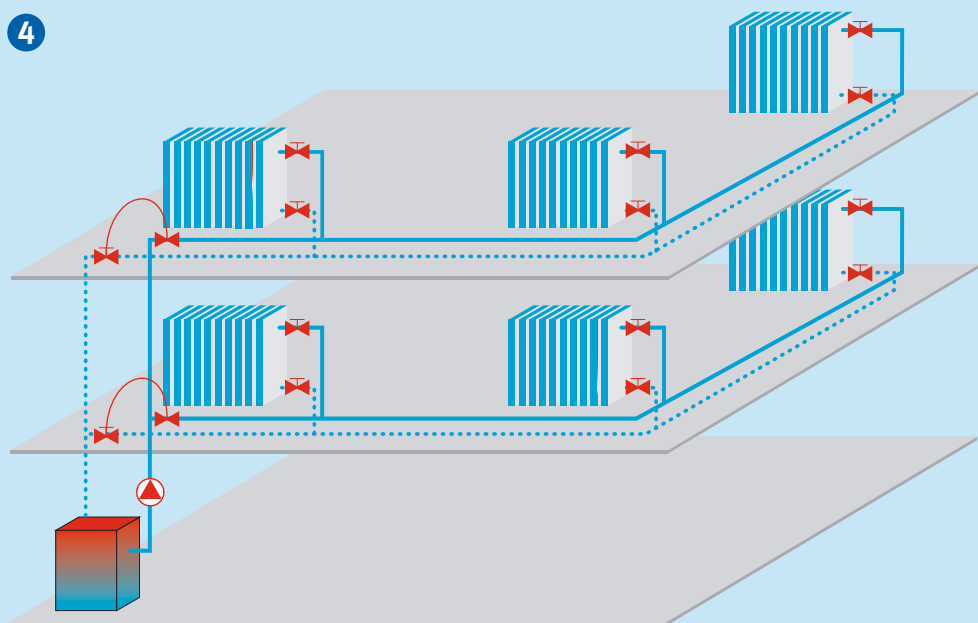
Einstellung der berechneten Vorlauftemperatur am zentralen Regler am Heizkessel.

5 Durch Einbau und Einstellung der o.g. Armaturen und Pumpen wird ein gleichmäßiges und zügiges Aufheizen aller Heizkörper in allen Strängen gewährleistet.

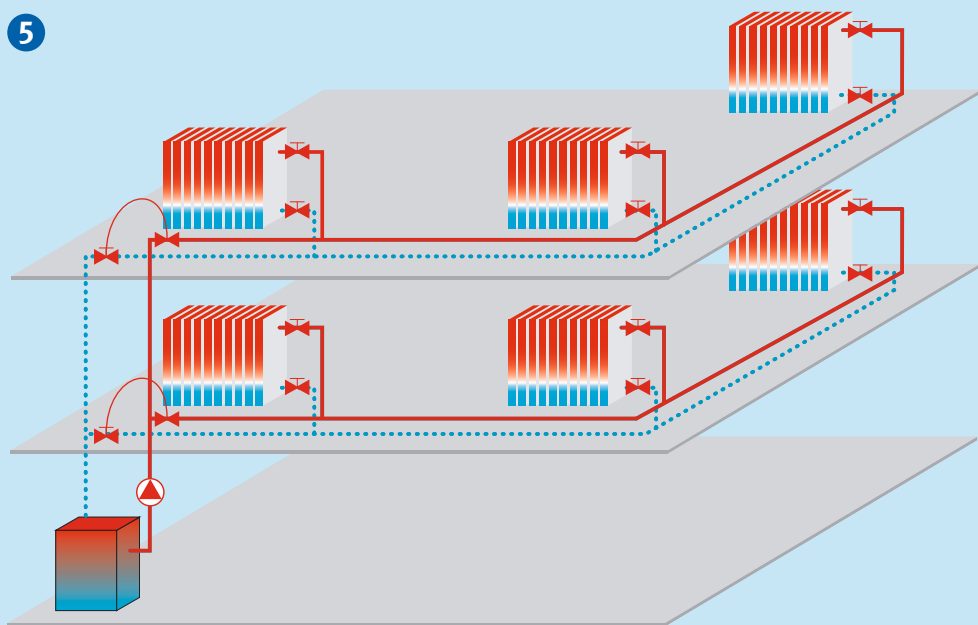
Durchflussbegrenzung zum Abgleich ➔



4



5



Für die Durchführung des Hydraulischen Abgleichs sind einige Berechnungen erforderlich, für die verschiedene Hilfsmittel eingesetzt werden können.

Für größere Gebäude sind Berechnungen mit genauer Berücksichtigung des tatsächlichen Rohrnetzes und der Heizlastberechnung zu empfehlen:

► Softwarelösungen zur Rohrnetzberechnung

Diese PC-Programme liefern sehr genaue Ergebnisse und sind auch für die Berechnung großer Gebäude geeignet.

Für kleinere Gebäude besteht außerdem die Möglichkeit, mittels verschiedener Näherungsverfahren ein ausreichend genaues Ergebnis zu erreichen, allerdings unter Beachtung der jeweils geltenden Randbedingungen (siehe Kasten rechts). Näherungsverfahren sind besonders dann von Vorteil, wenn die Struktur des Rohrnetzes nicht zu erkennen ist.

Mögliche Verfahrensweisen, im Besonderen für Bestandsanlagen, sind:

► Softwarelösungen

Mit/ohne überschlägiger Berücksichtigung des Rohrnetzes.

► Datenschieber

Nach dem Prinzip des Rechenschiebers funktionierendes Hilfsmittel, liefert schnell ausreichend genaue Ergebnisse und ist praktischerweise vor Ort einsetzbar.

► Tabellenverfahren

Die Massenstrombegrenzung wird entweder heizkörperabhängig vom Hersteller vorgegeben und ab Werk durchgeführt oder durch den Handwerker vor Ort an vorhandenen Heizflächen aufgrund von Vorgaben der Armaturen-Hersteller vorgenommen.

Näherungsverfahren sind nur unter Beachtung der folgenden Randbedingungen anwendbar:

- Bei der Ermittlung der Heizlast kann auf die installierte Heizflächengröße im Rahmen von Näherungsverfahren zurückgegriffen werden, wenn die Heizlast des Gebäudes, zum Beispiel durch nachträgliche Fassadendämmung, um nicht mehr als 25% verringert wurde.
- Heizkreise, deren Wohn-/Nutzfläche 500 m² nicht überschreitet
- unter Einhaltung des maximal zulässigen Strangdifferenzdruckes bei Pumpenförderrhöhen > 1,5 m, zum Beispiel durch Einbau von Differenzdruckreglern
- Am Heizkörper sind Armaturen zur Massenstrombegrenzung eingesetzt

Weitere Informationen siehe ZVSHK-Fachregel »Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand«.

**Vorgehensweise in sechs Einzelschritten. Alle Berechnungen können mit den vorge-
nannten Hilfsmitteln durchgeführt werden.**

► **Schritt 1:**

Bestandsaufnahme der Heizungsanlage und ggf. des Rohrnetzes z. B. anhand eines detaillierten Strangschemas oder direkt mittels der ggf. eingesetzten Software.

► **Schritt 2:**

Bestimmung der Volumenströme der Heizkörper beginnend mit dem ungünstigsten Strang, siehe ❹. Aufaddierung der Werte zum Gesamtvolumenstrom eines jeden Stranges.

► **Schritt 3:**

Berechnung der Förderhöhe der Pumpe anhand der Leitungslängen der einzelnen

Stränge. Vergleich der Förderhöhen der Stränge. Die Förderhöhe des ungünstigsten Strangs ist die Förderhöhe der Pumpe.

► **Schritt 4:**

Bei Förderhöhen größer als 1,5 m: Bestimmung der Dimensionen der Strangdifferenzdruckregler anhand der Volumenströme der zu drosselnden Stränge.

► **Schritt 5:**

Ermittlung des Sollwertes und Einstellung der Strangdifferenzdruckregler.

► **Schritt 6:**

Bestimmung der Einstellwerte der Heizkörperarmaturen durch Berechnung oder Messung.

6	Volumenstrom =	$\frac{\text{Wohnraumfläche} \times \text{spezifische Heizlast}}{\text{spezifische Wärmekapazität Wasser} \times \text{Temperaturdifferenz}}$
Wohnraumfläche:	Grundfläche des Wohnraumes in Quadratmeter	
spezifische Heizlast:	Angabe in Watt pro m² (siehe Baualtersklassen unten)	
spezifische Wärme- kapazität Wasser:	Die Wärmemenge, die zur Erhöhung der Wassertemperatur um 1° C benötigt wird. Dieser Wert ist eine Konstante und beträgt 1,16 $\frac{\text{Wh}}{\text{l} \times \text{K}}$	
Temperaturdifferenz:	Temperaturdifferenz Δt zwischen Vorlauf und Rücklauf in Kelvin (K).	
Beispiel: Für das 39 m² große Wohnzimmer eines Einfamilienhauses Baujahr 1980 ergibt sich bei einer angestrebten Temperaturspreizung von 15 K durch folgende Berechnung ein Volumenstrom von:	$\frac{39 \text{ m}^2 \times 115 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1,16 \frac{\text{Wh}}{\text{l} \times \text{K}} \times 15 \text{ K}} = \frac{4485}{17,4 \frac{\text{Wh}}{\text{l}}} \approx \underline{\underline{258 \text{ l/h}}}$	
Die Baualtersklasse entspricht dem Baujahr bzw. dem Jahr der energetischen Komplett- sanierung. Bei unbekannten Daten können folgende Richtwerte* genommen werden:		
	Baujahr	Heizlast
Außenwände ungedämmt, einfach verglaste Fenster	bis 1977	163 W/m²
Außenwände ungedämmt, Isolierglas oder doppelt verglaste Fenster	ab 1978	115 W/m²
Nachträgliche Außenwanddämmung ≤ 6 cm, Isolierglas oder doppelt verglaste Fenster	ab 1984	99 W/m²
Nachträgliche Außenwanddämmung ≥ 6 cm, Dachdämmung, neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung	ab 1995	67 W/m²
	ab 2002	45 W/m²

*Erfahrungswerte

Was passiert in nicht abgeglichenen Fußbodenheizungen?

1 Unterschiedliche Fließwiderstände

Je länger ein Zuleitungsstrang ist, je mehr Rohrbiegungen er aufweist und je größer der daran angebundene Heizkreis ist, desto größer ist der Fließwiderstand in Abhängigkeit vom Volumenstrom.

2 Ungleichmäßige Wärmeverteilung

Wasser nimmt immer den Weg des geringsten Widerstandes. Dadurch werden Räume mit

kleinen Heizregistern mit Wärme überversorgt, Räume mit großen Heizregistern aber unterversorgt.

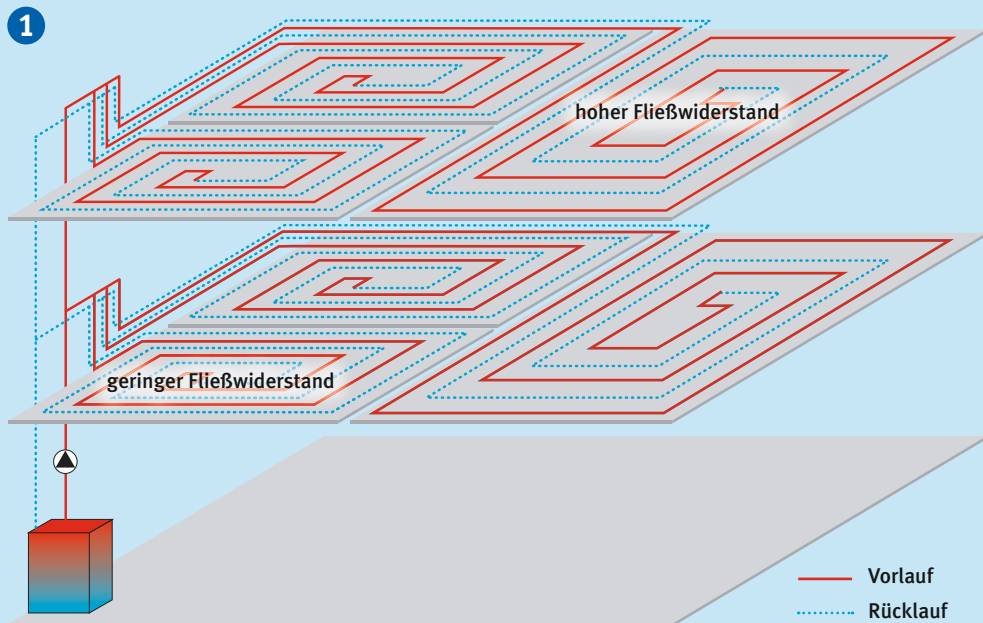
3 Mehrverbrauch durch Überversorgung

Um die unterversorgten Bereiche dennoch ausreichend zu beheizen, müsste die Vorlauftemperatur erhöht werden. Alle anderen Bereiche werden dadurch mit Wärme überversorgt. Überversorgung führt aber zu unnötigem Mehrverbrauch, und darüber hinaus vermindert die erhöhte Rücklauftemperatur gegebenenfalls die Brennwertnutzung.

**geringer Widerstand =
großer Durchfluss**

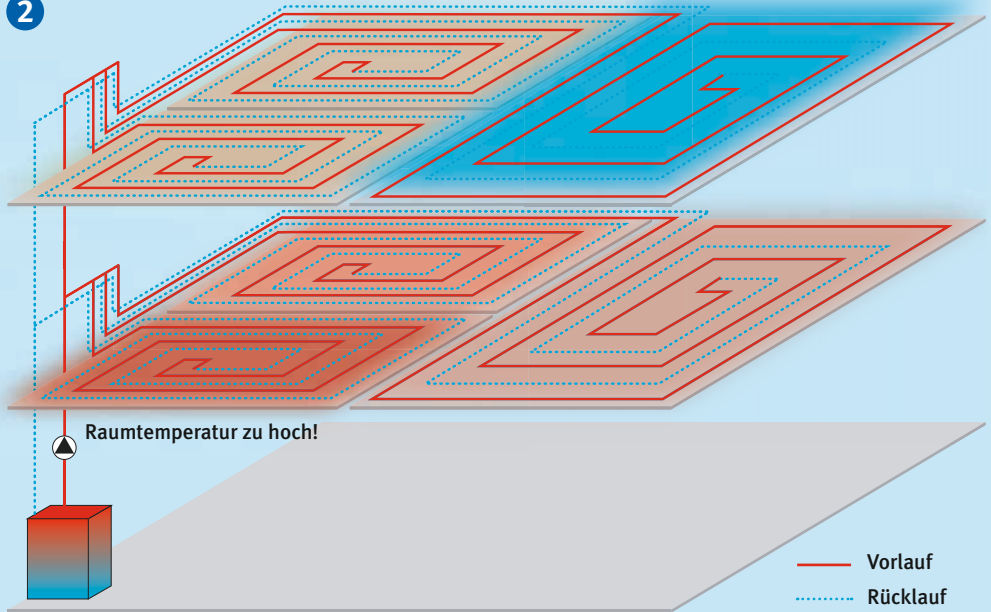


**großer Widerstand =
geringer Durchfluss**

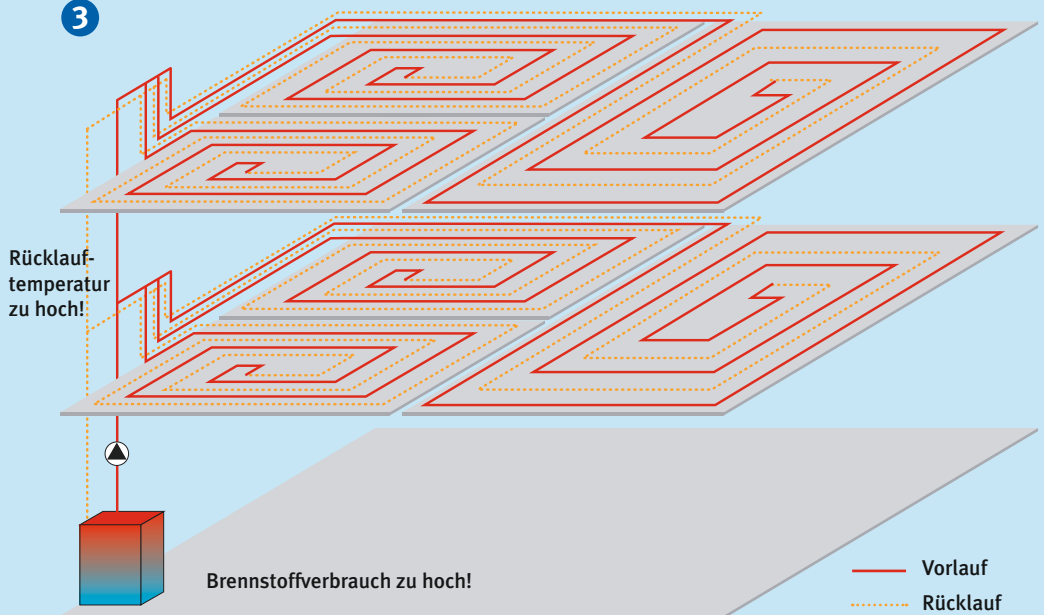


Raumtemperatur zu niedrig!

2



3



4 Welche Maßnahmen sind für die hydraulische Optimierung der Fußbodenheizung durchzuführen?

► Wassermengenbegrenzung

Durch Heizkreis-Reguliertventile an den Verteilern wird die das einzelne Heizkreisregister durchströmende Wassermenge begrenzt, so dass alle Heizkreisregister den gleichen Fließwiderstand aufweisen.



► Abgleichung der Leitungsstränge

Zusätzlich werden die unterschiedlichen Fließwiderstände der einzelnen Zuleitungsstränge durch Strangdifferenzdruckregler abgeglichen.



► Anpassung der Pumpenleistung



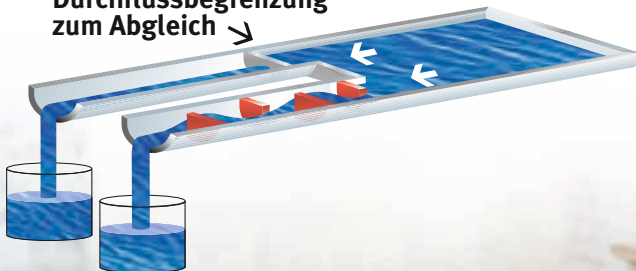
Eine elektronisch geregelte Pumpe sorgt dafür, dass nur die tatsächlich benötigte Pumpenleistung abgerufen wird. Die notwendige Förderhöhe wird voreingestellt.

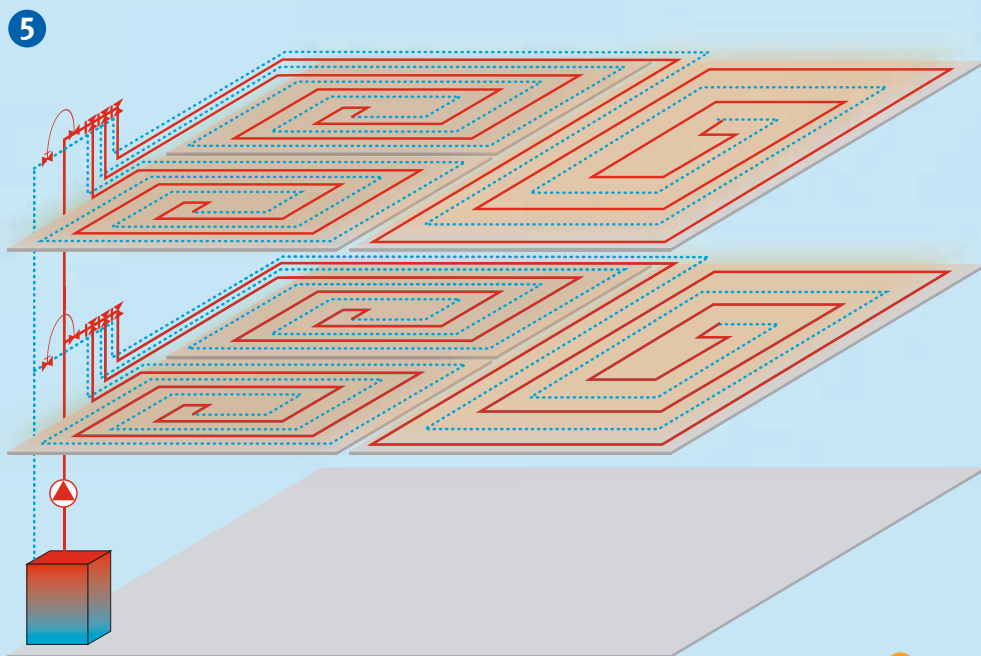
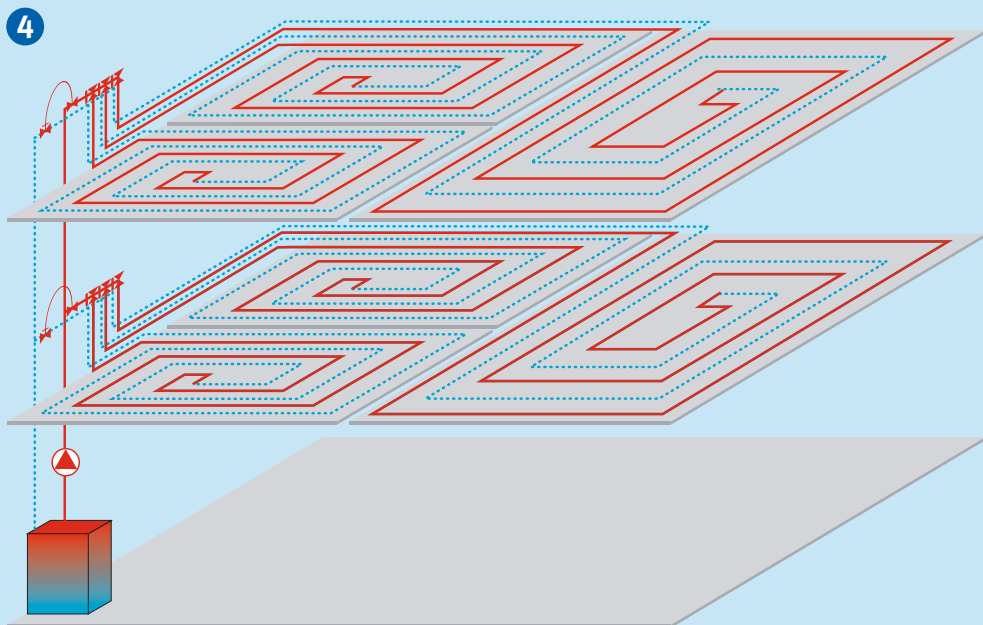
► Einstellung der Vorlauftemperatur

Einstellung der berechneten Vorlauftemperatur am zentralen Regler am Heizkessel.

5 Durch Einbau und Einstellung der o.g. Armaturen und Pumpen wird ein gleichmäßiges und zügiges Aufheizen aller Heizkreise in allen Strängen gewährleistet.

Durchflussbegrenzung zum Abgleich





Für die Durchführung des Hydraulischen Abgleichs sind einige Berechnungen erforderlich, für die verschiedene Hilfsmittel eingesetzt werden können.

► Softwarelösungen zur Rohrnetzberechnung

Diese PC-Programme sind für die Rohrnetzberechnung zwischen Heizkessel und Heizkreisverteilern geeignet. Sie liefern sehr genaue Ergebnisse und sind auch für die Berechnung großer Gebäude geeignet.

► Hilfsmittel der Hersteller

Die Hersteller und Systemanbieter von Fußbodenheizungssystemen bieten eigene Berechnungsunterlagen und Planungssoftware für die Berechnung der Heizregister und Heizkreisverteiler an.

► Datenschieber für Fußbodenheizungen

Dieses nach dem Prinzip des Rechenschiebers funktionierende Hilfsmittel liefert für Bestandsanlagen, zu denen keine Planungsunterlagen existieren, schnell und ausreichend genaue Ergebnisse im Näherungsverfahren. Er ist praktischerweise vor Ort einsetzbar.

Grundproblematik beim Hydraulischen Abgleich von Fußbodenheizungen:

Die Leistungsdaten von Altanlagen sind nicht durch Sichtung der größtenteils im Fußboden versteckten Anlage herleitbar. Die für eine Berechnung notwendigen Parameter müssen daher wie folgt ermittelt werden!

Die Vorgehensweise lässt sich in neun Einzelschritte unterteilen. Alle Berechnungen können mit den vorgenannten Hilfsmitteln durchgeführt werden.

► Schritt 1:

Ermittlung der einzelnen Heizregister pro Raum durch Sichtung der Beschriftung am Verteiler.

► Schritt 2:

Ermittlung der Volumenströme in Liter/Std. je Heizregister bei einem angenommenen Verlegeabstand unter Zuhilfenahme von Auslegungssoftware der Hersteller oder des Datenschiebers für Fußbodenheizungen.

► Schritt 3:

Aufaddierung der auf diese Weise ermittelten Volumenströme je Verteiler.

► Schritt 4:

Berechnung der Druckverluste der Heizkreisregister zur Ermittlung der Druckunterschiede zwischen den zu drosselnden Heizkreisregistern unter Zuhilfenahme von Auslegungssoftware der Hersteller oder des Datenschiebers für Fußbodenheizungen.

► Schritt 5:

Bestimmung der Dimensionen der Strangdifferenzdruckregler für die jeweiligen Heizkreisverteiler.

► Schritt 6:

Ermittlung des Sollwertes und Einstellung der Strangdifferenzdruckregler.

► Schritt 7:

Bestimmung der Einstellwerte am Heizkreisverteiler durch Berechnung oder Messung.

* Verfahren befindet sich noch in Erprobung

► Schritt 8:

Berechnung der Förderhöhe der Pumpe anhand der Gesamtleitungslänge:

$$\begin{aligned} & \text{Widerstand der Zuleitung zum Verteiler} \\ + & \text{ Widerstand des ungünstigsten} \\ & \text{Heizkreisregisters} \\ + & \text{ Widerstand der Strangarmaturen} \\ \hline = & \text{ Förderhöhe der Pumpe} \end{aligned}$$

► Schritt 9:

Auswahl der Pumpe anhand der ermittelten Förderhöhe und des Gesamtvolumenstroms.

Fazit

Der mit relativ einfachen Mitteln schnell durchführbare Hydraulische Abgleich ist ein Muss und bringt Ihnen und Ihren Kunden eine ganze Reihe von Vorteilen:

► Wohnkomfort

Der Hydraulische Abgleich verbessert den Wohnkomfort erheblich, da alle Wohnungen und Räume gleichmäßig beheizt und störende Strömungsgeräusche eliminiert werden.

► Wirtschaftlichkeit

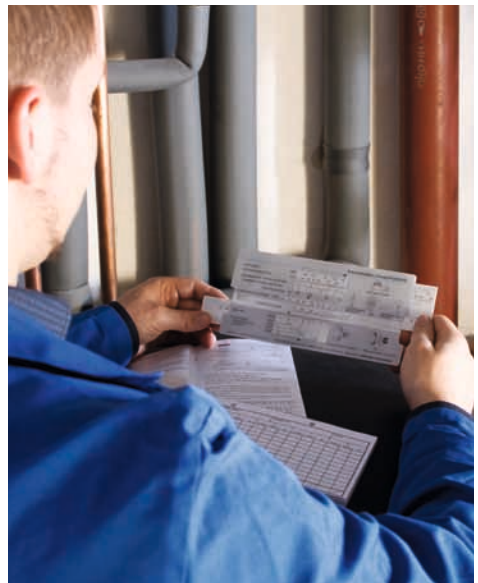
Durch den Hydraulischen Abgleich wird Überversorgung vermieden und damit Energie gespart. Daher ist er laut EnEV und VOB/DIN 18380 zwingend vorgeschrieben.

► Klimaschutz

Weniger Energieverbrauch bedeutet weniger CO₂-Ausstoß. Der Hydraulische Abgleich ist deshalb eine unabdingbare Voraussetzung für Fördermaßnahmen zur Modernisierung oder Erneuerung von Heizungsanlagen.

Imageförderung

Die für Ihre Kunden spürbaren Vorteile des Hydraulischen Abgleiches hinsichtlich Wohnkomfort und Wirtschaftlichkeit haben positive Auswirkungen auf Ihr Image als Fachhandwerker: **Bessere Kundenzufriedenheit – weniger Reklamationen!**



Der Hydraulische Abgleich und weitere wichtige Faktoren rund um die Heizungsoptimierung werden auch in den VdZ Informationen Nr. 6 »Heizungsoptimierung mit System – Energieeinsparung und Komfort« und Nr. 11 »Effiziente Wärmeversorgung durch Systemoptimierung« behandelt.



Aktuelle Informationen zum Thema Energieeinsparung bei Gebäuden bietet die VdZ auch mit diesen Broschüren:

- Energieausweis für Wohngebäude
- Basis- und Bonusförderung im Marktanreizprogramm 2010 · Stand: Februar 2011

- Brennwert- und Solartechnik
- Umweltwärme ins Haus geholt
- KfW-Förderung: Energieeffizient Sanieren Programm 152 + 430 (Auszüge)

Die Broschüren können bei der VdZ bezogen werden.

Die **VdZ – Forum für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik e.V.** – bildet die Plattform für den fachlichen Austausch zwischen den Verbänden der Heizungsindustrie, des Heizungsgroßhandels und der Verbände der Verarbeiter.

Die VdZ publiziert diese Informationsschriften für Fachbetriebe, die Heizungssysteme installieren, sowie zur Weitergabe an deren Kunden.

Überreicht durch:

Ausgabe: Februar 2011
Herausgeber:
FÖGES – Fördergemeinschaft
Gebäude- und
Energiesysteme GmbH
Robert-Koch-Platz 4
10115 Berlin
Tel. 030 2787 4408-0
Fax 030 2787 4408-9
info@vdzev.de · www.vdzev.de
www.intelligent-heizen.info



FORUM für
Energieeffizienz in der
Gebäudetechnik e.V.