



# Initiative für Klimaschutz und Beschäftigung in Berlin - Brandenburg

Theorie und Praxis von hydraulischem Abgleich  
und Optimierung bei Heizungsanlagen

Brandenburgische Energie Technologie Initiative (ETI)

Workshop in Potsdam, 6. Juni 2007

Referent: Michael Vogelsang

Hans **Böckler**  
**Stiftung** 

Fakten für eine faire Arbeitswelt.

**ffu**

# Überblick:



Optimierungsmaßnahmen an Heizanlagen

Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs

Technische Grundlagen der hydraulischen Optimierung

Rechtliche Grundlagen und Regelwerke

Durchführung des hydraulischen Abgleichs

Tipps, Nutzen, Kosten, Hilfsmittel

Offene Fragen

# Die Partner der Initiative



## **Gewerkschaften:**

- DGB Bezirk Berlin-Brandenburg

## **Vertreter der Wohnungswirtschaft:**

- BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen
- Bund der Berliner Haus- und Grundbesitzervereine

## **Architekten und Ingenieure:**

- Architektenkammer Berlin
- Baukammer Berlin

## **Bauwirtschaft:**

- Fachgemeinschaft Bau Berlin und Brandenburg e.V.
- Bauindustrieverband Berlin-Brandenburg e.V.

## **Handwerk:**

- Handwerkskammer Berlin
- Handwerkskammer Potsdam
- Handwerkskammer Cottbus
- Handwerkskammer Frankfurt/Oder

Infos: [www.i-kub.de](http://www.i-kub.de)

Kontakt: [post@i-kub.de](mailto:post@i-kub.de)

# Energetische Sanierungsmaßnahmen in Bestandsbauten



## Maßnahmen in der Anlagentechnik

### Heizung:

- **Hydraulischer Abgleich**
- **Reduzierte Pumpenleistung, elektronisch geregelte Pumpen**
- **Änderung der hydraulischen Konzeption in den Zentralen**
- **Erneuerung der Wärmeerzeugung,**
- **Energieträgerumstellung**
- **Reduzierung der Kesselleistung oder des FW-Anschlusswertes**
- **Modernisierung der Regelung + Betriebsführung**
- **Thermostatventilköpfe mit 1 K Proportionalabweichung nachrüsten**

## Zum Merken:

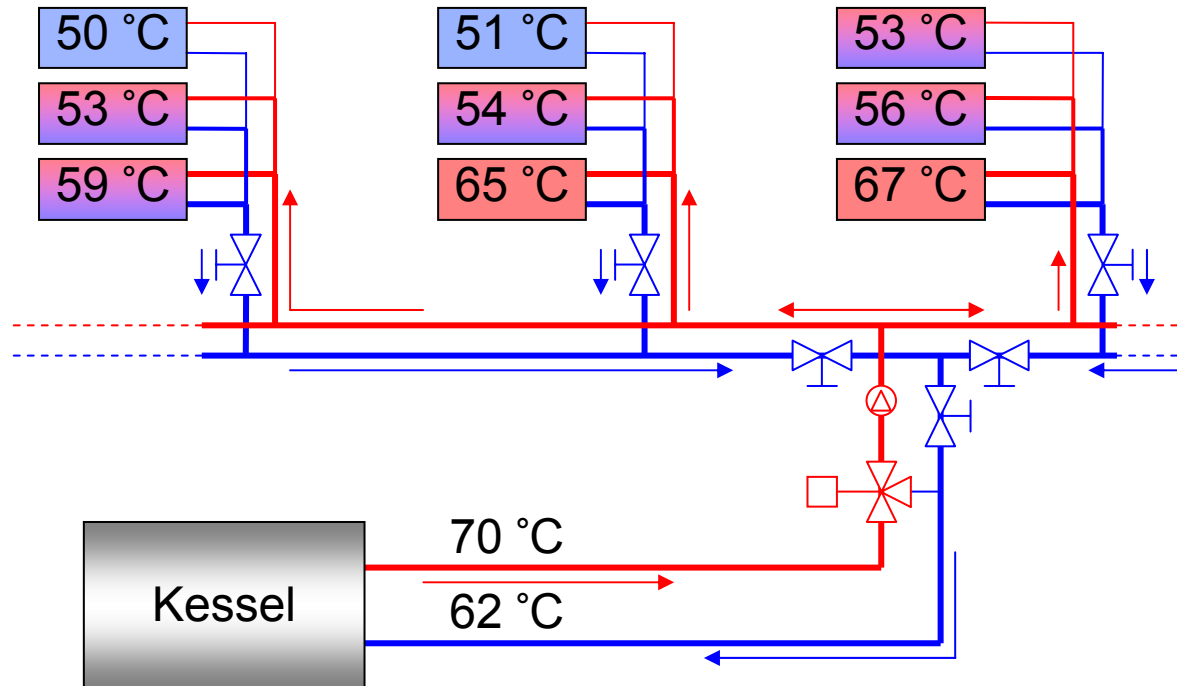


- Fast jeder Bestands-Kessel ist deutlich zu groß
- Fast jede Bestands-Pumpe ist viel zu groß
- Fast jeder alte Schornstein ist für neue Kessel ungeeignet
- Viele „unerklärliche“ Störungen und Ärgernisse sind verursacht durch Fehler, Defekte oder Alterung der Druckhalteanlage
- häufiges Auffüllen der Anlage mit nicht aufbereitetem Leitungswasser ist deren sicherer, vorzeitiger Untergang
- Fernwärme-Anschlusswerte sind oft zu hoch
- Die Schaltuhren in Regelungen und Schaltschränken gehen selten richtig
- Gute Hausmeister kosten mehr, sind aber „preiswerter“ als schlechte

# Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs in der zentralen Gebäudeheizung



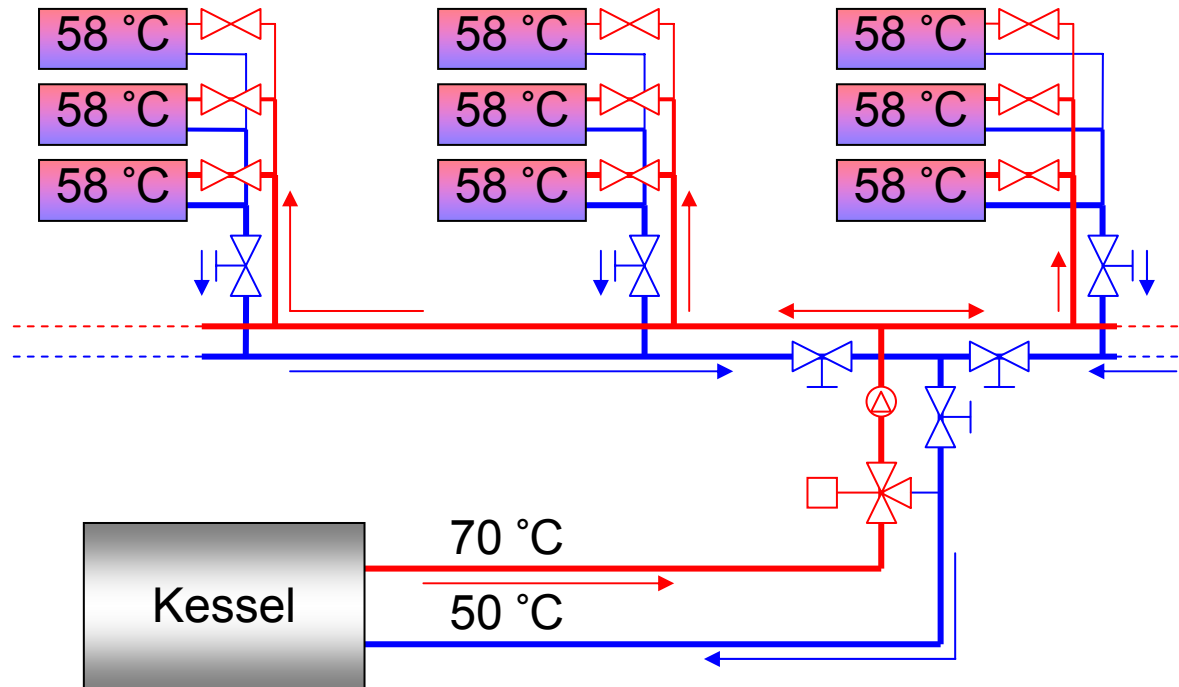
## Stränge und Heizkörper nicht abgeglichen



# Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs in der zentralen Gebäudeheizung



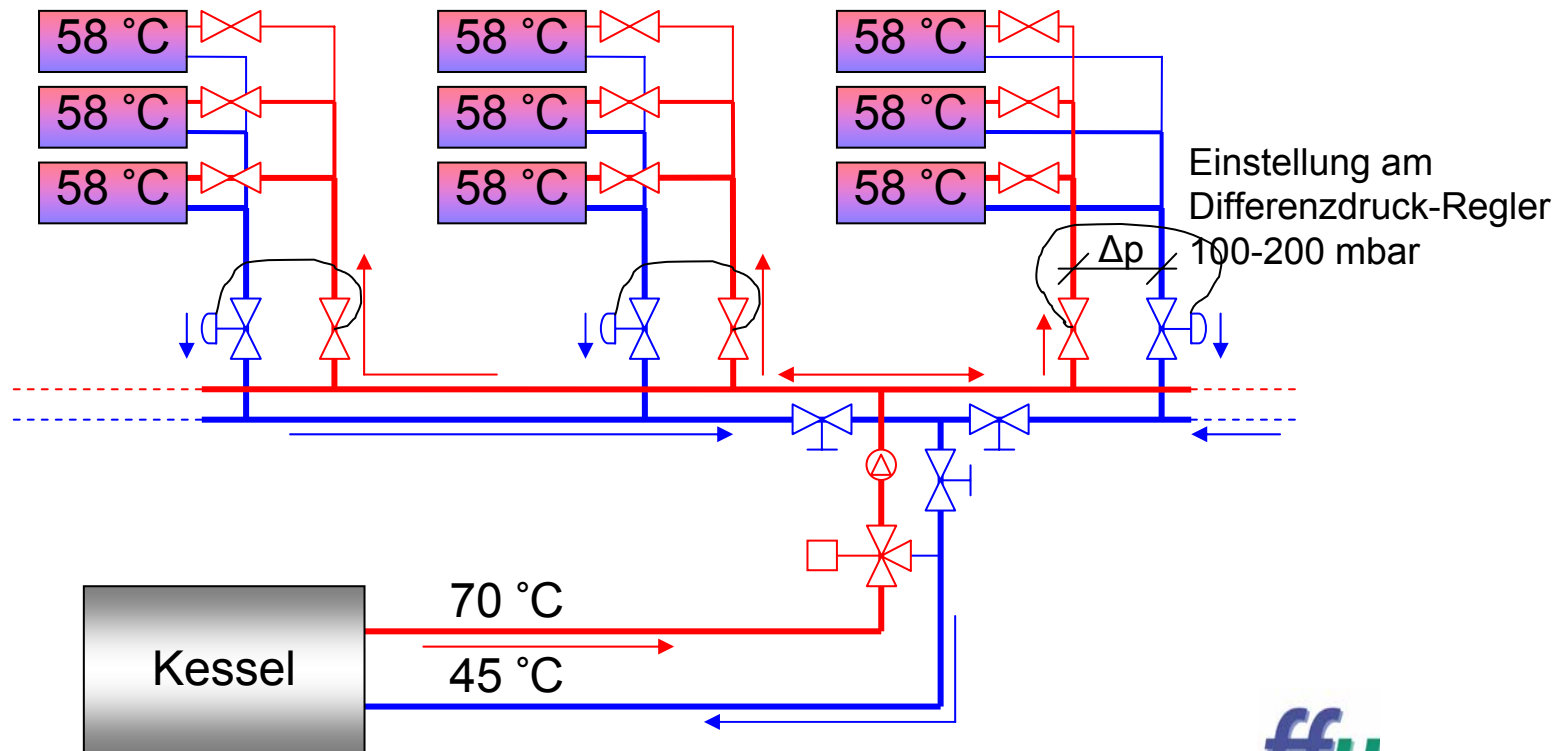
## Stränge und Heizkörper abgeglichen



# Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs in der zentralen Gebäudeheizung



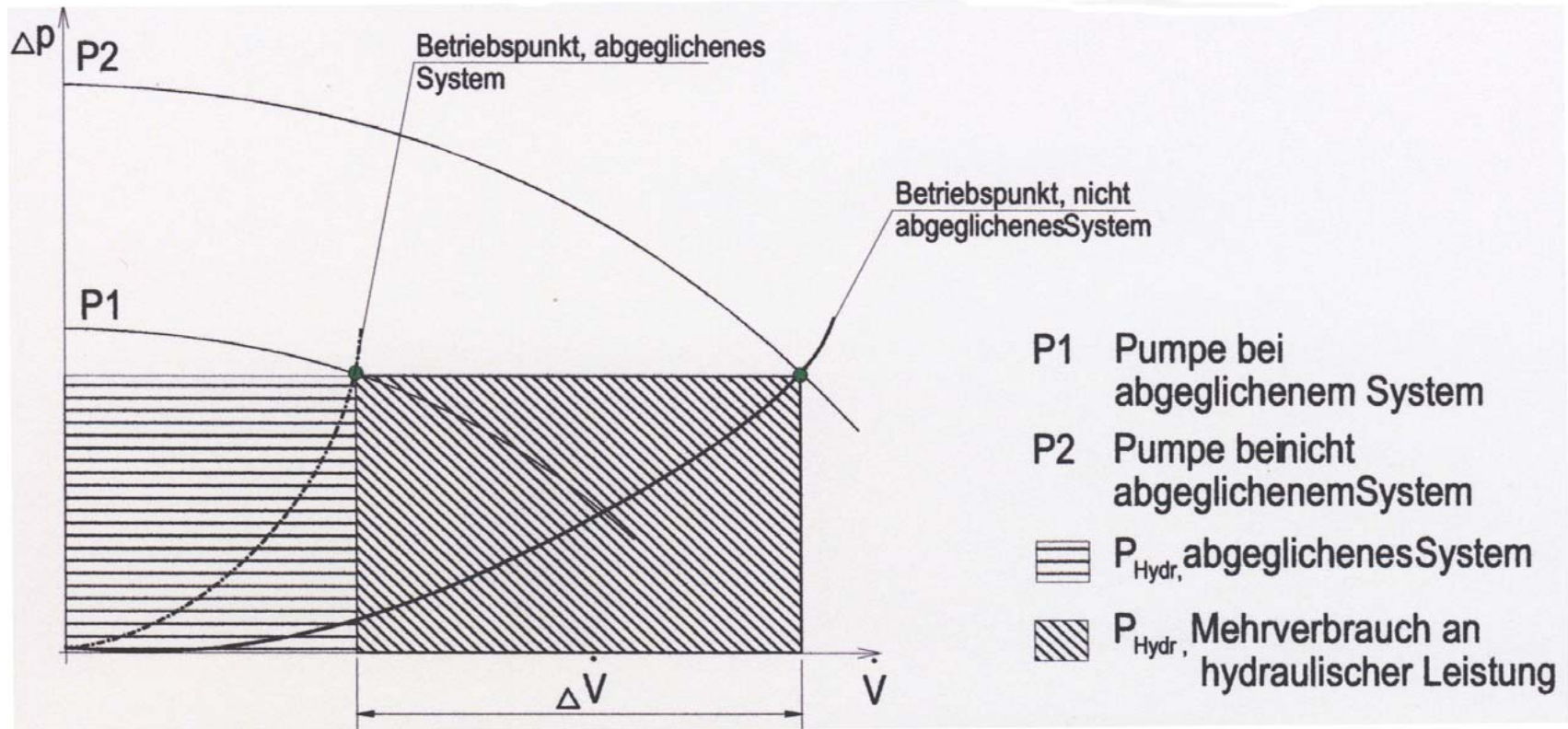
**Stränge und Heizkörper abgeglichen, dazu Stränge mit dynamischen Differenzdruckreglern**





# technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

## Rohrnetz und Pumpe

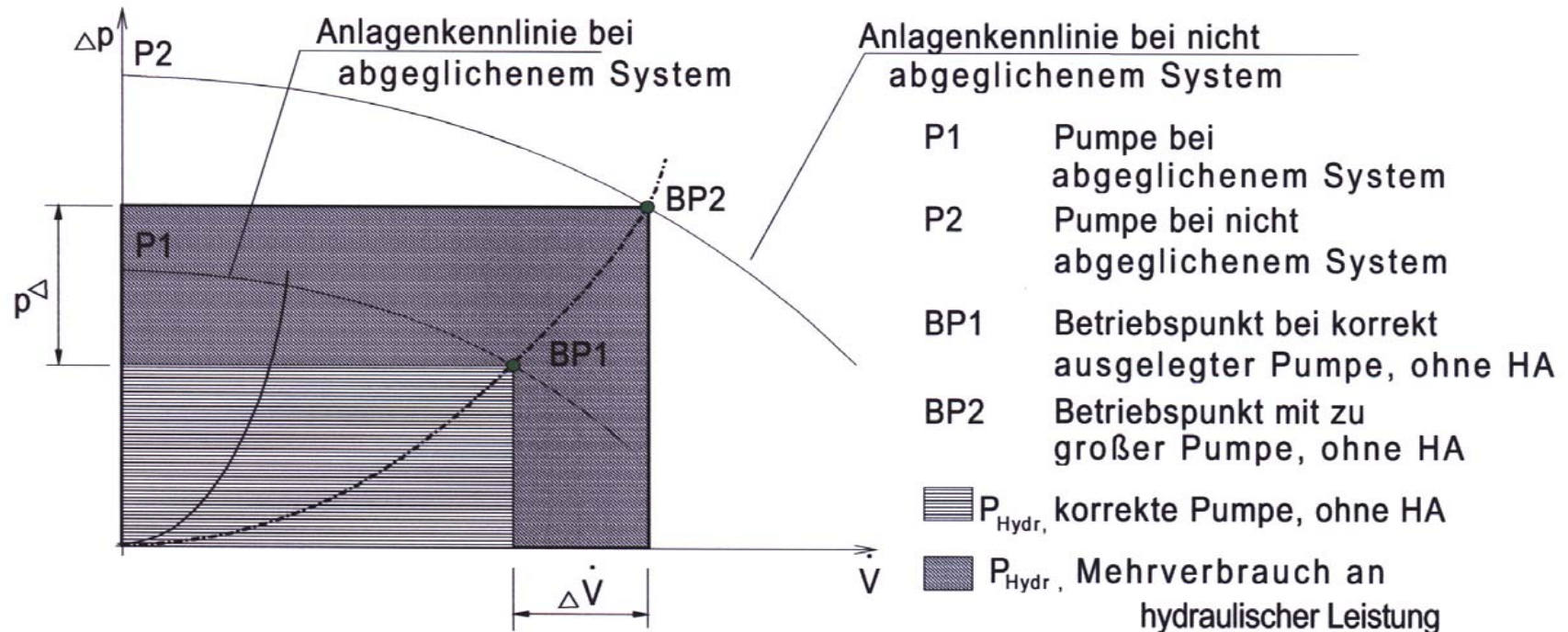


Leistungsbedarf der Umwälzpumpe  
bei abgeglichenem Rohrnetz und bei fehlendem Abgleich

Quelle: M. Wolfsdorf, Baukammer Berlin

# technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

## Rohrnetz und Pumpe

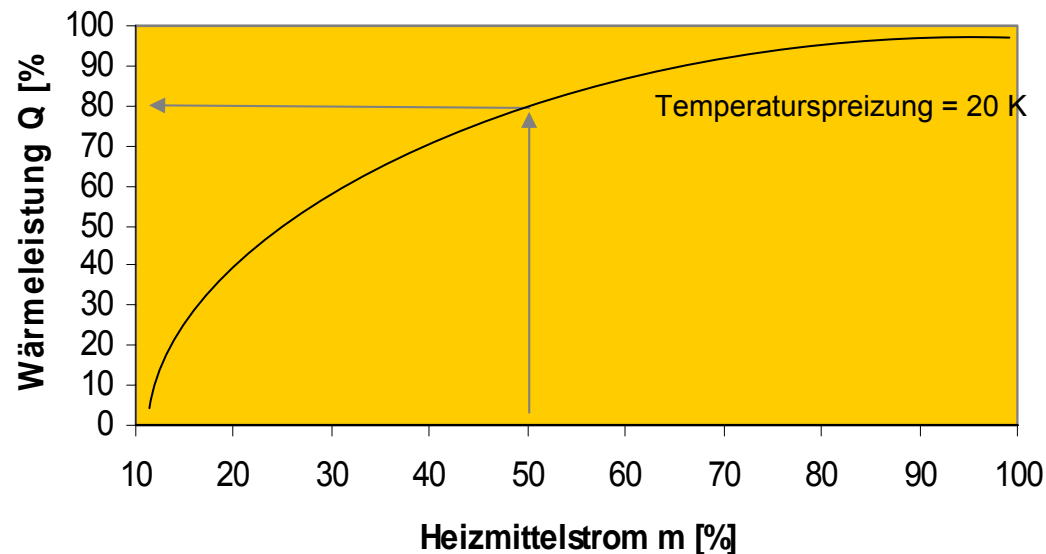


Leistungsbedarf bei zu großer Umwälzpumpe bei fehlendem Rohrnetzabgleich

# technische Grundlagen für die hydraulische Optimierung

Die Halbierung des Volumenstroms im Heizkörper bedeutet nur ca. 20% Leistungsabfall. Bei der Pumpenauswahl die kleinstmögliche Pumpe wählen, ohne zusätzliche Reserven!

**Einfluss des Heizmittelstroms auf die Heizkörperleistung**



# technische Grundlagen für die hydraulische Optimierung



## Die Modellgesetze für Volumenstrom, Förderhöhe und Leistungsbedarf von Pumpen:

### Drehzahländerung einer gegebenen Pumpe:

Volumenstrom	==>	proportional zu Drehzahl
Förderhöhe/-druck	==>	im Quadrat der Drehzahl
Leistungsbedarf	==>	mit der 3. Potenz der Drehzahl

### Effekt bei halbiertes Drehzahl:

Volumenstrom	==>	halbiert
Förderhöhe/druck	==>	auf ein Viertel gesenkt
Leistungsbedarf	==>	auf ein Achtel gesenkt
und:		
Rohrnetzwidestand	==>	bei halbem Volumenstrom auf ein Viertel gesenkt
Ventilautorität	==>	verbessert

# rechtliche Grundlagen für den hydraulischen Abgleich



**Ziele:** Bereitstellung ausreichender Raumwärme unter Beachtung der Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit

## **rechtliche Grundlage:**

- Werkvertragsrecht nach BGB
- Nach Vereinbarung die VOB/B und VOB/C

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik bestimmen hier notwendigen Maßnahmen, direkten Bezug zum hydraulischen Abgleich nimmt die :

VOB Teil C, DIN 18380 Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen, Ausgabe: 2002-12

### **3.5 Einstellung der Anlage**

**3.5.1 Der Auftragnehmer hat die Anlagenteile so einzustellen, dass die geplanten Funktionen und Leistungen erbracht und die gesetzlichen Bestimmungen erfüllt werden.**

### **3.5.2 Die Einstellung ist zur Abnahme vorzunehmen. ....**



# Richtlinien und Regelwerke für den hydraulischen Abgleich



**VDI 2073** „Hydraulische Schaltungen in Heiz- und Raumlufotechnischen Anlagen“, 07-1999

**VDMA 24199** „Regelungstechnische Anforderungen an die Hydraulik bei Planung und Ausführung von Heizungs-, Kälte-, Trinkwasser- und Raumlufotechnischen Anlagen“, 05-2005 (+ Anhang mit Beispielen hydraulischer Schaltungen)

Fachinformation „Hydraulischer Abgleich von Heizungs- und Kühlanlagen“; des **ZVSHK** (Zentral Verband Sanitär Heizung Klima) 01-2002

Heizlastberechnung (früher Wärmebedarfsberechnung DIN 4701 Teil 1-3)

**DIN EN 12381** Heizungsanlagen in Gebäuden „Verfahren zur Berechnung der Norm- Heizlast“, 08-2003

DIN EN 12381- Beiblatt 1 Nationaler Anhang, 04-2004

DIN EN 12381- Beiblatt 1- 1A Änderung 1A, 03 - 2005



# Durchführung des hydraulischen Abgleichs



## Die Maßnahmen:

### Montagearbeiten:

- Voreinstellbare Heizkörperventile einbauen (1 K P-Abweichung)
- ... Ggf. nur Einsätze wechseln
- Strangregulierventile, (Messventile bei großen Anlagen)
- Differenzdruck- oder Mengengrenzungsarmaturen
- Hocheffizienzpumpe oder elektronisch geregelte Pumpe

### Einregulierungsarbeiten:

- Betriebsparameter festlegen bzw. rechnen
- Heizkörperventile einstellen
- Strangventile messen und einstellen
- Betriebsart und Förderhöhe der Pumpe einstellen
- Heizkennlinie, Abschaltzeiten etc. an Regelung einstellen
- Funktion der Motor-Regelventile prüfen, ggf. kalibrieren
- Dokumentation und Protokolle erstellen

Quelle:

# Durchführung des hydraulischen Abgleichs



## Die Vorbereitung:

### Datenerhebung und Planung:

- Ist-Zustand feststellen
- Ablauf und Maßnahme planen bzw. festlegen
- Hemmnisse erkennen und ausräumen
- Betriebsparameter festlegen bzw. rechnen
- Einstellwerte berechnen und Listen / Protokolle anlegen
- Jahreszeit, Wettersituation berücksichtigen
- Einsatz von eigenem und externem Sachverstand und Personal

### Zugänglichkeit sichern in Wohnungen und Kellern für:

- Datenerhebung
- Montagearbeiten
- Einstellarbeiten
- Entlüften
- Störungsbeseitigung



# Durchführung des hydraulischen Abgleichs



## Tipps aus der Praxis:

### **Vollständigkeit:**

Nur wenn jedes Thermostatventil-Unterteil eingestellt wird und keine „hydraulischen Kurzschlüsse“ mehr im System vorhanden sind, kann die Heizungsanlage energetisch optimal betrieben werden. Durch den Hydr. Abgleich werden evtl. vorhandenen Fehlfunktionen der Bestandsanlage erkannt und können gezielt beseitigt werden.

### **Geld- und Zeitfresser :**

Luft ist unser teuerster Feind (==> Vakuum-Entgasungsanlage)  
Schmutzpartikel werden bewegt (==> Filter spülen, sorgsam befüllen)  
Wasserqualität (==> nur mit aufbereitetem Wasser befüllen)  
Links und Rechts vertauscht  
Rückschlagklappen an der falschen Stelle  
Versteckte Überströmventile, Kurzschlüsse oder andere Armaturen  
fehlende / fehlerhaft Bestandspläne, Schemata,  
Unterlagen, Dokumentationen

# Nutzen und Nebeneffekte der hydraulischen Optimierung



## **Vorher:**

Ungleichverteilung der Wärme

Störende Strömungsgeräusche

Hohe Massenströme: Große Pumpen, hohe Rücklauftemperaturen,

Überdimensionierter Kessel

Überbeheizung vor allem in der Übergangsjahreszeit

## **Nachher:**

Gleichmäßige Beheizung

Geringere umgewälzte Wassermenge

Keine Strömungsgeräusche

Kleine Pumpen, niedriger Stromverbrauch

Angepasste Kessel- und Heizkörperleistung, wenig Überbeheizung

Brennwertnutzung sicher gestellt

Brennstoff gespart

# Maßnahmen, Kosten und Effekte der Optimierung



## Kosten (Investition):

- 1 €/m<sup>2</sup> nur Einregulieren der modernisierten Anlage (Daten bekannt)
- 3 - 4 €/m<sup>2</sup> Ventile, Armaturen, ggf. Pumpe erneuern, einregulieren
- 16 - 25 €**Heizkörper** Daten erfassen, berechnen, einregulieren

## Effekte:

- 5 - 20 % Energieeinsparung (je nach Ausgangslage und Objekt)
- 10 – 40 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr Brennstoffeinsparung

## Dargestellt als Energie-Vermeidungskosten:

- 0,02 - 0,04 €/kWh Hydraulischer Abgleich und Optimierung
- 0,02 - 0,20 €/kWh Kesselerneuerung
- 0,02 - 0,20 €/kWh Wärmedämmung
- 0,06 - 0,30 €/kWh Fenstererneuerung

# Anleitungen und Hilfsmittel

Broschüren von TA Hydronics

Sonderdrucke von Grundfos

Leitfaden und Rechenschieber von Wilo & Oventrop

Broschüre von Mainova / Energiereferat Frankfurt/Main

Rechenschieber von Armaturen- und Pumpenherstellern

Datenblätter von Armaturen- und Pumpenherstellern

Einregulierungscomputer (z.B. CBI von TA) nebst

Einregulierungsprotokollen

# Kriterien für Anordnung und Einsatz von Messstellen, Absperrungen, Entlüftungen, Entleerungen



## **Messen:**

Messstellen und Messarmaturen:

strategisch verteilen und in Lageplänen festhalten

An Messnippeln nicht sparen

Anordnung beachtet:

Erreichbarkeit, Lesbarkeit, Mindestabstände, Lagerichtigkeit, Risiko von Beschädigung, Verletzung, Vandalismus

## **Havarien, Störungen, Inbetriebnahmen beherrschen:**

Genügend Zwischenabsperrungen, Entlüfter etc. vorsehen

Transparente, offensichtliche, eindeutige Anordnung

Zugänglichkeit, Erreichbarkeit

Ergonomie der Bedienung bei Einbaulage berücksichtigen

Wartung und Reparatur bei Einbaulage berücksichtigen

Beschriftung

# Kriterien für Auswahl und Einsatz technischer Komponenten und Bauteile



## **Besonderheiten von Präzisions- und Hightech-Komponenten:**

Bei rabiaterem Handling nicht unkaputtbar

Empfindlich gegen Verschmutzung

Nicht immer universell einsetzbar

Funktionsbedingt ggf. begrenzte Lebensdauer

Einbaulage und -Richtung ggf. funktionsentscheidend

Wahrscheinlich kein Billigprodukt oder Sonderposten

## **Produktauswahl:**

Stufenlos regelbar / einstellbar (Heizkörper- und Strangventile)

Präzision und Reproduzierbarkeit der Einstellung

Überlappende Arbeitsbereiche der Baugrößenabstufung

Manipulationssicherheit

Aufrüstbare Armaturenfamilien

Stellungsrückmeldung / Stellungsanzeige

Verwendbarkeit mit Messgerätschaft und Leittechnik



## Mehr Informationen:

Studie: **Initiative für Klimaschutz und Beschäftigung in Berlin-Brandenburg**

Margit Gustiné, Lutz Mez, Michael Vogelsang

**Forschungsstelle für Umweltpolitik, Freie Universität Berlin**  
- FFU-report 02-05-

[www.fu-berlin.de//ffu//Publikationen/index.htm](http://www.fu-berlin.de//ffu//Publikationen/index.htm)

[www.berlin-brandenburg.dgb.de/article/articleview/888/1/4](http://www.berlin-brandenburg.dgb.de/article/articleview/888/1/4)

Kontakt: [post@i-kub.de](mailto:post@i-kub.de)      Information: [www.i-kub.de](http://www.i-kub.de)

Gefördert durch die **Hans Böckler  
Stiftung** 

Fakten für eine faire Arbeitswelt.

**ffu**

# Offene Fragen zur hydraulischen Optimierung



- Einrohrheizungen - zu Zweirohrheizungen umbauen?
- Rechnen, Messen, Abschätzen (Rohrnetz, Wärmebedarf)
- Grenzen der Leistungsreduzierung bei NEH-Standard
- Was sind 100 Prozent - Bewertung des Ausgangszustandes
- Kostensicherheit und Risiko
- Optimierung als Marktlücke und Chance - für wen?
- .....





**Ich bedanke mich für Ihre  
Aufmerksamkeit**

**und wünsche viel Erfolg beim  
Energieeinsparen !**