

Optimierung von Heizungsanlagen – Hydraulischer Abgleich

Grundlagen für den hydraulischen Abgleich und Strategien zur Optimierung

Technisches Fachgespräch / Verband Berlin – Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V.
Titel: „Optimierung von Heizungsanlagen – Hydraulischer Abgleich“
Vortrag: Grundlagen für den Hydraulischen Abgleich und Strategien zur Optimierung



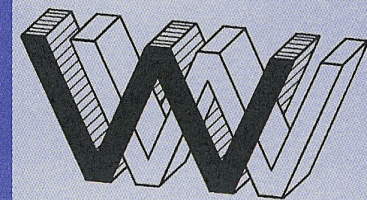
Baukammer Berlin

Körperschaft des öffentlichen Rechts

Ausschuss Energie + Umwelt

Gutsmuthsstr. 24, 12163 Berlin www.baukammerberlin.de

**Beratende Ingenieure
Wolfsdorf • Wipplinger GmbH**
Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Technische Gebäudeausrüstung



Geneststr. 5, 10829 Berlin Fon: 030 / 812 20 09

GTBH – Beratende Ingenieure
Gesellschaft für Trinkwasser- und Badewasserhygiene
+ Technische Gebäudeausrüstung

Fichtestr. 16A, 12526 Berlin, Fon: 030 / 678 09 662
Birkenweg 4, 56427 Siershahn /Rheinland/Pfalz, Fon: 02623 / 95 15 67

Dipl.-Ing. (FH) Markus Wolfsdorf

16.08.2006

Themen:

historische Hintergründe

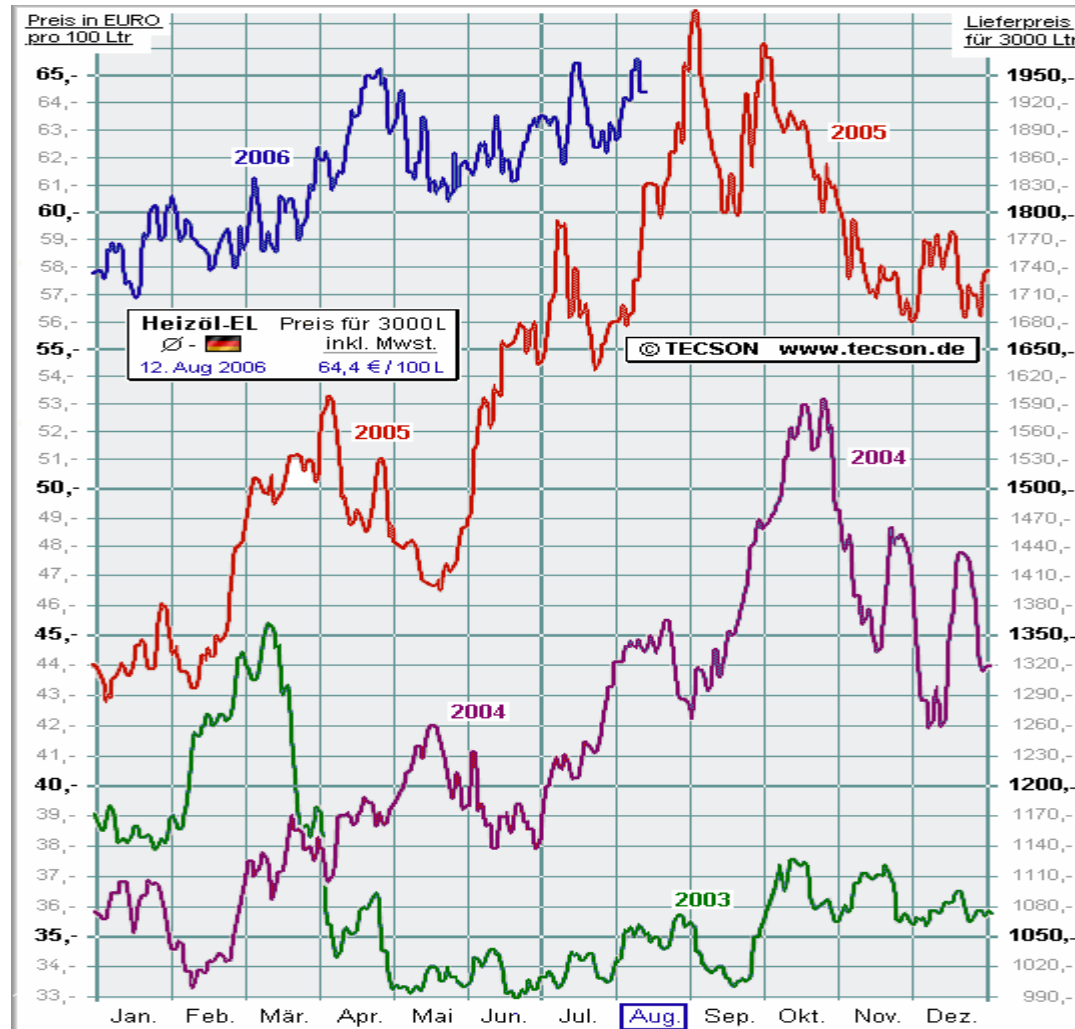
rechtliche und technische Grundlagen

Optimierungspotentiale

Strategien und Verfahrenswege zur Optimierung von Heizungsanlagen

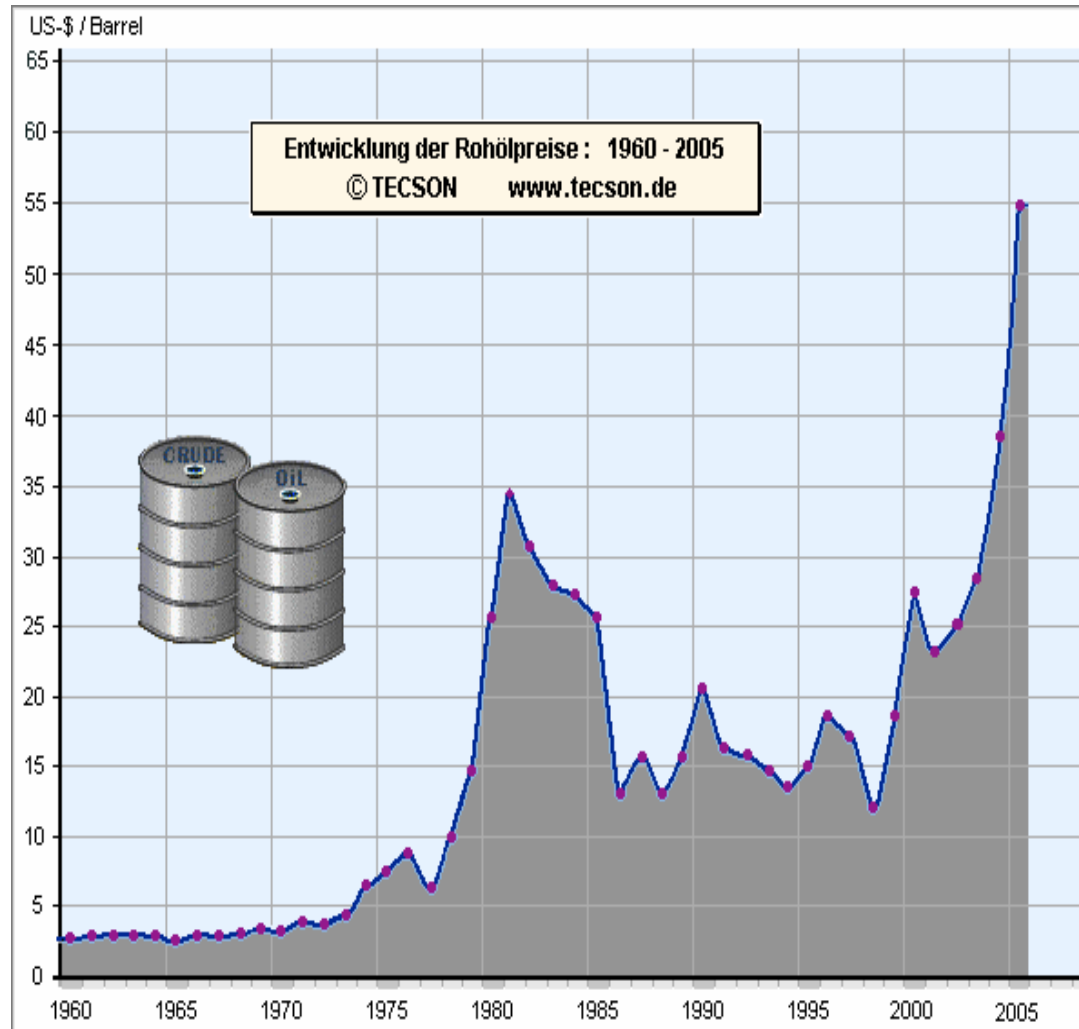


Technisches Fachgespräch / Verband Berlin – Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V.
Titel: „Optimierung von Heizungsanlagen – Hydraulischer Abgleich“
Vortrag: Grundlagen für den Hydraulischen Abgleich und Strategien zur Optimierung



Kostenentwicklung Heizöl

Technisches Fachgespräch / Verband Berlin – Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V.
Titel: „Optimierung von Heizungsanlagen – Hydraulischer Abgleich“
Vortrag: Grundlagen für den Hydraulischen Abgleich und Strategien zur Optimierung



Kostenentwicklung Rohöl

Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs in der zentralen Gebäudeheizung

Die Wärmeverteilung über rohrgebundene Warmwasserumlaufsysteme mit Umwälzpumpen ist das in unseren Breiten am häufigsten eingesetzte Heizungssystem für die Raumheizung.

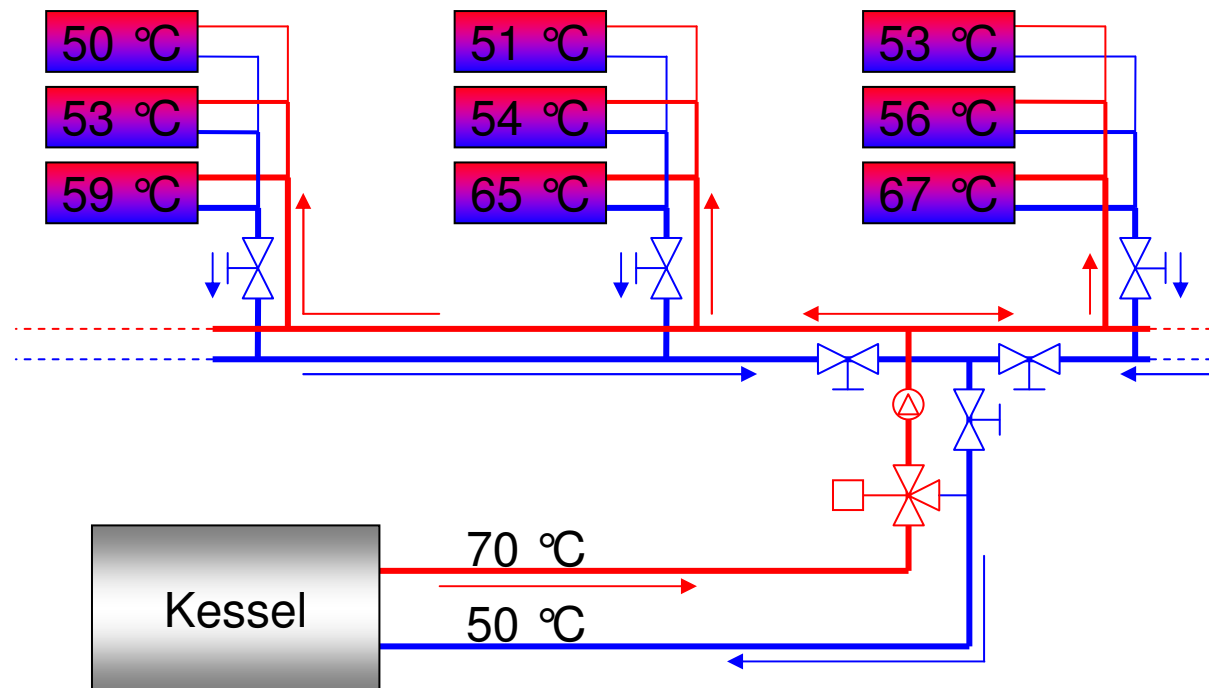
Vom Wärmeerzeuger wird das erwärmte Heizwasser mittels Umwälzpumpen im Rohrnetz verteilt und die Wärme über in den jeweiligen Räumen angeschlossenen Heizkörper an den Nutzer abgegeben, während das ausgekühlte Heizwasser über den Zwangsumlauf wieder zum Wärmeerzeuger gelangt.

Bei fehlendem oder mangelhaftem hydraulischen Abgleich kommt es bei ungünstig gelegenen Heizkörpern (z. B. durch lange Leitungswege) häufig zu Unterversorgung und bei nahe gelegenen Heizkörpern zur Überversorgung mit Heizwasser.

Häufig wird versucht das Problem der unterversorgten Heizkörper durch Erhöhung der Pumpenleistung oder gar durch Einbau zusätzlicher Pumpen zu lösen. Die Folge ist ein unnötig hoher Stromverbrauch sowie Fließgeräusche in den überversorgten Rohrnetzbereichen und an den Heizkörper-Thermostatventilen.

Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs in der zentralen Gebäudeheizung

Stränge und Heizkörper nicht abgeglichen



Notwendigkeit des hydraulischen Abgleichs in der zentralen Gebäudeheizung

Die sich einstellenden Randerscheinungen (kalte Wohnungen und Geräuschebelästigung) führen nicht selten zu Mietkürzungen sowie Streitigkeiten zwischen Mieter und Vermieter.

Neben den sich durch einen fehlenden hydraulischen Abgleich einstellenden Mängeln, kann an den Heizkreisen durch Ablesung der Heizungs-Vorlauf- und –Rücklauftemperatur schnell festgestellt werden, ob das Heizungsnetz einreguliert ist oder nicht.

Wird die in der Planung festgelegte Temperaturdifferenz (-spreizung) zwischen Vor- und Rücklauf nicht erreicht, kann i. d. Regel der fehlende hydraulische Abgleich vorausgesetzt werden. (Die Temperaturspreizung beträgt üblicherweise bei Heizkörpern 10-20 Kelvin [K], bei älteren Heizungsanlagen meist 20 K, bei Flächenheizungen und Heizkörpern für kleine Leistungen meist 10 K.)

Entwicklung der zentralen Gebäudeheizung

Rohrgebundene Wassenumlaufsysteme

- **Schwerkraftheizung**
- **Pumpenwarmwasserheizung**
 - **Pumpen mit flacher Kennlinie, stopfbuchslose Spaltrohrpumpen ab 30er Jahren**
 - **Einführung des Thermostatventils 60/70er Jahren**
 - **Einführung elektronischer Umwälzpumpen 80/90er Jahren**
 - **Anwendung von Strangdifferenzdruckreglern 80/90er Jahren**

rechtliche Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

Ziele: Bereitstellung ausreichender Raumwärme unter den Aspekten Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit

Die rechtliche Grundlage wird durch das Werkvertragsrecht nach BGB, bzw. in Abwandlung hiervon durch die VOB/B und VOB/C geregelt.

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

rechtliche Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

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.

Der hydraulische Abgleich ist mit den rechnerisch ermittelten Einstellwerten so vorzunehmen, dass bei bestimmungsgemäßigem Betrieb, also z.B. auch nach Raumtemperaturabsenkung oder Betriebspausen der Heizungsanlage, alle Wärmeverbraucher entsprechend ihrem Wärmebedarf mit Heizwasser versorgt werden.

3.5.2 Die Einstellung ist zur Abnahme vorzunehmen.

rechtliche Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

DIN EN 12828 „Heizungssysteme in Gebäuden - Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen; Deutsche Fassung, 06-2003

4 Auslegung von Heizungsanlagen

4.1 Vorausgehende Informationen für die Auslegung

Die Heizungsanlage muss derart ausgelegt, eingebaut und betrieben werden, dass sie keine Schäden am Gebäude oder an anderen Einrichtungen verursacht, und dass Kosten und Energieverbrauch angemessen berücksichtigt werden.

Die Heizungsanlage muss unter gebührender Berücksichtigung der Anforderungen, die sich aus Einbau, Abnahme, Betrieb, Wartung und Reparatur von Einzelteilen, Geräten und dem System selbst ergeben, geplant werden.

Der Planer muss mit seinem Auftraggeber bereits vor oder im Planungsstadium über die folgenden Punkte Übereinstimmung erzielen und dies dokumentieren:

..... **r) Vorkehrungen und Maßnahmen zum hydraulischen Abgleich;**

rechtliche und technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

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

DIN 4703 Teil 1 „Raumheizkörper, Maße von Gliedheizkörpern“, 12-1999
mit DIN EN 442-1 Radiatoren und Konvektoren, Technische Spezifikationen und Anforderungen 05-1996 und DIN EN 442-2 Prüfverfahren und Leistungsangabe, 02-1997

DIN 4703 Teil 3 „Raumheizkörper, Begriffe, Grenzabmaße, Umrechnungen, Einbauhinweise“, 10-2000

rechtliche und technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

DIN EN 1264-2 „Fußboden-Heizung - Systeme und Komponenten, Bestimmung der Wärmeleistung“, 11-1997

DIN EN 1264-3 „Fußboden-Heizung - Systeme und Komponenten, Auslegung“, 11-1997

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

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

rechtliche und technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

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

Technisches Fachgespräch / Verband Berlin – Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V.
Titel: „Optimierung von Heizungsanlagen – Hydraulischer Abgleich“
Vortrag: Grundlagen für den Hydraulischen Abgleich und Strategien zur Optimierung

Optimierungspotentiale

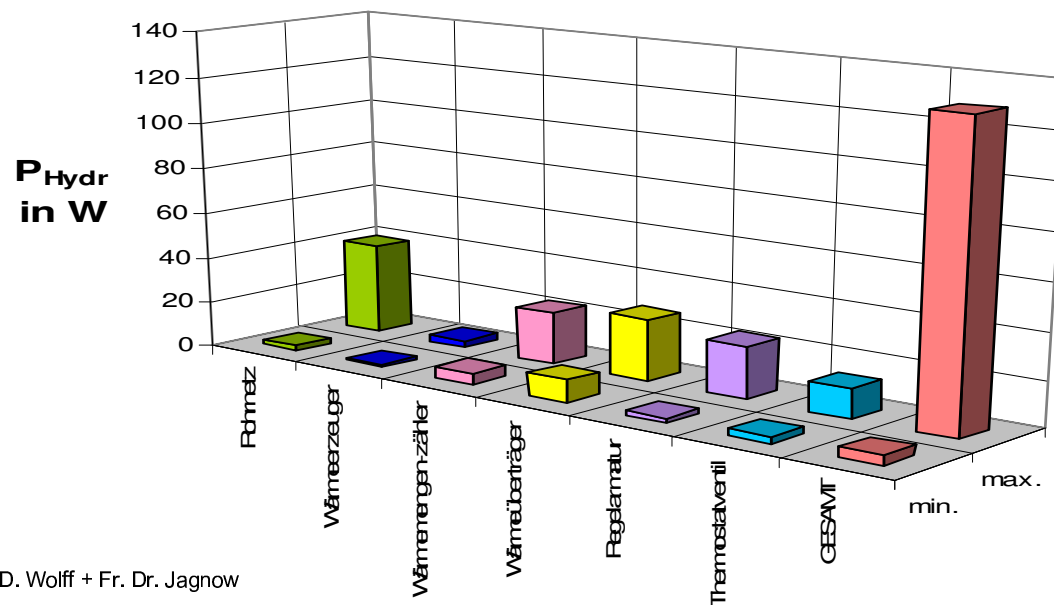
Empfehlungen für Neubau und Bestand aus dem Erfahrungsbericht zum OPTIMUS - Programm

	MFH	
	mit Kessel	mit Fernwärme
Baujahr bis 1977 – nicht baulich modernisiert	o	o
Baujahr bis 1977 – größtenteils baulich modernisiert	++	+
Baujahr 1978 bis 1994	++	+
Baujahr ab 1995	++	++

Die Untersuchung „CO₂-Reduzierung durch Pumpensanierung“ von Prof. Dr.-Ing. Bach Univ. Stuttgart kommt zu dem Ergebnis, dass durch überdimensionierte Umwälzpumpen in Deutschland die Stromaufnahme durchschnittlich um das 3fache höher liegt als dies bei richtiger Pumpenauslegung notwendig wäre. In Verbindung mit einem hydraulischen Abgleich und Einsatz elektronisch geregelter Umwälzpumpen könnte die notwendige Stromaufnahme um ca. 40 % gesenkt werden.

technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

Mehrfamilienhaus (50 kW) Hydraulische Leistung

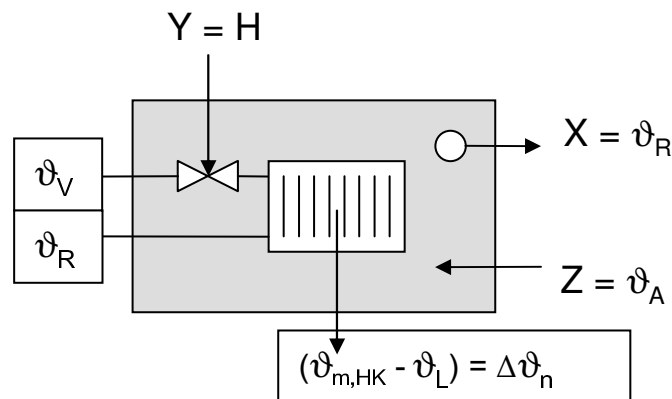


Quelle FH Wolfenbüttel Prof. D. Wolff + Fr. Dr. Jagnow

Die hydraulische Leistung ist ein Maß zur Beurteilung der Qualität der Hydraulik einer Heizungsanlage in Hinsicht auf den Elektroenergieaufwand der eingesetzten Umwälzpumpen

technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

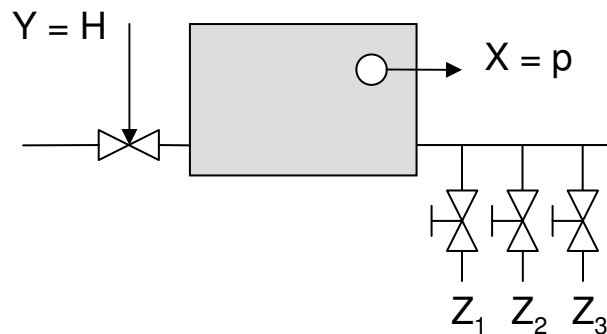
Beispiel Temperatur – Regelstrecke:



Nach einer Änderung von Ventilhub H oder Außentemperatur ϑ_A stellt sich nach hinreichend langer Zeit eine neue Raumtemperatur ϑ_A ein.

technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

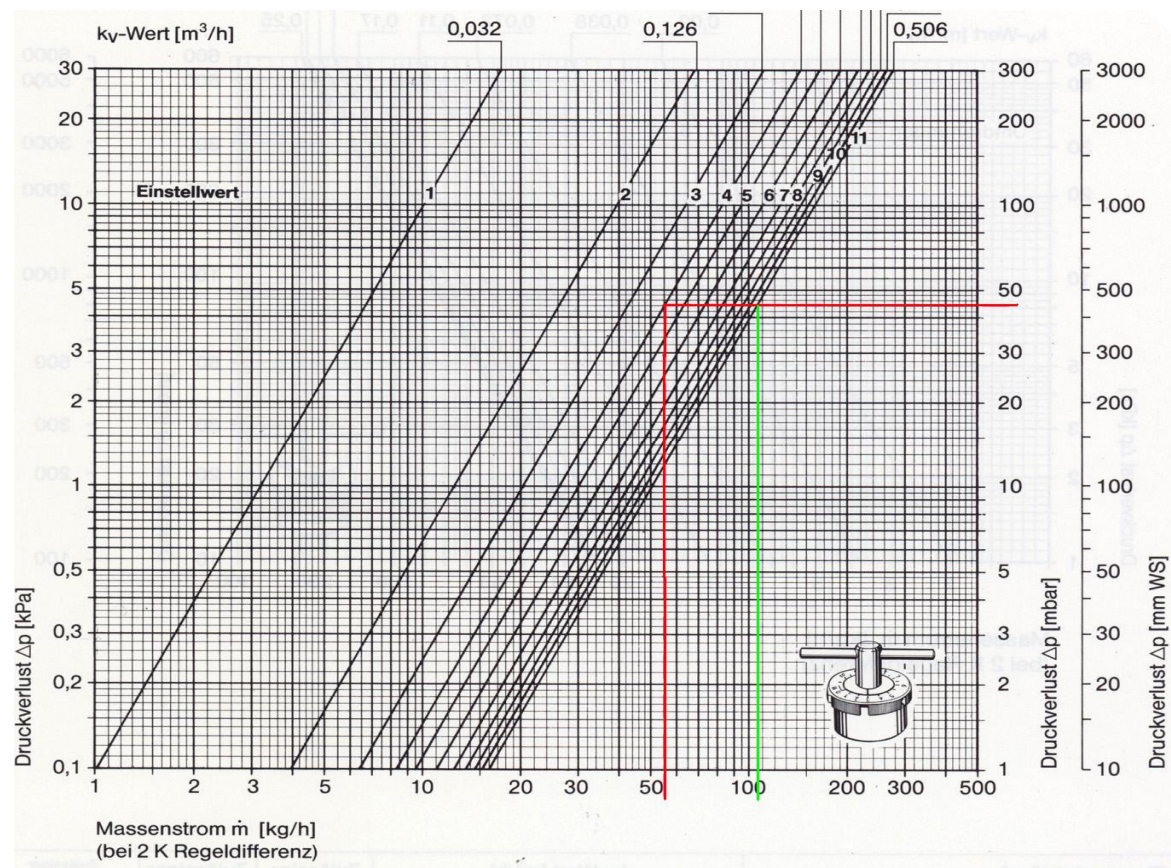
Beispiel Druck – Regelstrecke:



Nach einer Änderung von Ventilhub H oder bei der Druckentnahme Z stellt sich nach hinreichend langer Zeit ein neuer Druck p ein.

Technisches Fachgespräch / Verband Berlin – Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V.
Titel: „Optimierung von Heizungsanlagen – Hydraulischer Abgleich“
Vortrag: Grundlagen für den Hydraulischen Abgleich und Strategien zur Optimierung

technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich



Beispiel:

Heizleistung: 1280 W

VL/RL-Temp.: 80/60 °C

erf. Massenstrom 55 kg/h

bei Voreinstellung 4

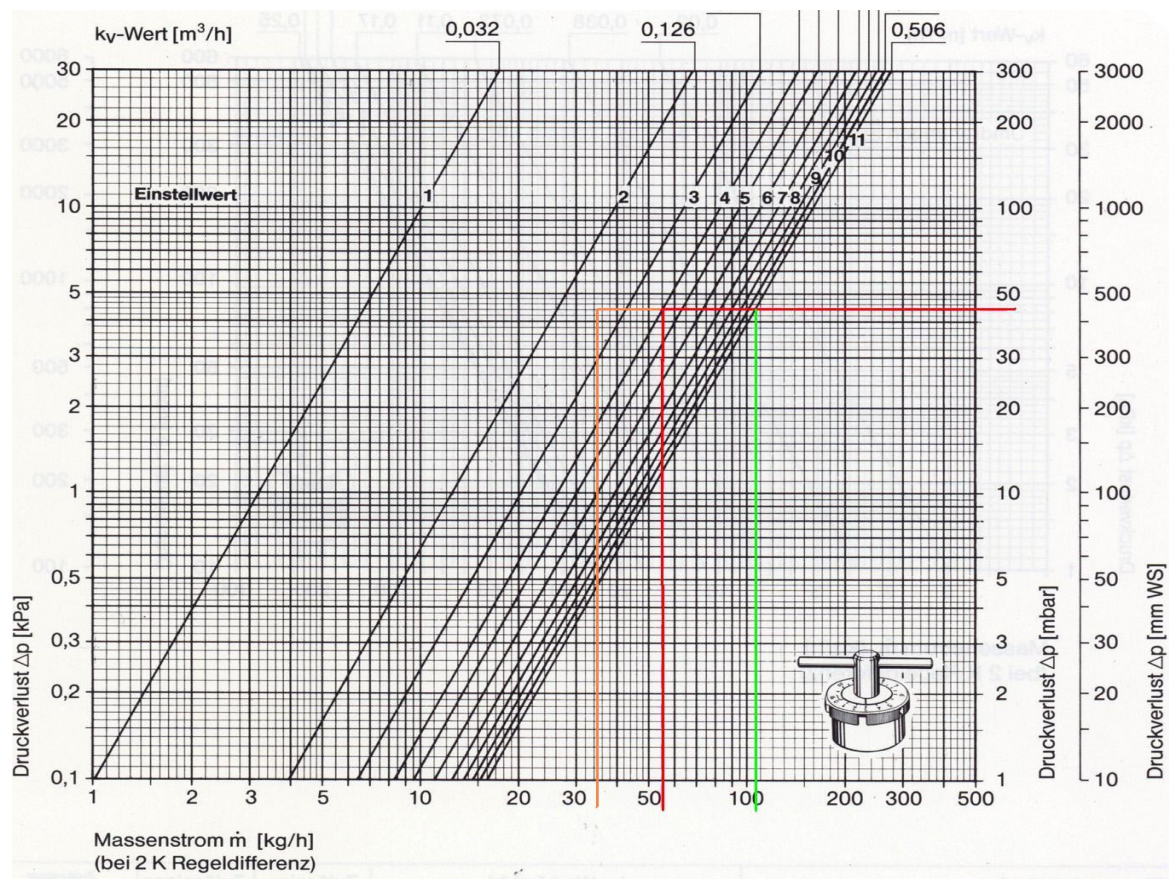
bei Werkseinstellung 11

voll geöffnet

Massenstrom ca. 105 kg/h

Technisches Fachgespräch / Verband Berlin – Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V.
Titel: „Optimierung von Heizungsanlagen – Hydraulischer Abgleich“
Vortrag: Grundlagen für den Hydraulischen Abgleich und Strategien zur Optimierung

technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich



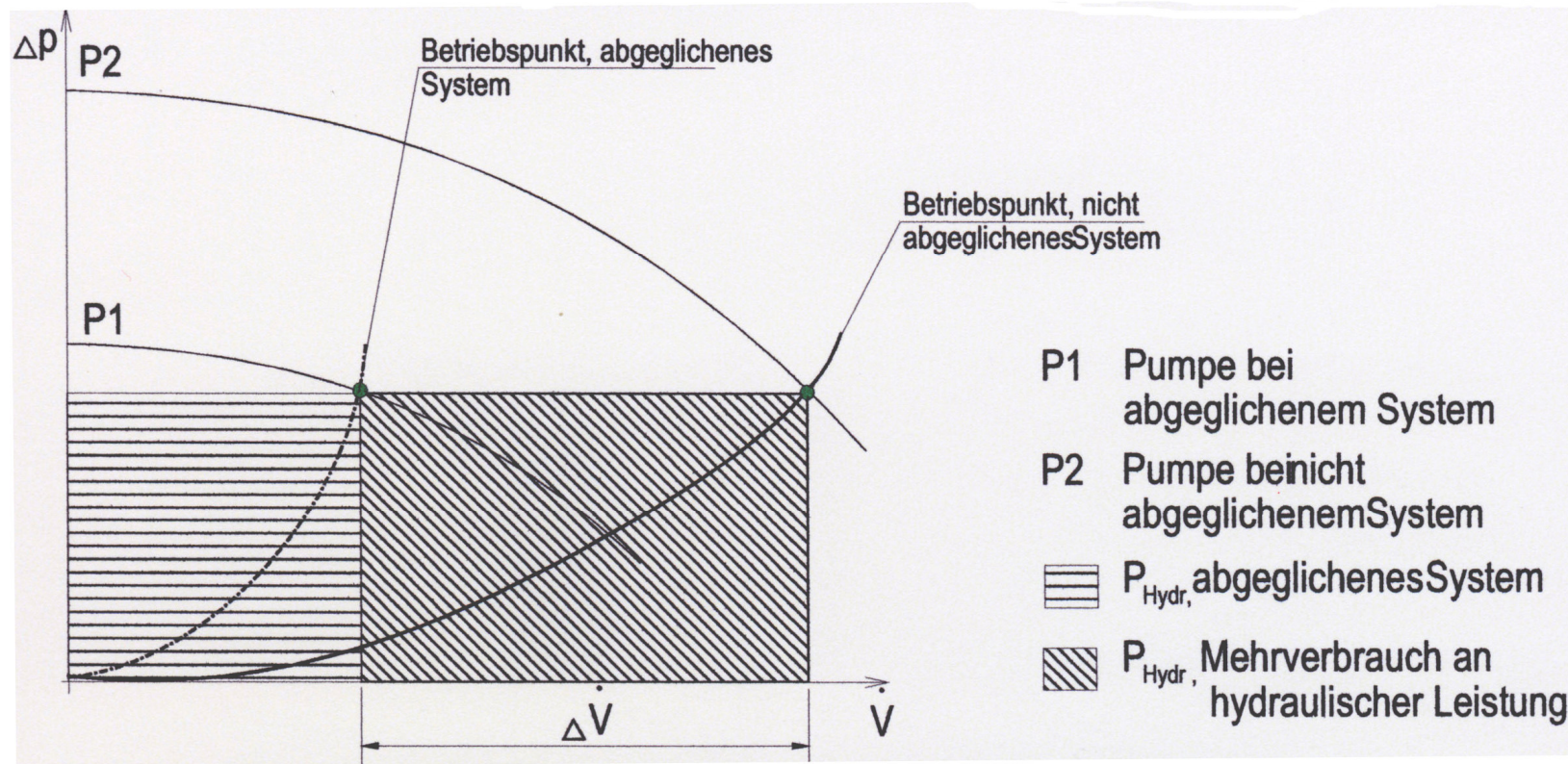
Beispiel vor Sanierung:

Heizleistung: 1280 W
 VL/RL-Temp.: 80/60 °C
 erf. Massenstrom 55 kg/h
 bei Voreinstellung 4
 bei Werkseinstellung 11
 voll geöffnet
 Massenstrom ca. 105 kg/h

Beispiel nach Sanierung:

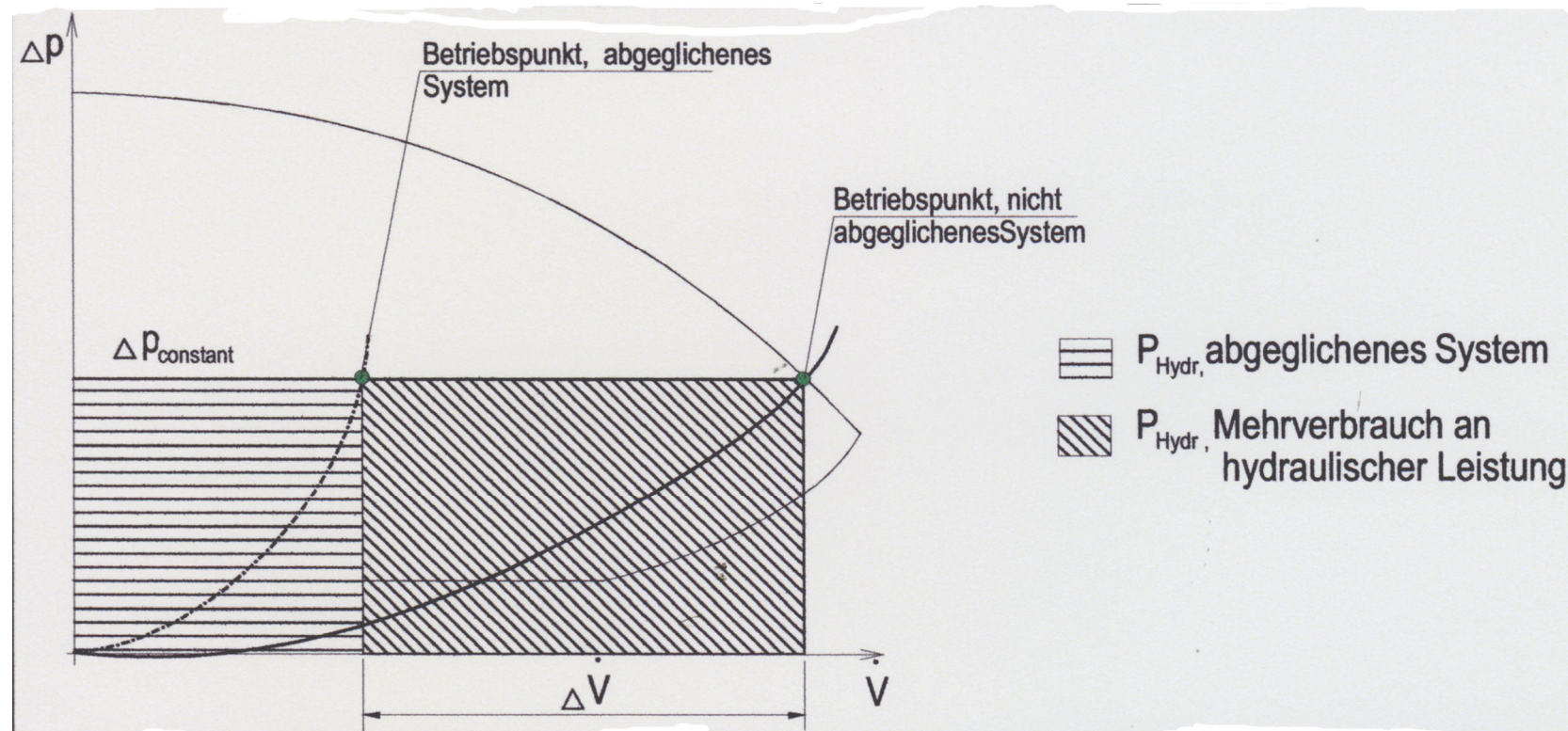
Heizleistung: 750 W
 VL/RL-Temp.: 80/60 °C
 erf. Massenstrom 32 kg/h
 bei Voreinstellung 2,6

technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich



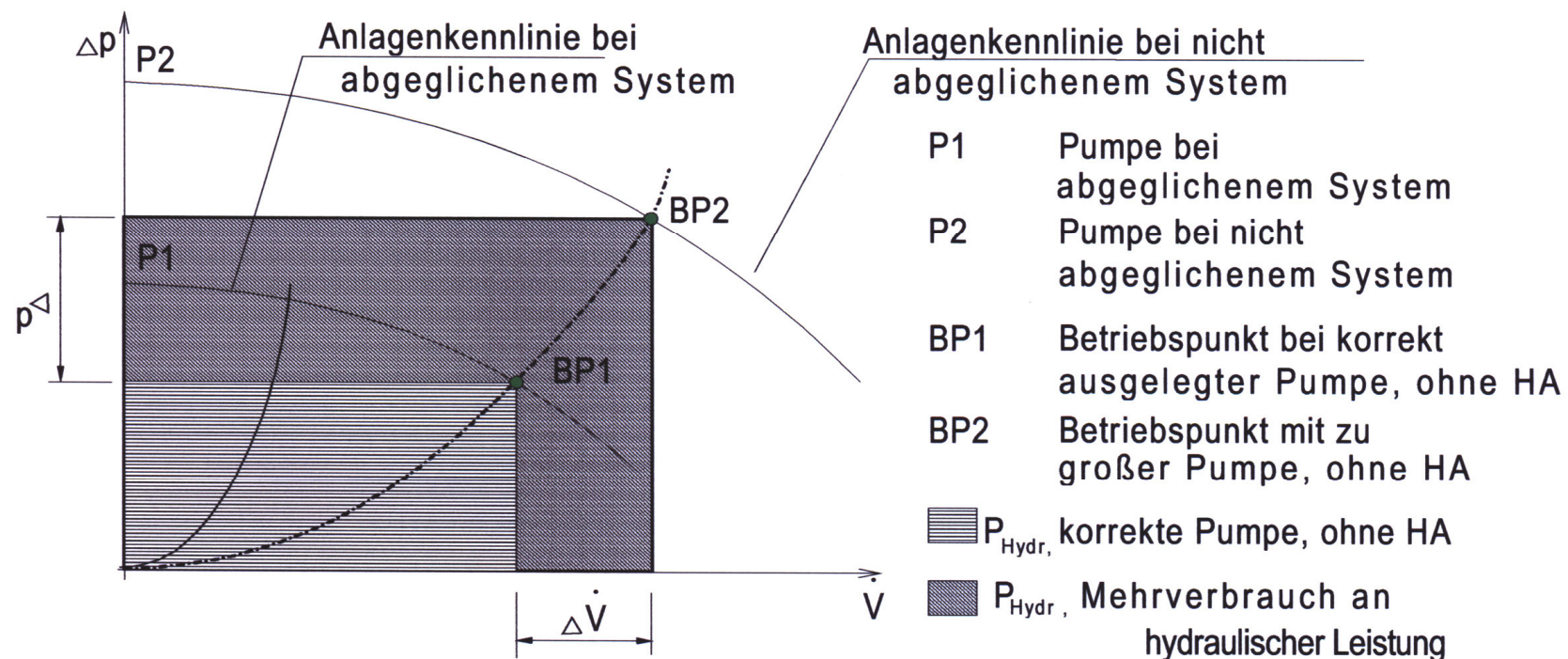
Leistungsbedarf der Umwälzpumpe bei abgeglichenem Rohrnetz und bei fehlendem Abgleich

technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich



Leistungsbedarf bei drehzahl geregelter Umwälzpumpe bei abgeglichem Rohrnetz und bei fehlendem Abgleich

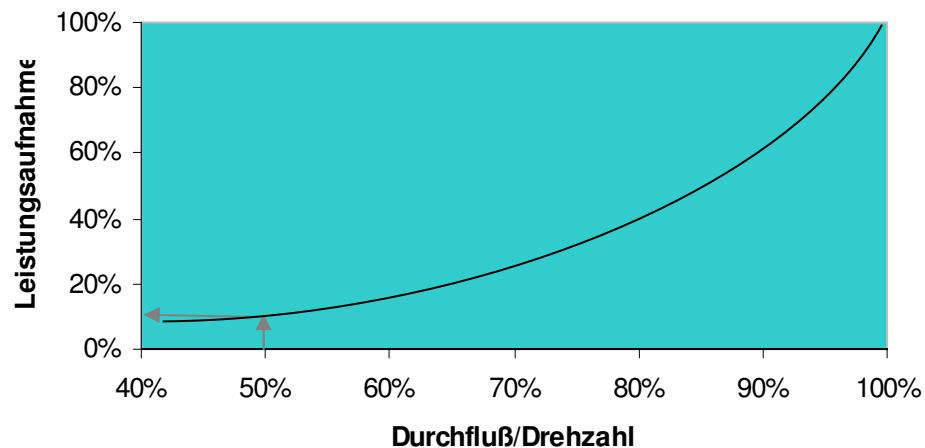
technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich



Leistungsbedarf bei zu großer Umwälzpumpe bei fehlendem Rohrnetzabgleich

technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

Einfluss des Durchflusses auf die
Pumpenleistung



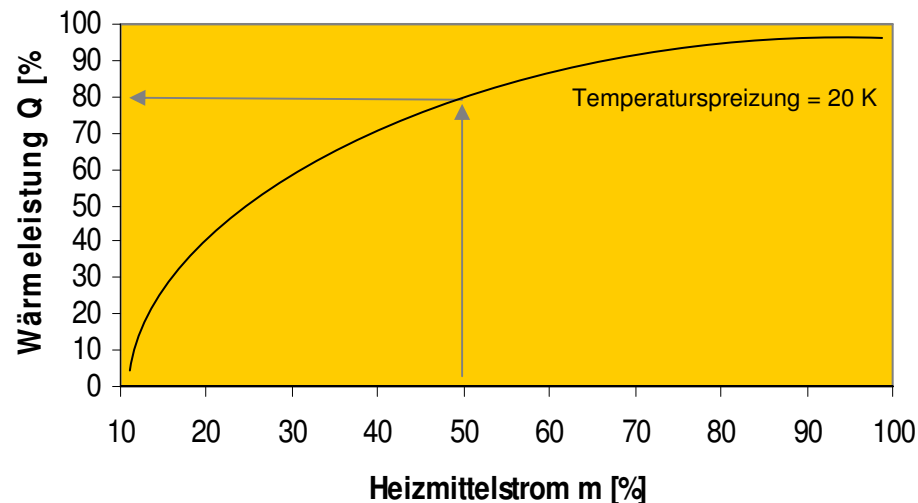
Beispiel:

Die Reduzierung des Druckflusses durch entsprechenden Abgleich auf 50% kann eine Senkung der Leistungsaufnahme der Umwälzpumpe auf 12,5% ermöglichen.

Halbe Drehzahl $\Rightarrow$ 12,5% Antriebsleistung

technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

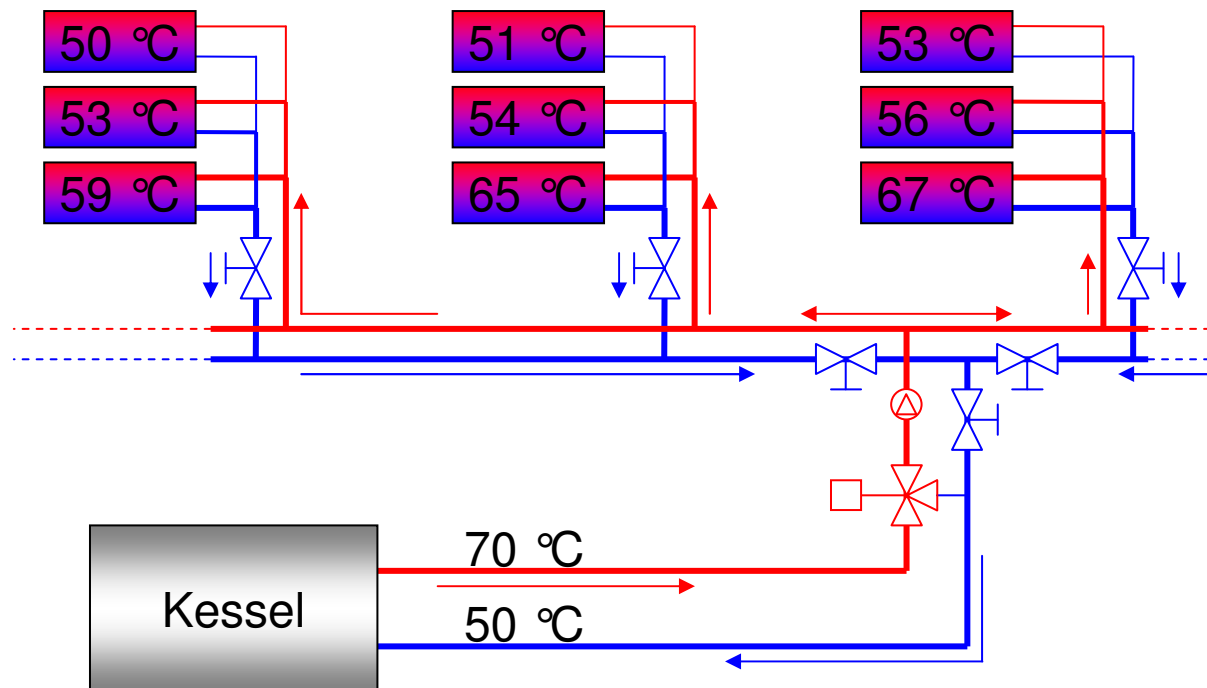
Einfluss des Heizmittelstroms auf die
Heizkörperleistung



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

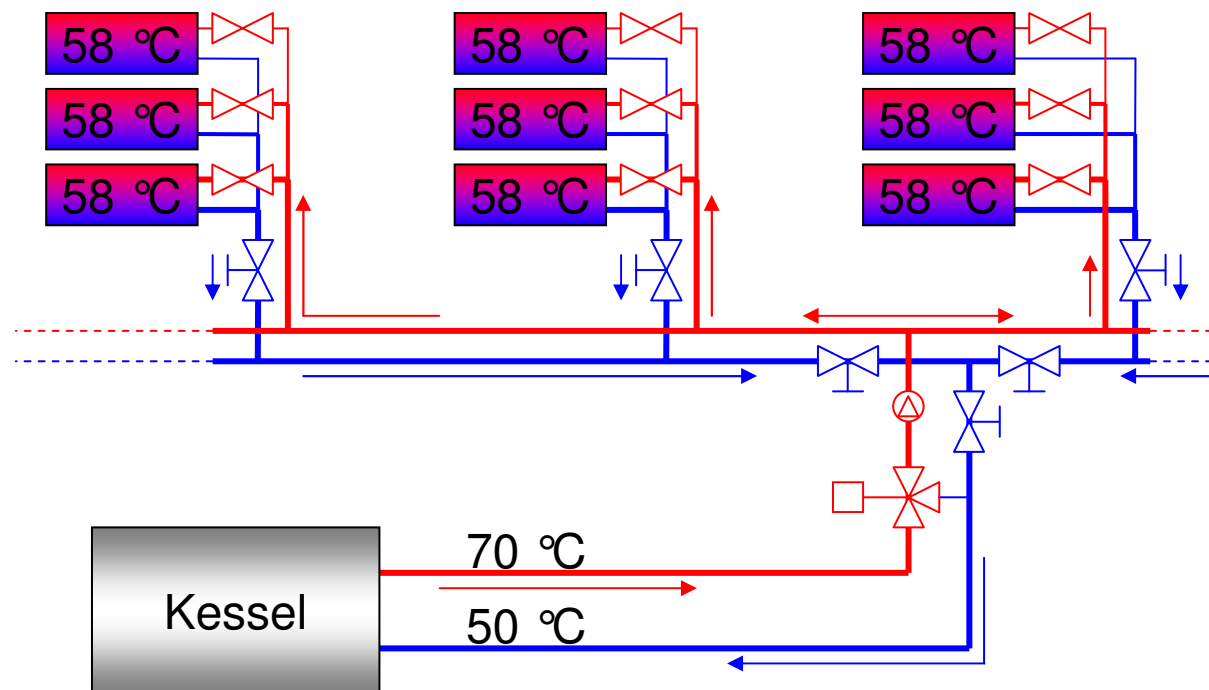
technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

Stränge und Heizkörper nicht abgeglichen



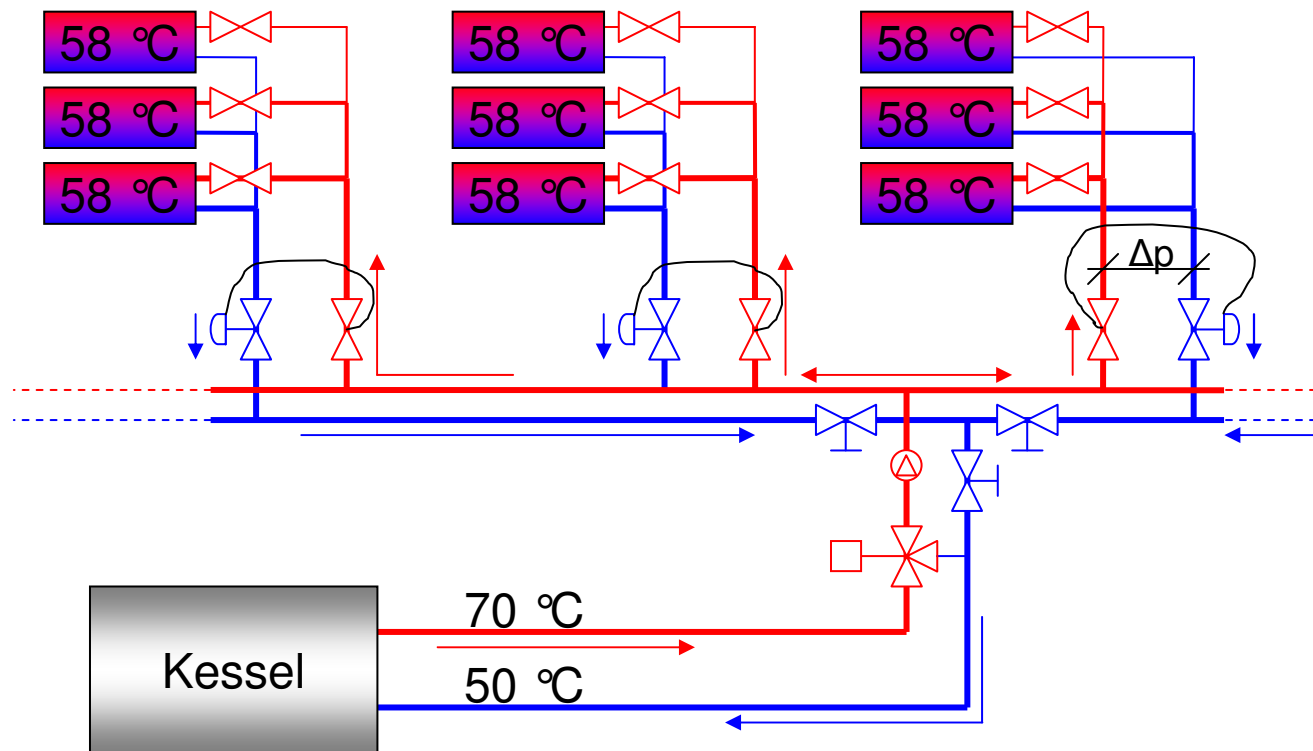
technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

Stränge und Heizkörper abgeglichen



technische Grundlagen für den hydraulischen Abgleich

Stränge und Heizkörper abgeglichen + Stränge mit dyn. Differenzdruckreglern



Strategien und Verfahrenswege zur Optimierung von Heizungsanlagen

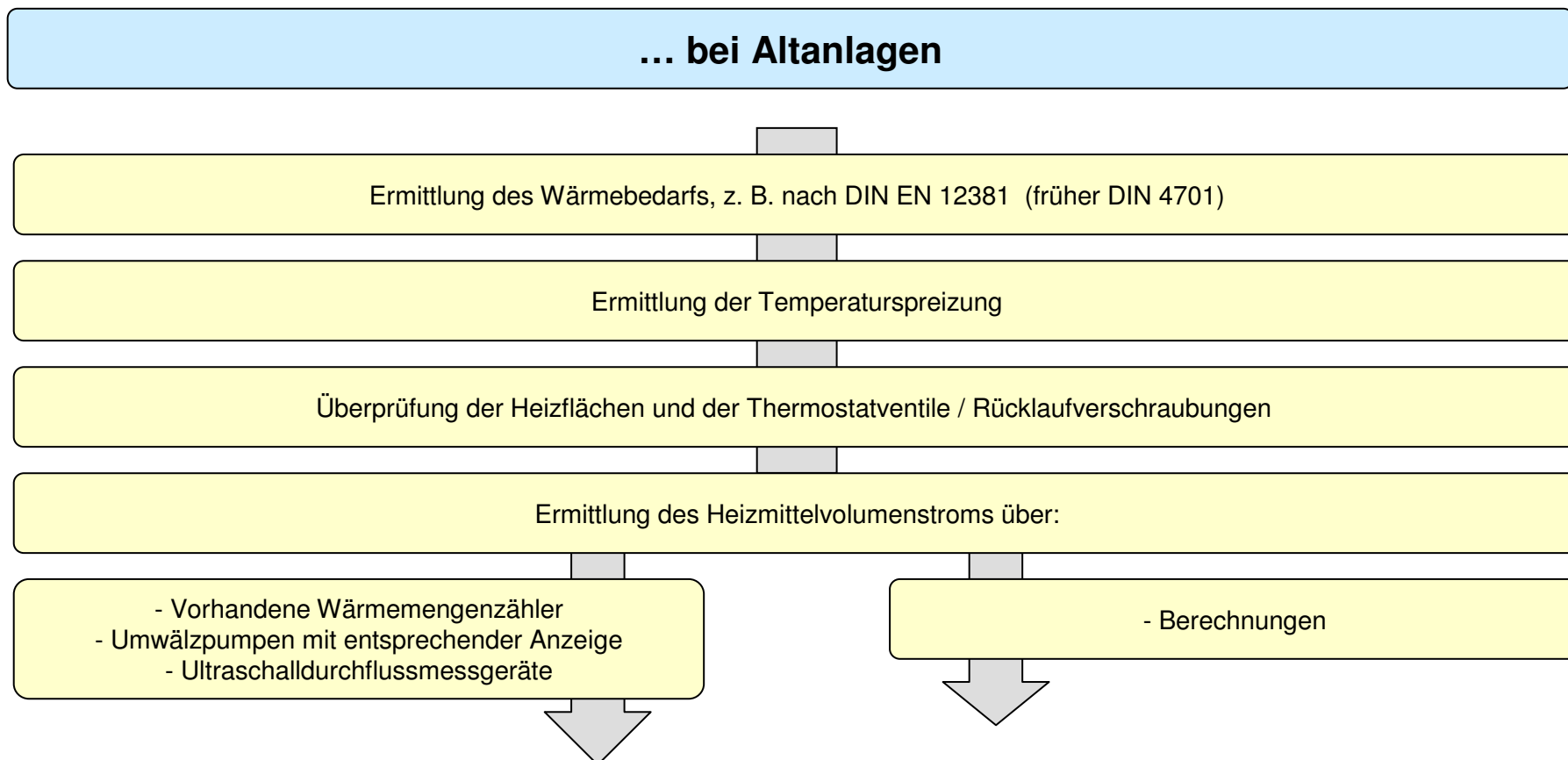
Methoden des hydraulischen Abgleichs:

Statischer Abgleich durch Einsatz von Mess- und manuellen Drosselarmaturen

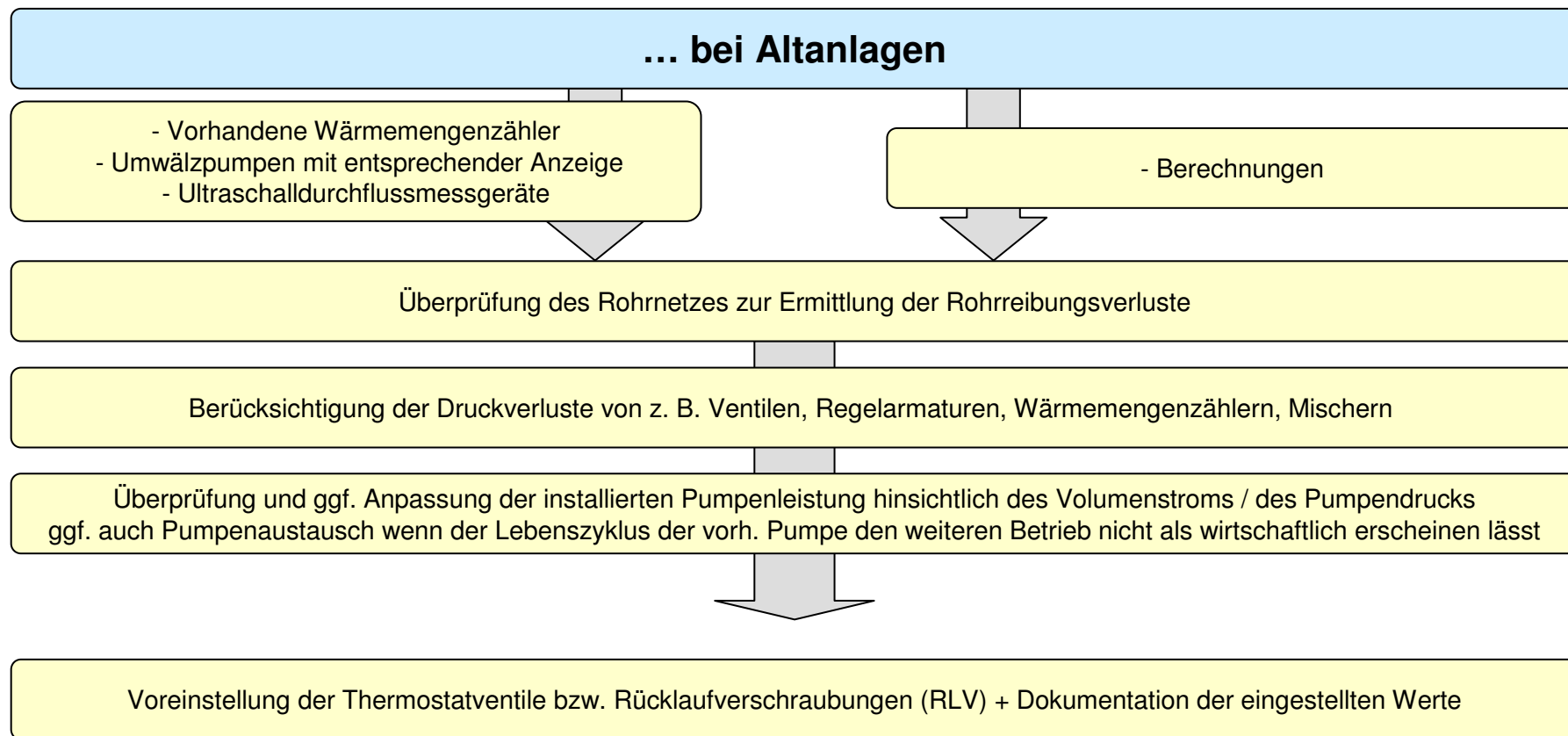
Dynamischer Abgleich

- Iterative Methode, wiederholtes Messen an jeder hydraulischen Messstelle und Einstellungen an den Regulierarmaturen bis sich das gewünschte Ergebnis einstellt.
- Kompensations- / Proportionalmethode, über eine so genannte Schlechtpunktregelung mittels Hauptventil wird ein Minstdifferenzdruck bei Sollmassenstrom für den ungünstigsten Anlagenteil festgelegt, die anderen Stränge werden dann messtechnisch einreguliert.
- Balance-Methode, hydraulischer Abgleich für ausgedehnte Heizanlagen mit Messcomputer (Balancemethode-Software) mit 1 Person

Strategien und Verfahrenswege zur Optimierung von Heizungsanlagen



Strategien und Verfahrenswege zur Optimierung von Heizungsanlagen



Strategien und Verfahrenswege zur Optimierung von Heizungsanlagen

... bei Neuanlagen

Ermittlung des Wärmebedarfs, z. B. nach DIN EN 12381 (früher DIN 4701)

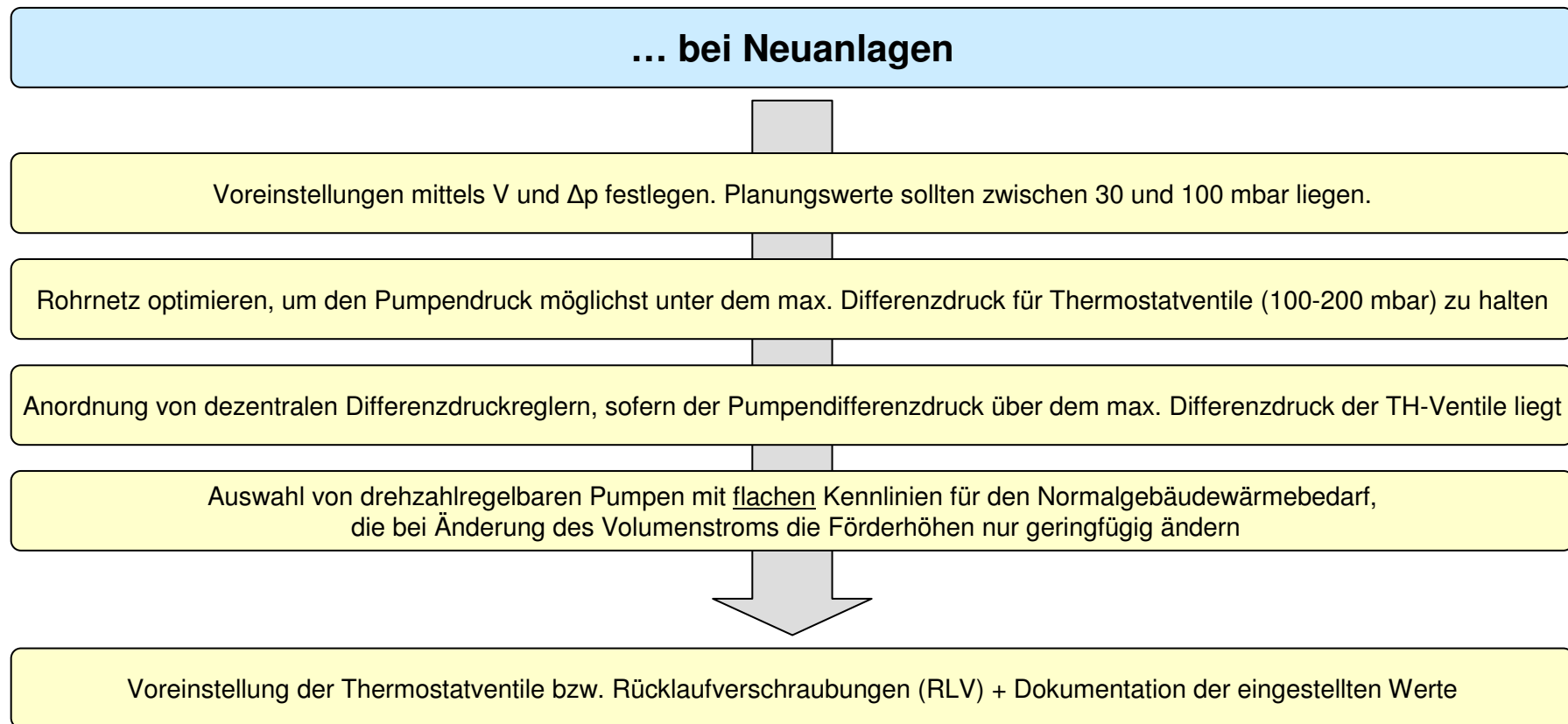
Festlegung der Temperaturspreizung

Auslegung der Heizflächen und des Volumenstroms nach dem errechneten Wärmebedarf

Dimensionierung des Rohrnetzes mit $\Delta p = 20-100 \text{ Pa/m}$

Voreinstellungen mittels V und Δp festlegen. Planungswerte sollten zwischen 30 und 100 mbar liegen.

Strategien und Verfahrenswege zur Optimierung von Heizungsanlagen



Technisches Fachgespräch / Verband Berlin – Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V.

Titel: „Optimierung von Heizungsanlagen – Hydraulischer Abgleich“

Vortrag: Grundlagen für den Hydraulischen Abgleich und Strategien zur Optimierung

**Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit
und wünsche viel Erfolg beim Energieeinsparen !**