

Schulungsraum II

Schulung von Kunden

- hier spez. über Heizungstechnik,
Kalkbildung und Energieoptimierung
vom 27.03.1998





Service-Unternehmen der Gebäudetechnik

Wartung und Instandsetzung
von Haustechnik und Industrieanlagen

Energieberatung

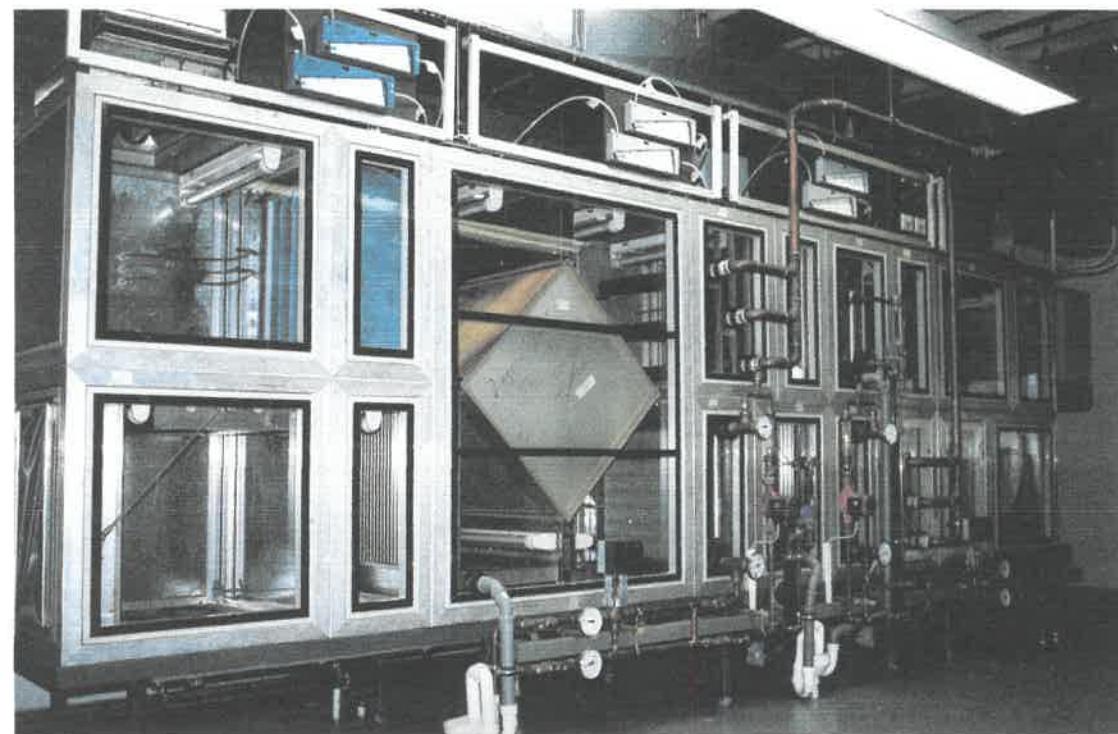


Manfred Kamrath GmbH
Henschelring 6, 85551 Kirchheim b. München
Telefon: 0 89 / 90 00 59-0, Telefax: 0 89 / 90 00 59-59
E-Mail: Kamrath.Gebaeude-Service@T-online.de
Internet: www.kamrath.de

Manfred Kamrath GmbH
Henschelring 6, 85551 Kirchheim b. München
Telefon: 0 89 / 90 00 59-0, Telefax: 0 89 / 90 00 59-59
E-Mail: Kamrath.Gebaeude-Service@T-online.de
Internet: www.kamrath.de

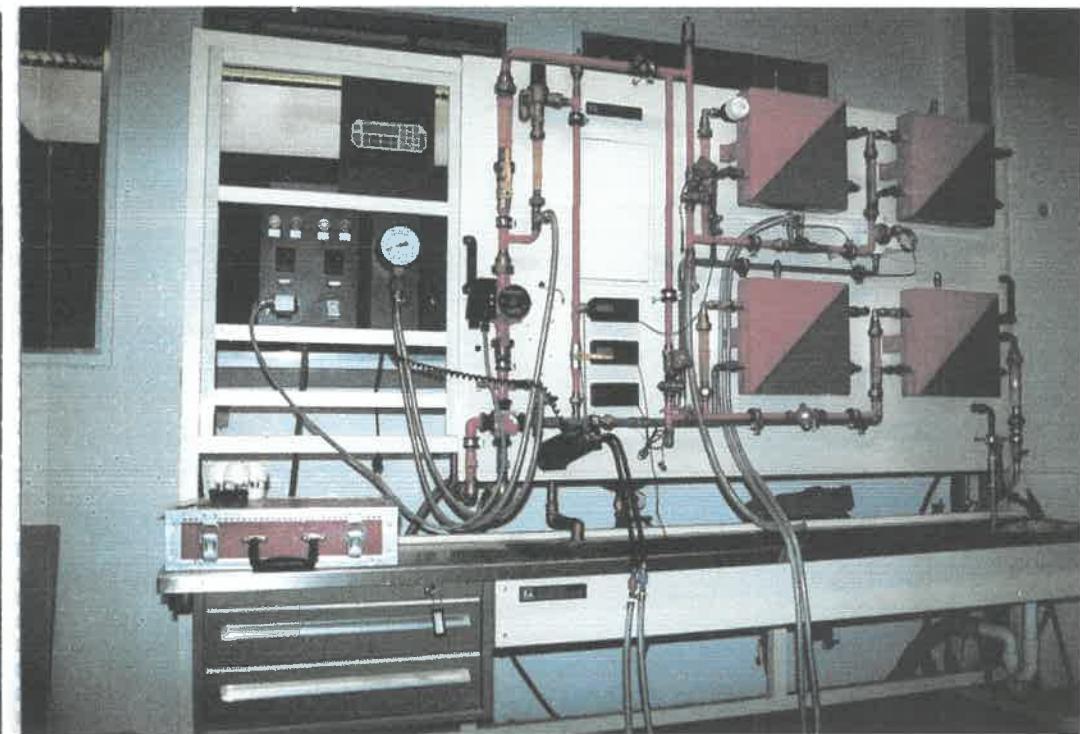
Demo- und Schulungseinrichtung

- Klimaanlage -



Demo- und Schulungseinrichtung

- Heizungsanlage -



Henschelring 6, 85551 Kirchheim b. München
Telefon: 0 89 / 90 00 59-0, Telefax: 0 89 / 90 00 59-59
E-Mail: kamrath.Gebaeude-Service@T-online.de
Internet: www.kamrath.de

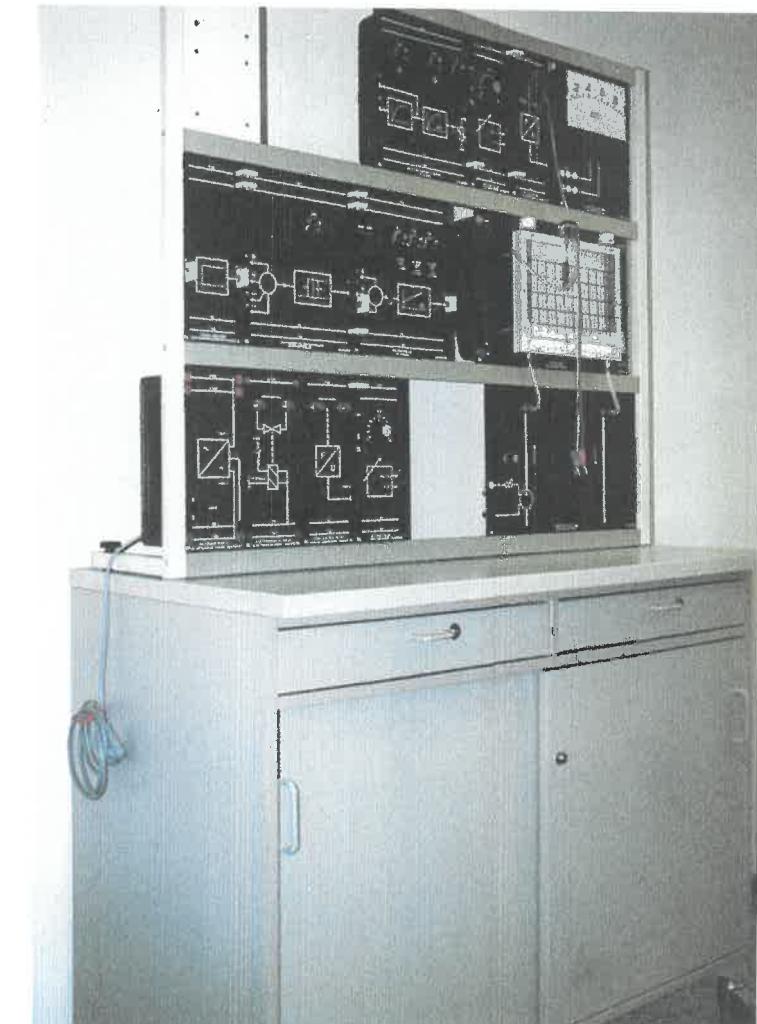
Henschelring 6, 85551 Kirchheim b. München
Telefon: 0 89 / 90 00 59-0, Telefax: 0 89 / 90 00 59-59
E-Mail: Kamrath.Gebaeude-Service@T-online.de
Internet: www.kamrath.de

Gebäudeleittechnik in unserem Unternehmen

für unsere Kunden bzw. deren technischen
Anlagen

Schulungseinrichtung für

Proportional
Proportional, Integral und
Proportional, Integral, Differenzial-Regelung



Manfred Kamrath GmbH
Henschelring 6, 85551 Kirchheim b. München
Telefon: 0 89 / 90 00 59-0, Telefax: 0 89 / 90 00 59-59
E-Mail: Kamrath.Gebaeude-Service@T-online.de
Internet: www.kamrath.de

Manfred Kamrath GmbH
Henschelring 6, 85551 Kirchheim b. München
Telefon: 0 89 / 90 00 59-0, Telefax: 0 89 / 90 00 59-59
E-Mail: Kamrath.Gebaeude-Service@T-online.de
Internet: www.kamrath.de

Schulungsraum I

Theoretische Ausbildung im "Kleinen Kreis!"
von Mitarbeitern

sowie

Unternehmenspräsentation gegenüber unseren
Kunden!

Demo- und Schulungseinrichtung
(Meß-, Steuer- und Regelanlage)

- Lehrwerkstätte vom Elektrolehrling -
bis zum Service-Techniker



Manfred Kamrath GmbH
Henschelring 6, 85551 Kirchheim b. München
Telefon: 0 89 / 90 00 59-0, Telefax: 0 89 / 90 00 59-59
E-Mail: Kamrath.Gebaeude-Service@T-online.de
Internet: www.kamrath.de

Ausbildung von Lehrlingen in unseren Schulungsräumen



Kapitel 1: Hydraulische- und strömungstechnische Grundlagen in der Heizungstechnik

Teil 1.) Was ist Hydraulik.

- 1.1.) Strömungstechnik, Druckverhältnisse und Strömungsgeschwindigkeit
- 1.2.) Anlagenarten: Speicheranlage,- Druckerhöhungsanlage- und Hebeanlage.

Hydraulische Anlagen

Was ist Hydraulik?

Hydros = Wasser

Hydraulik = Wasserkreislauf

System = Pumpe + Anlage

Strömung = Geschwindigkeit + Druck

Reibung = Druckverlust oder Widerstand

verringert den Druck, die Geschwindigkeit bleibt gleich

Massenstromerhaltung = Konstant

Geschwindigkeit wird nicht langsamer!

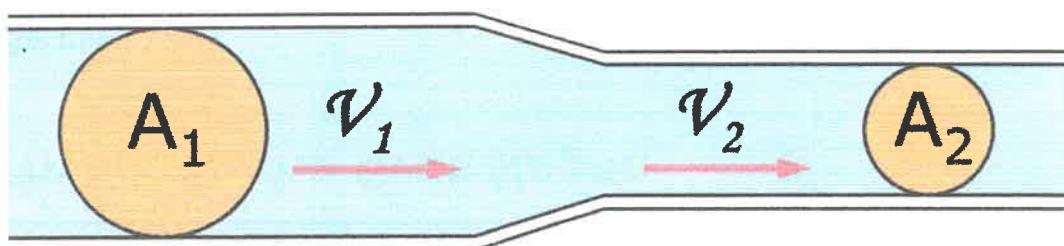
Physikalische Grundlagen

Strömungstechnik

Durchflussgleichung oder
Kontinuitätsgesetz

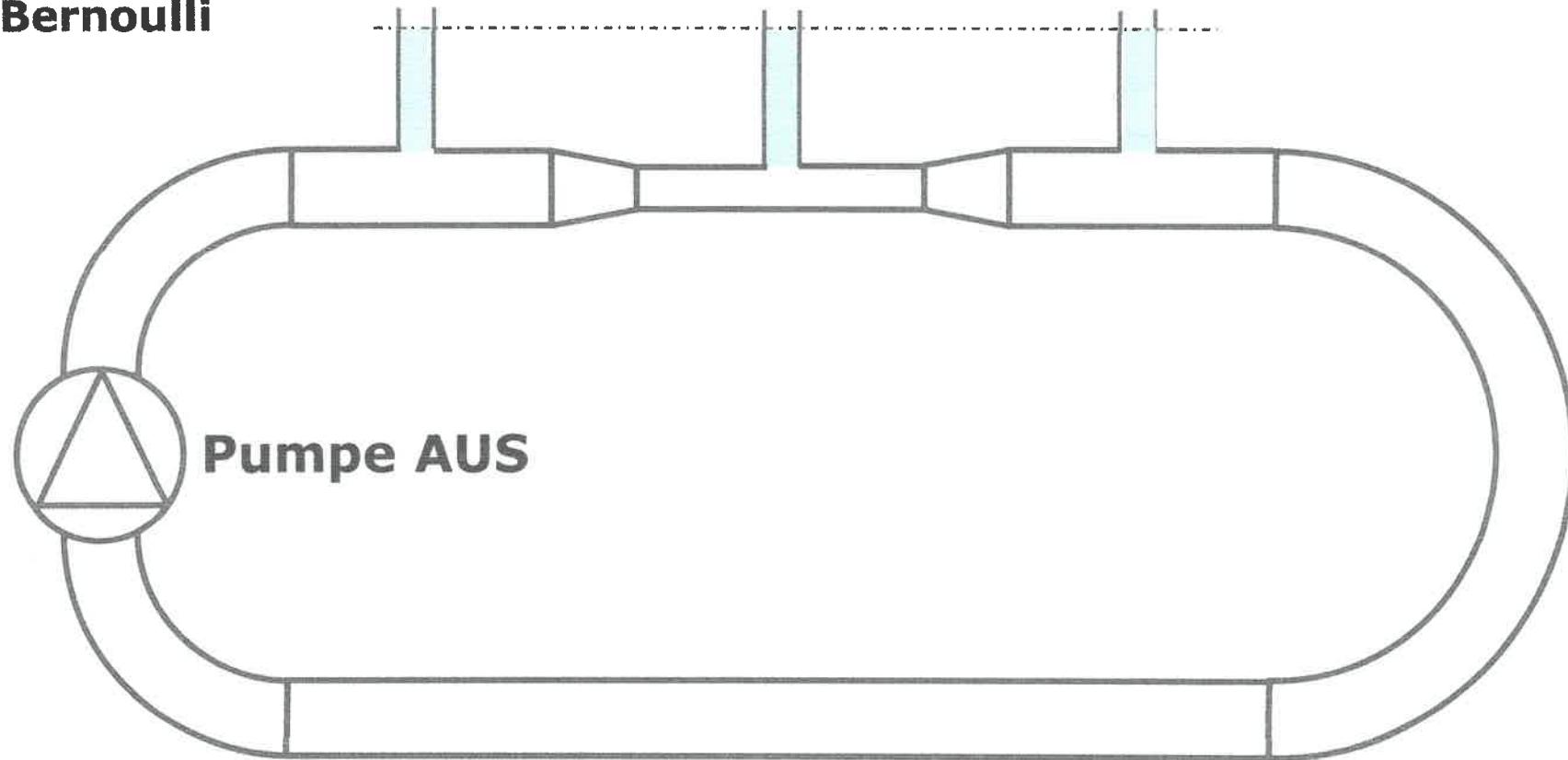
$$\begin{aligned}\dot{V} &= A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \\ \dot{V} &= \text{Konstant}\end{aligned}$$

\dot{V} = Rohrquerschnitt in m^3/h
 v = Strömungsgeschwindigkeit in m/s
 A = lichter Querschnitt in m^2



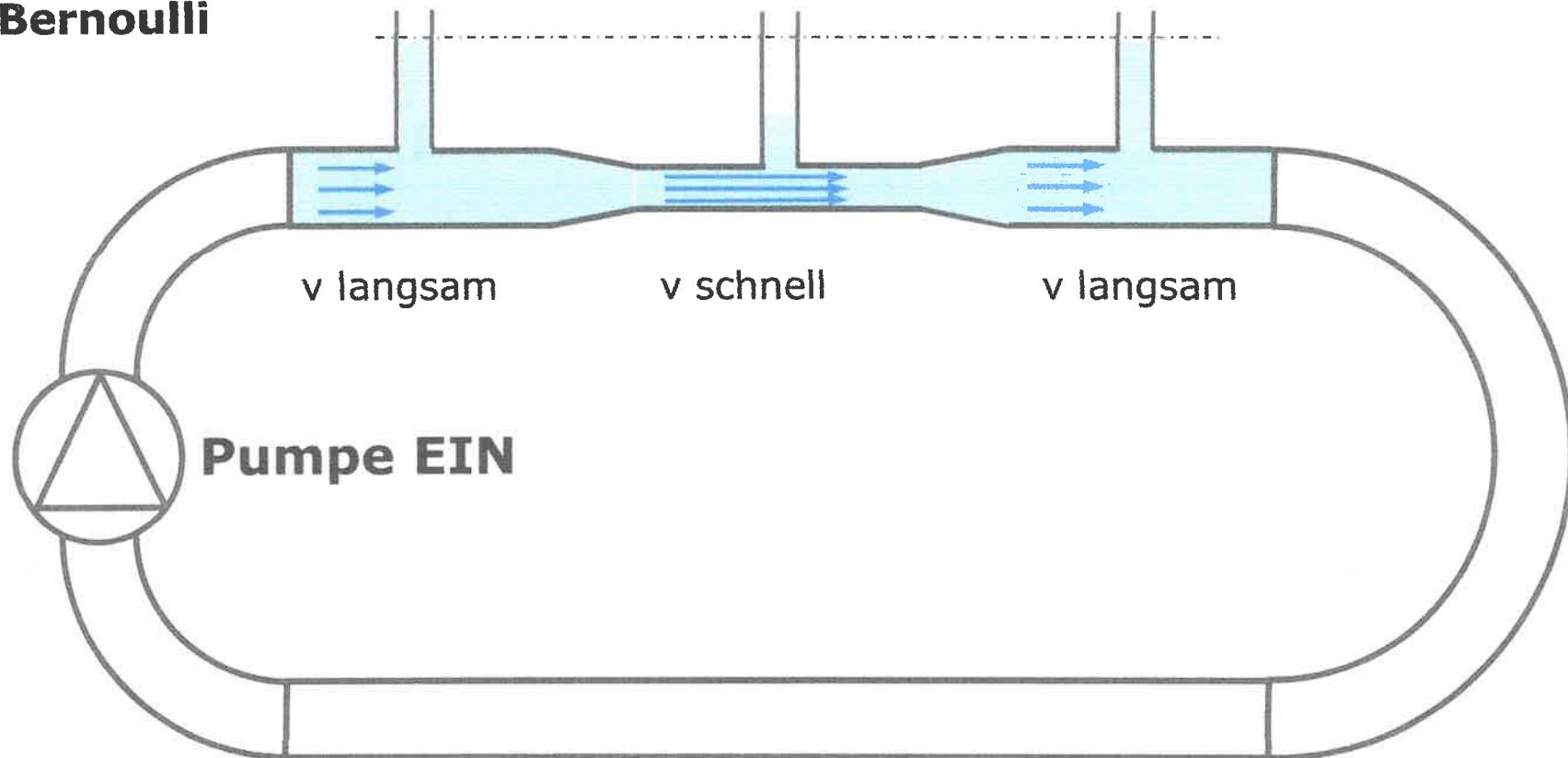
Physikalische Grundlagen

Bernoulli



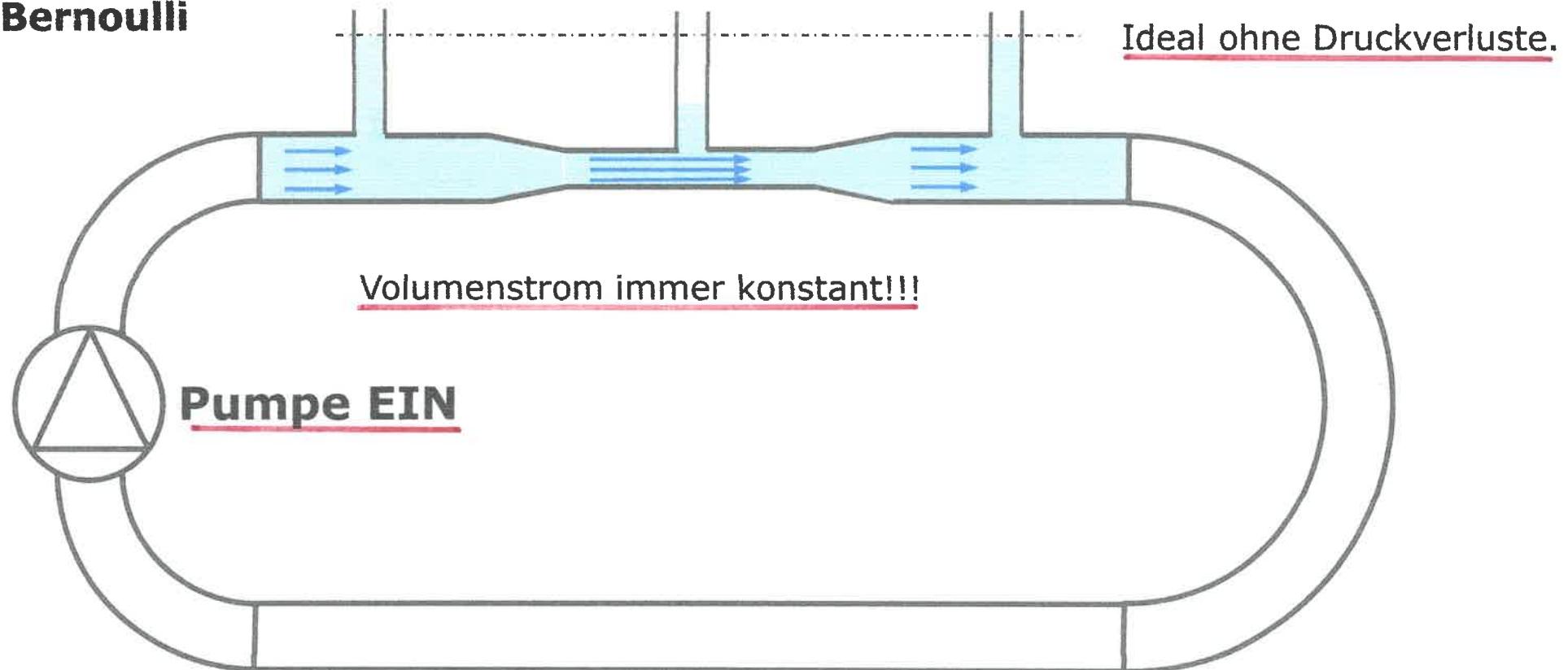
Physikalische Grundlagen

Bernoulli



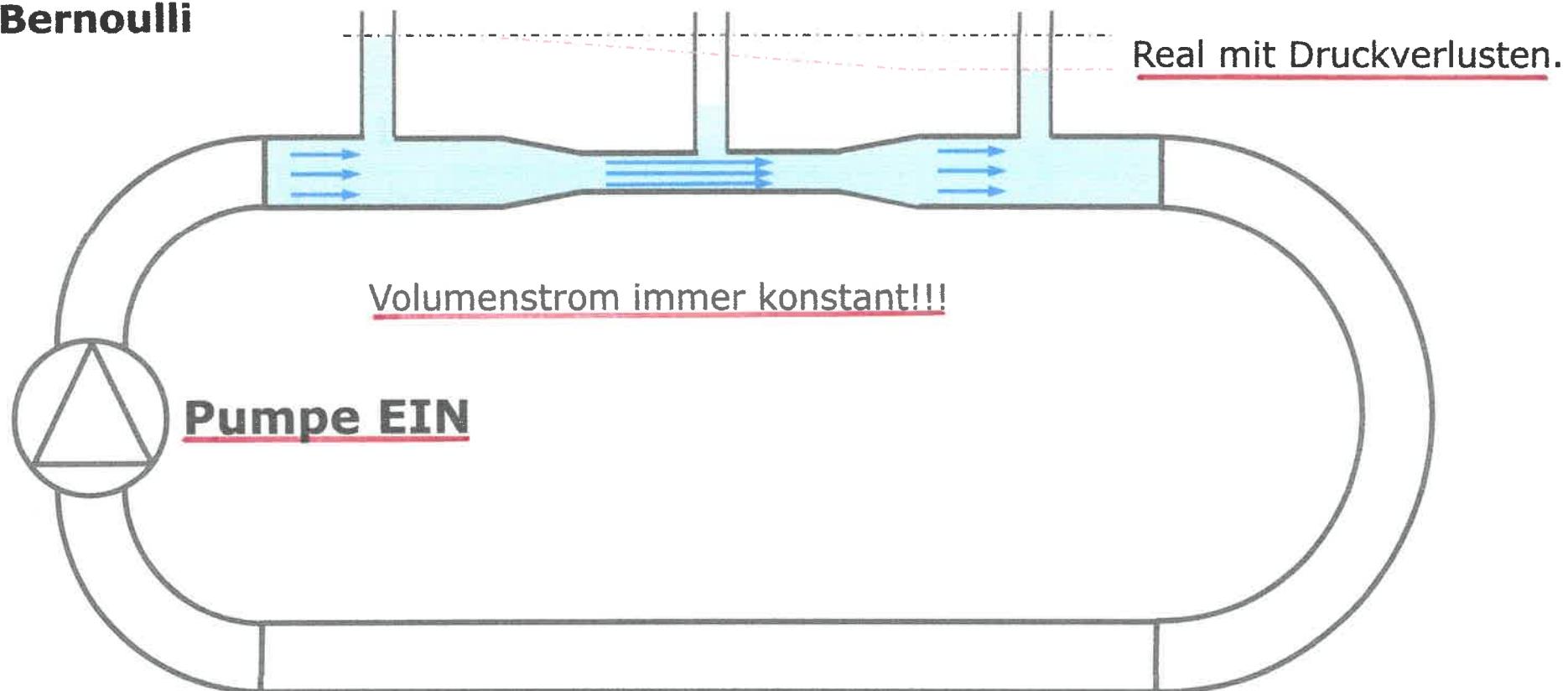
Physikalische Grundlagen

Bernoulli



Physikalische Grundlagen

Bernoulli

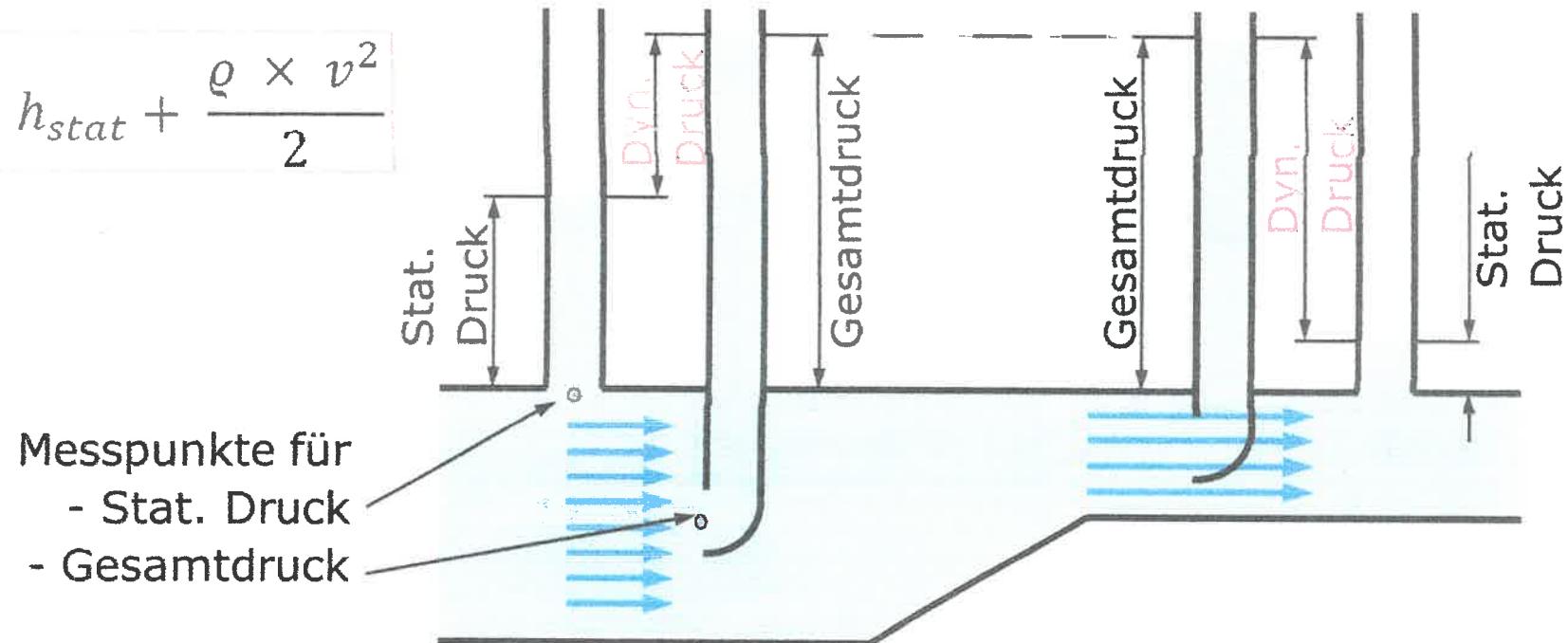


Physikalische Grundlagen

Druckverhältnisse und Strömungsgeschwindigkeit

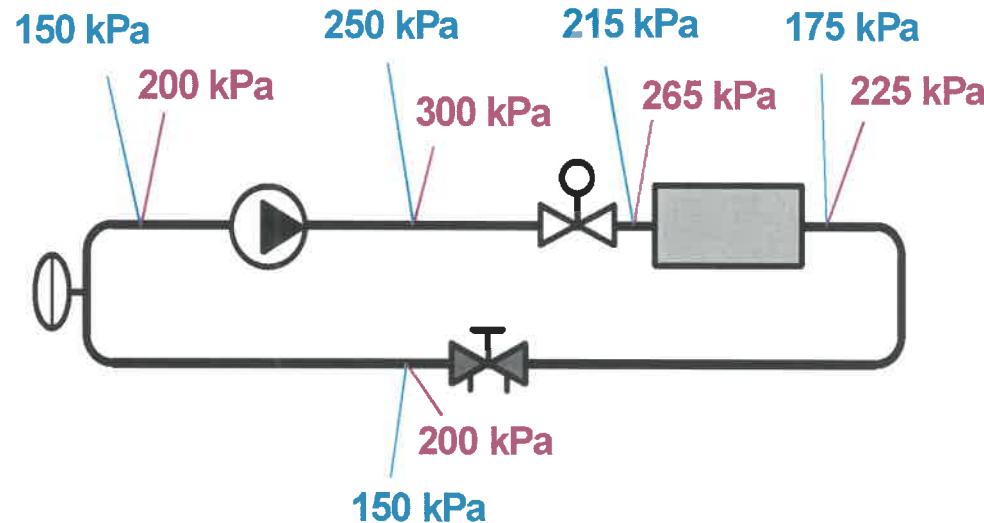
Statischer und dynamischer Druckanteil in einer Strömung

$$p_{ges} = \varrho \times g \times h_{stat} + \frac{\varrho \times v^2}{2}$$



Der Differenzdruck

Der Differenzdruck ist der Unterschied des statischen Druckes zwischen zwei Punkten

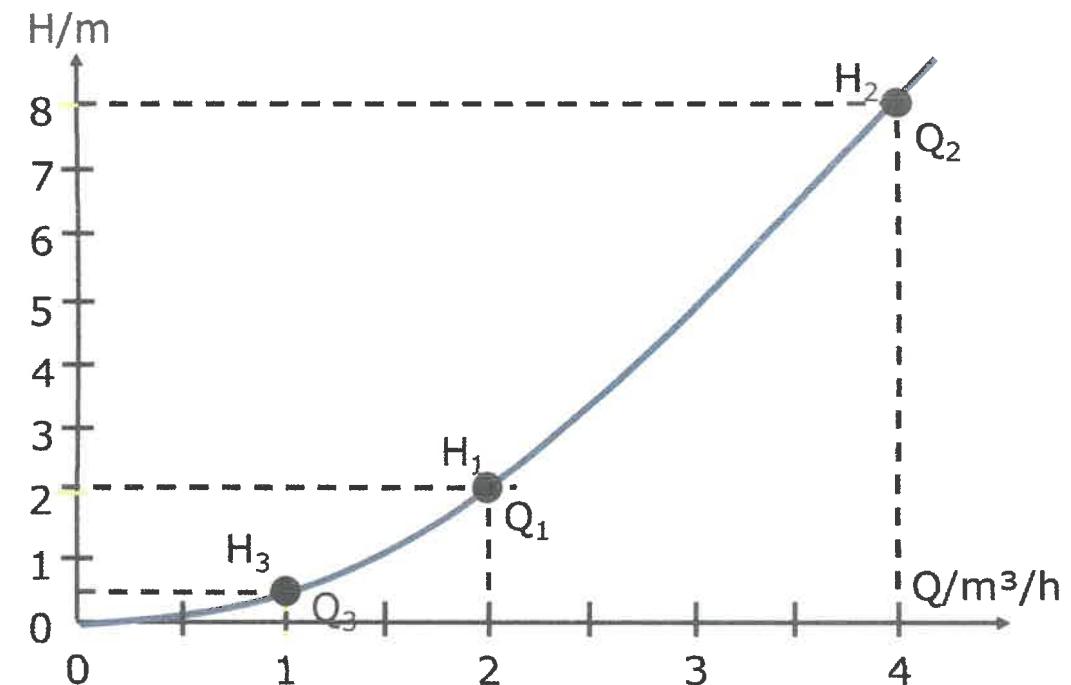
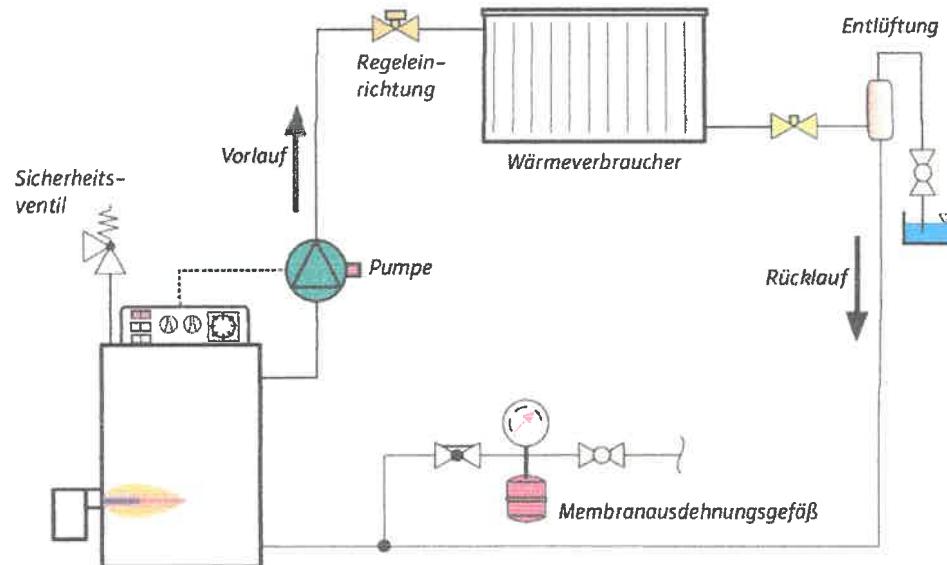


- **In hydraulischen Kreisen ist ausschließlich der Differenzdruck wichtig.**
- **Der Durchfluss durch einen Kreis hängt nur vom Differenzdruck ab.**
- **Pumpen erhöhen den Druck, alle anderen Bauteile vermindern den Druck.**

Hydraulische Anlagen

Umwälzanlage – Heiz-/Kühlsystem

Geschlossenes Heizungssystem



Physikalische Grundlagen

Strömungstechnik

Die Dimensionierung von Rohrquerschnitten bestimmt die Strömungsgeschwindigkeit des Fördermediums im Rohrnetz.

Nachfolgend angeführte Werte sollten nicht überschritten werden:

In Gebäudeinstallationen

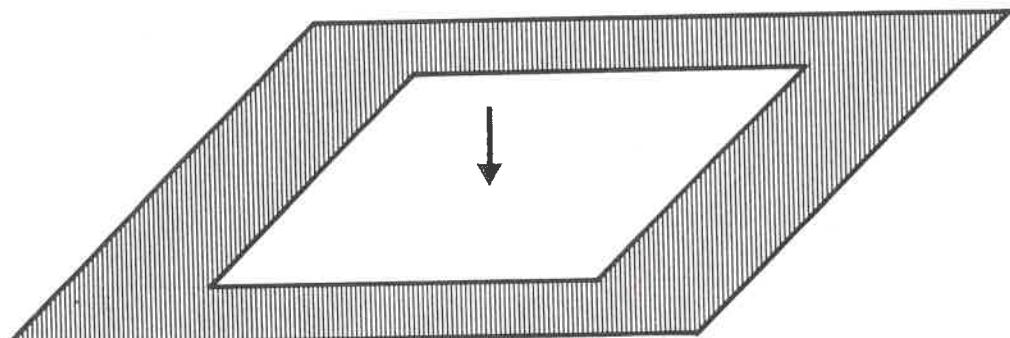
HK-Anbindung, FBH, TWZ	0,3 bis 0,5
Verteilleitung	0,5 bis 1,0
Bis Rp 1¼ bzw. DN 32	bis 1,2
DN 40 und DN 50	bis 1,5
DN 65 und DN 80	bis 1,8
DN 80 und größer	bis 2,0
In Fernheizanlagen	2,5 bis max. 3,5
Trinkwasser und Trinkwarmwasser	1,0 bis 2,0

Freispiegelentwässerung

Waagerechte Rohrleitung	$v_{min} = 0,7$ bis 1,0
Senkrechte Rohrleitung	$v_{min} = 1,0$ bis 1,5
Dükerleitung	$v_{min} = 2,0$ bis 3,0

Druckverhältnisse: $1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar} = 1000 \text{ kPa}$; $1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa} = 1000 \text{ mbar}$; $10 \text{ kPa} = 100 \text{ mbar}$;

	N/m^2 = Pa	bar	mbar = hPa	μbar	mm WS	kp/cm^2 = at	Torr	atm
1 N/m^2 = 1 Pa	1	0,00001	0,01	10	0,102	0,0000102	0,0075	0,00000987
1 bar	100.000	1	1.000	1.000.000	10.200	1,02	750	0,987
1 mbar = hPa	100	0,001	1	1.000	10,2	0,00102	0,75	0,000987
$1 \mu\text{bar}$	0,1	0,000001	0,001	1	0,0102	0,00000102	0,00075	0,00000987
1 mm WS	9,81	0,0000981	0,0981	98,1	1	0,0001	0,07355	0,0000968
1 kg/cm^2 = 1 at	98.100	0,981	981	981.000	10.000	1	735,5	0,968
1 Torr	133,3	0,001333	1,333	1.333	13,6	0,00136	1	0,00132
1 atm	101.300	1,013	1.013	1.013.000	10.330	1,033	760	1



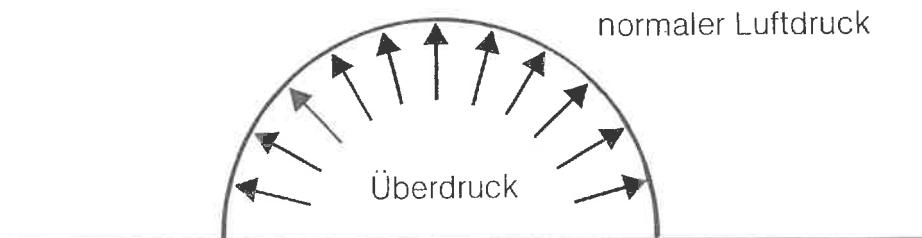
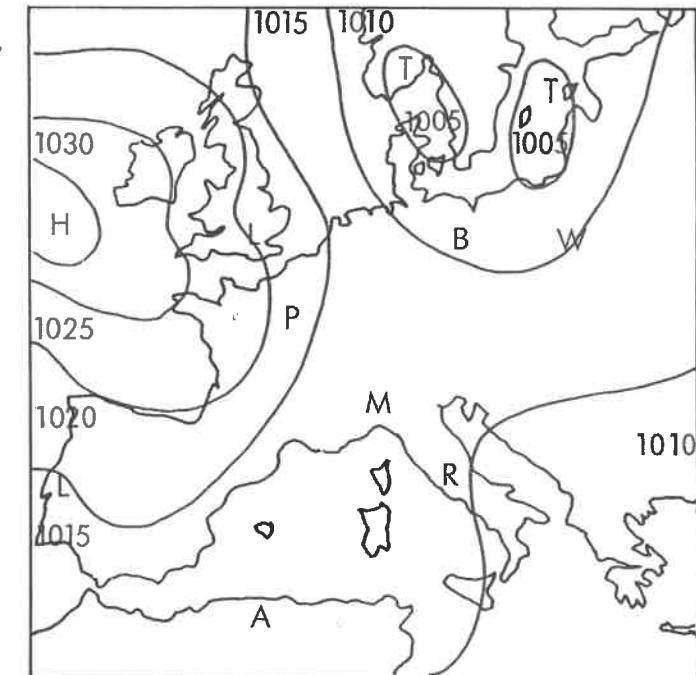
Der Druck, den ein m^2 Papier von 100 g/m^2 Gewicht auf die Unterlage ausübt, entspricht in etwa $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

In Wetterkarten wird der Luftdruck 1010 mbar angegeben.

Linien mit gleichem Luftdruck sind Isobaren

Hoher Luftdruck bedeutet allgemein gutes Wetter = Hoch

Niedriger Luftdruck bedeutet allgemein schlechtes Wetter = Tief.



Traglufthallen werden durch den Überdruck im Halleninneren getragen. Es genügt ein sehr geringer, nicht fühlbarer Überdruck. Die Druckdifferenz zwischen außen und innen ist geringer als die Luftdruckdifferenz zwischen Erdgeschoß und Obergeschoß eines Hochhauses.

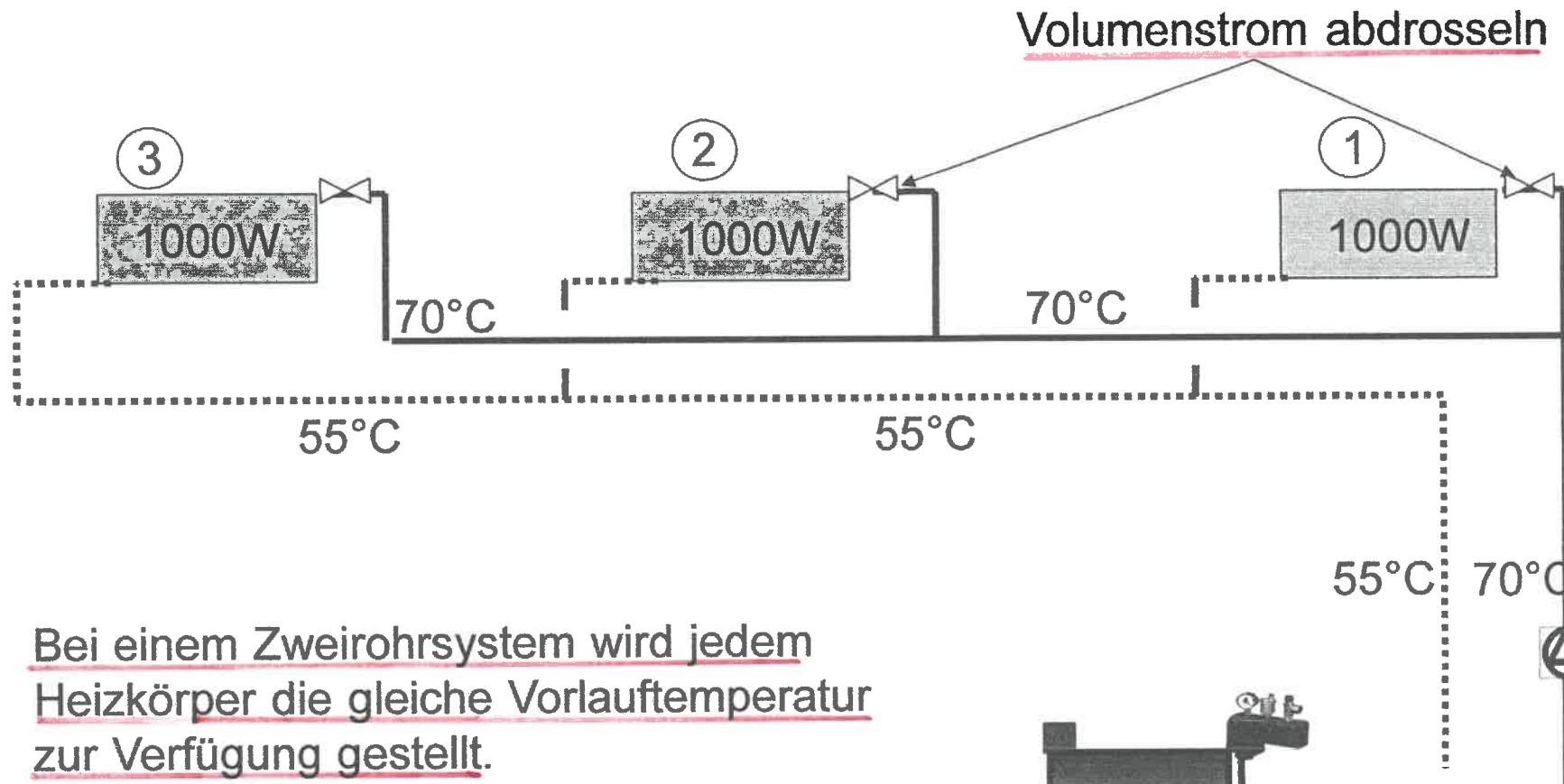
Kapitel 1: Hydraulische- und strömungstechnische Grundlagen in der Heizungstechnik

Teil 2.) Rohrnetzarten.

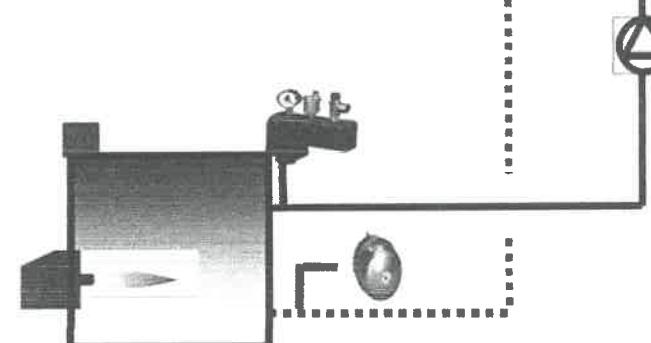
- 2.1.) Geschlossene 2-Rohrheizung.
- 2.2.) Rohrnetz in Tichelmann.
- 2.3.) Schematische Darstellung von Einrohrheizungen. (Siehe auch Teil 11)

Komponenten einer Heizungsanlage

Zweirohrsystem

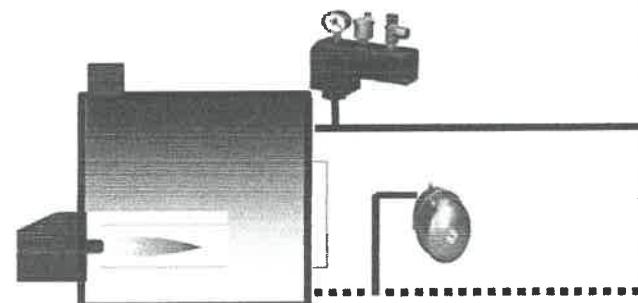
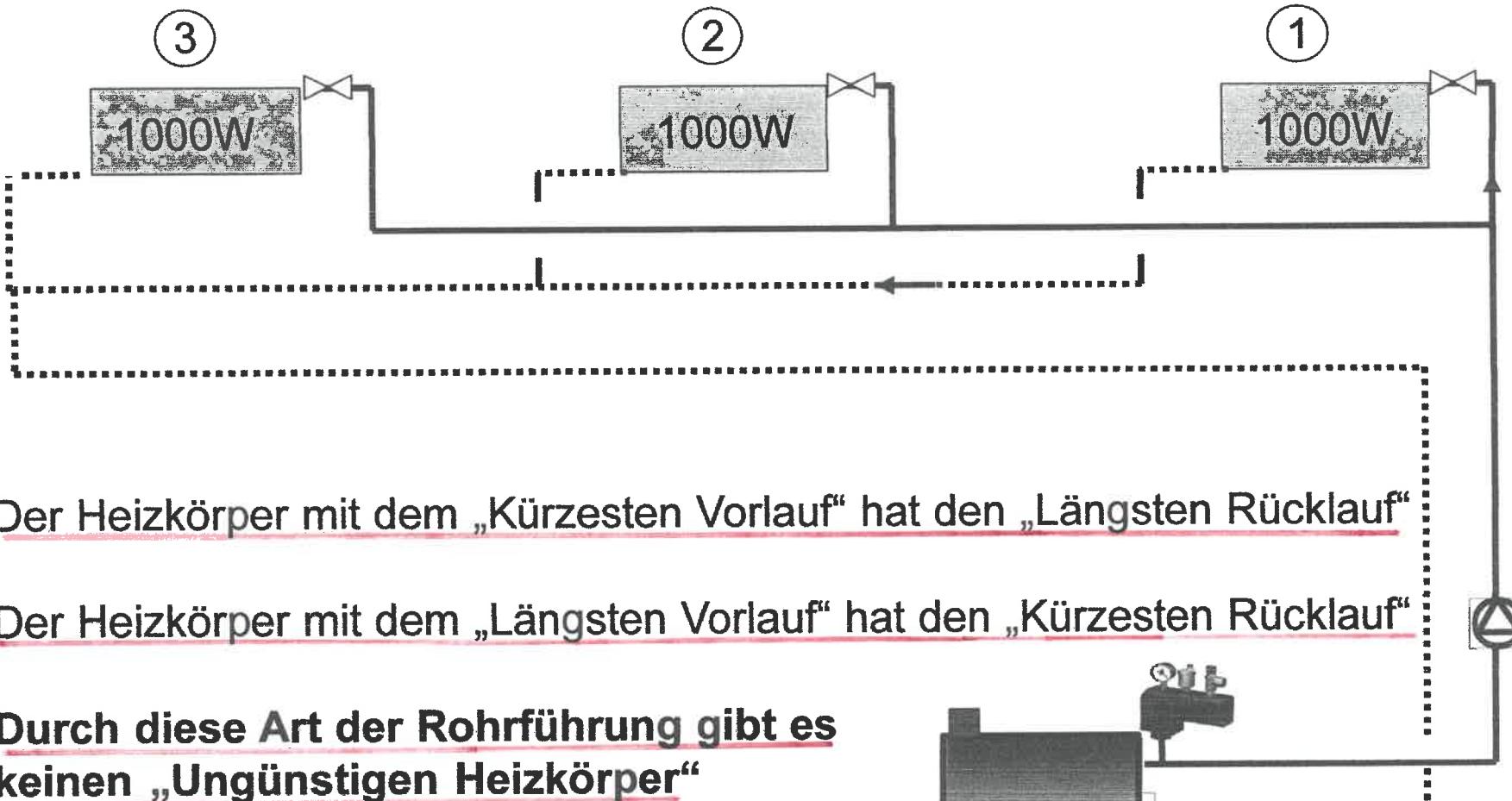


Bei einem Zweirohrsystem wird jedem Heizkörper die gleiche Vorlauftemperatur zur Verfügung gestellt.



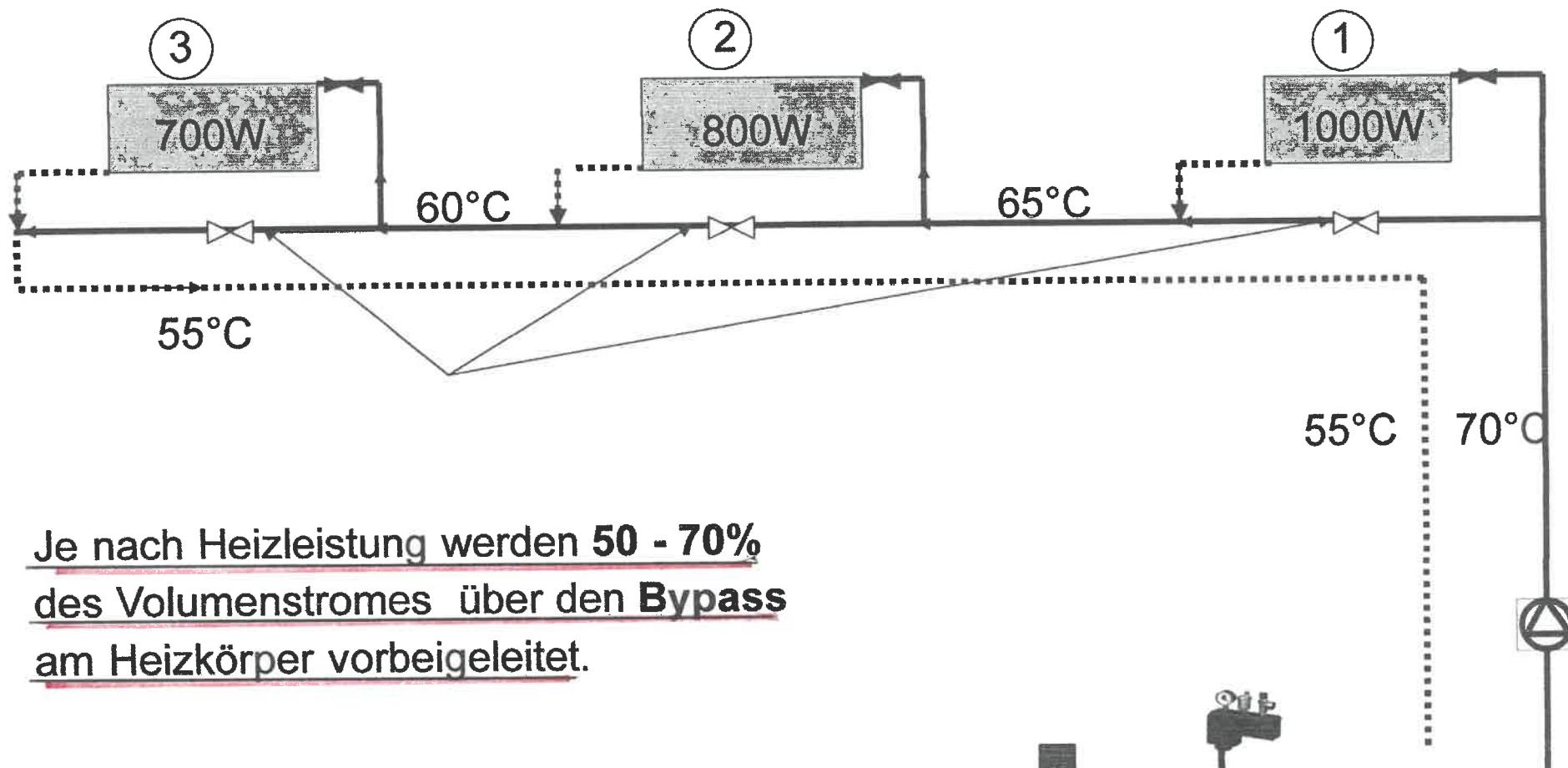
Komponenten einer Heizungsanlage

Tichelmannsystem

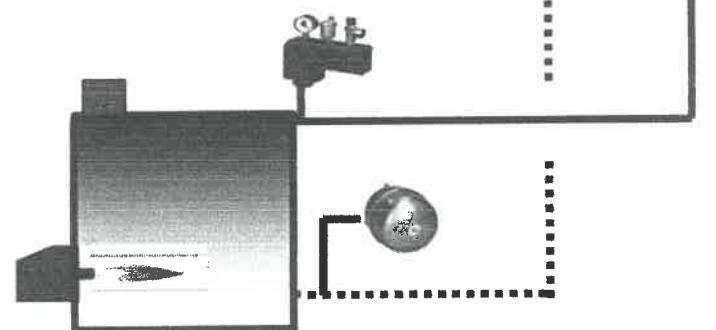


Komponenten einer Heizungsanlage

Einrohrsystem



Je nach Heizleistung werden 50 - 70%
des Volumenstromes über den Bypass
am Heizkörper vorbeigeleitet.



Kapitel 2: Ausfall von Heizungsanlagen.

Teil 3.) Durch Schmutz,- Luft,- Kalk,- Korrosion und fehlendem Wasser bzw. Druck.

3.1.) Problemlösungen durch das Reinigen der Schmutzfänger, Armaturen, Wärmeübertrager etc.

3.2.) Mechanisches Tätigkeiten wie Entlüften der Anlage, Prüfung der Druckhaltung ggf. Stickstoff und/oder fehlendes Wasser in die Heizung nachfüllen, Prüfung der Wasseraufbereitungsanlage, etc.

3.3.) Automatischen Druckhaltung über einen Kompressor oder einer Pumpe sowie der Entgasung und Nachfüllstation.



Pumpenausfälle in Heizungsanlagen

Rückmeldungen aus der Wilo-Qualitätsanalyse

Kalkausfällung

- Schadensart:

- Rotor blockiert
 - Wicklung ist heiß geworden

- Schadensursache:

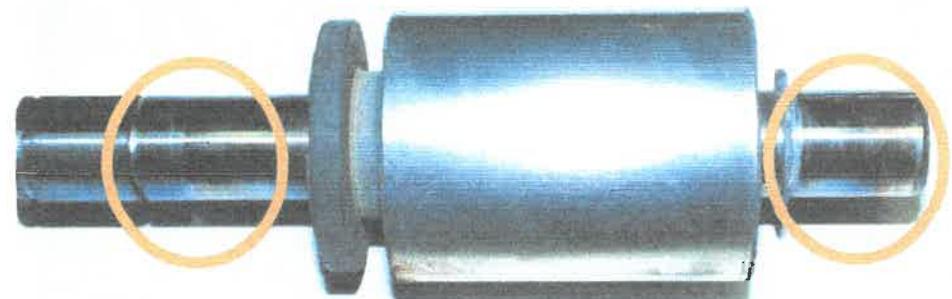
- Systembedingte Steinbildung (Kalkausfällungen) verursachten ein Blockieren des Rotors im Spalttopf und im Radiallager.
 - Die Ursache ist entweder eine zu hohe Karbonathärte des Füllwassers oder ein zu hoher Frischwasseranteil in System(VDI 2035 Blatt 1)



Trockenlauf

- Schadensart:
 - Rotorwelle beidseitig angelaufen

- Schadensursache:
 - Der starke Blaulauf der Rotorwelle deutet auf Reibungstemperaturen von über 240°C durch eine nicht ausreichende Durchspülung der Pumpe hin.



Korrosion

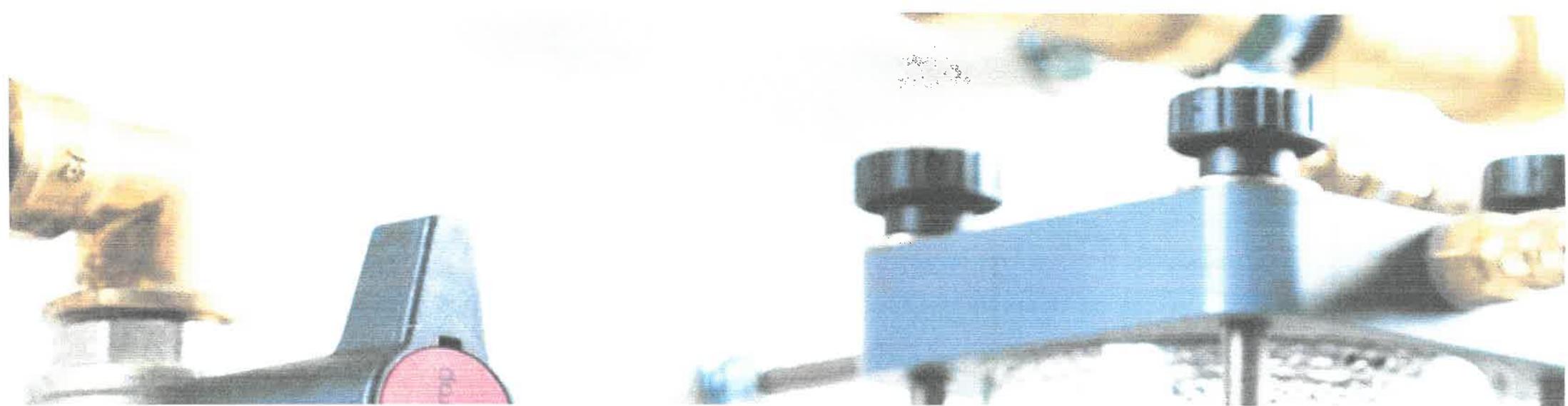
- Schadensart:
 - Starke Geräusche
- Schadensursache:
 - Korrosionsprodukte aus dem System, die durch ständigen Sauerstoffeintritt entstanden sind, verursachten einen Lagerschaden und eine thermische Überlastung der Motorwicklung verursachte.



Fremdkörper

- Schadensart:
 - Fremdkörper sitzen im Laufrad
 - Lagerschaden
 - Motorwicklung überlastet
- Schadensursache:
 - Fremdkörper sowie Korrosionsprodukte aus dem System, die durch **ständigen Sauerstoffeintritt** entstanden sind, verursachten einen Lagerschaden.



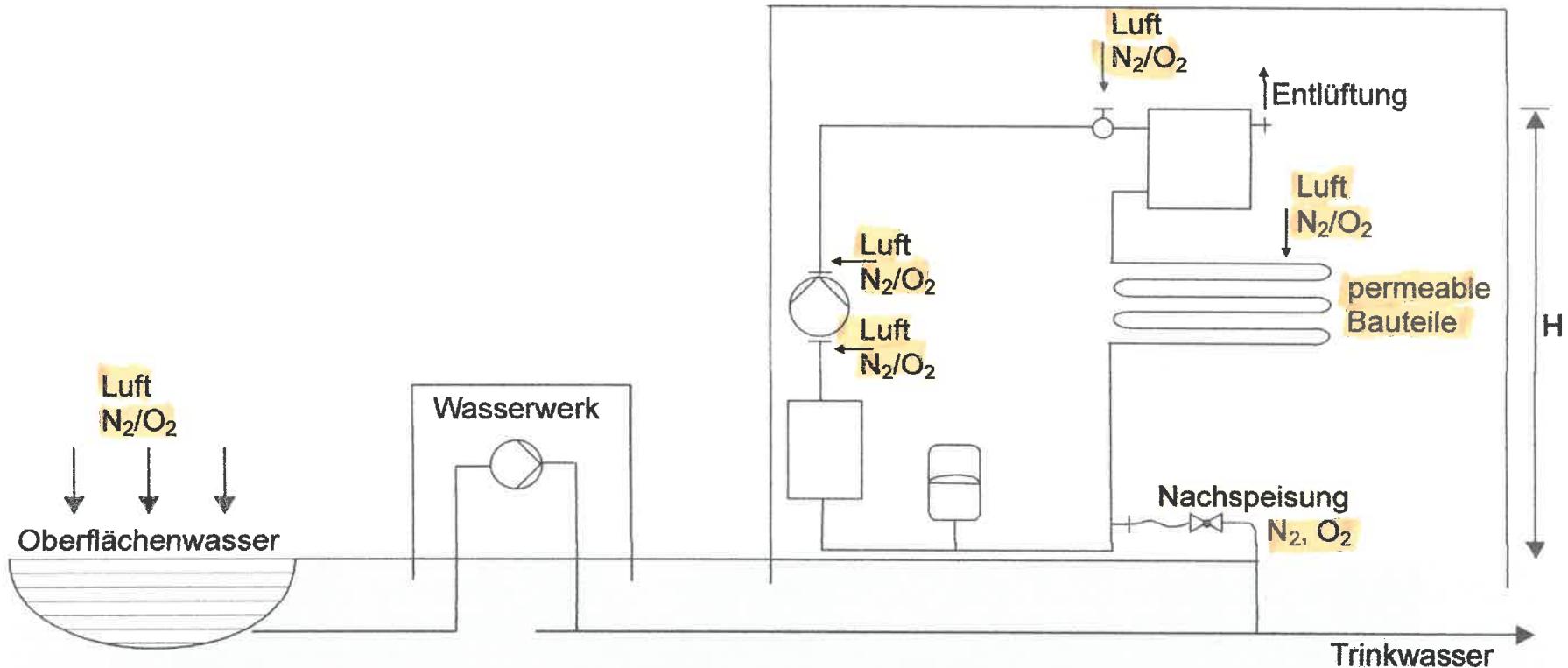


Entlüftung und Druckhaltung

Wilo-Brain Tipps und Tricks

manfred-kamrath@t-online.de

Wie gelangen Gase in geschlossene Flüssigkeitskreisläufe?

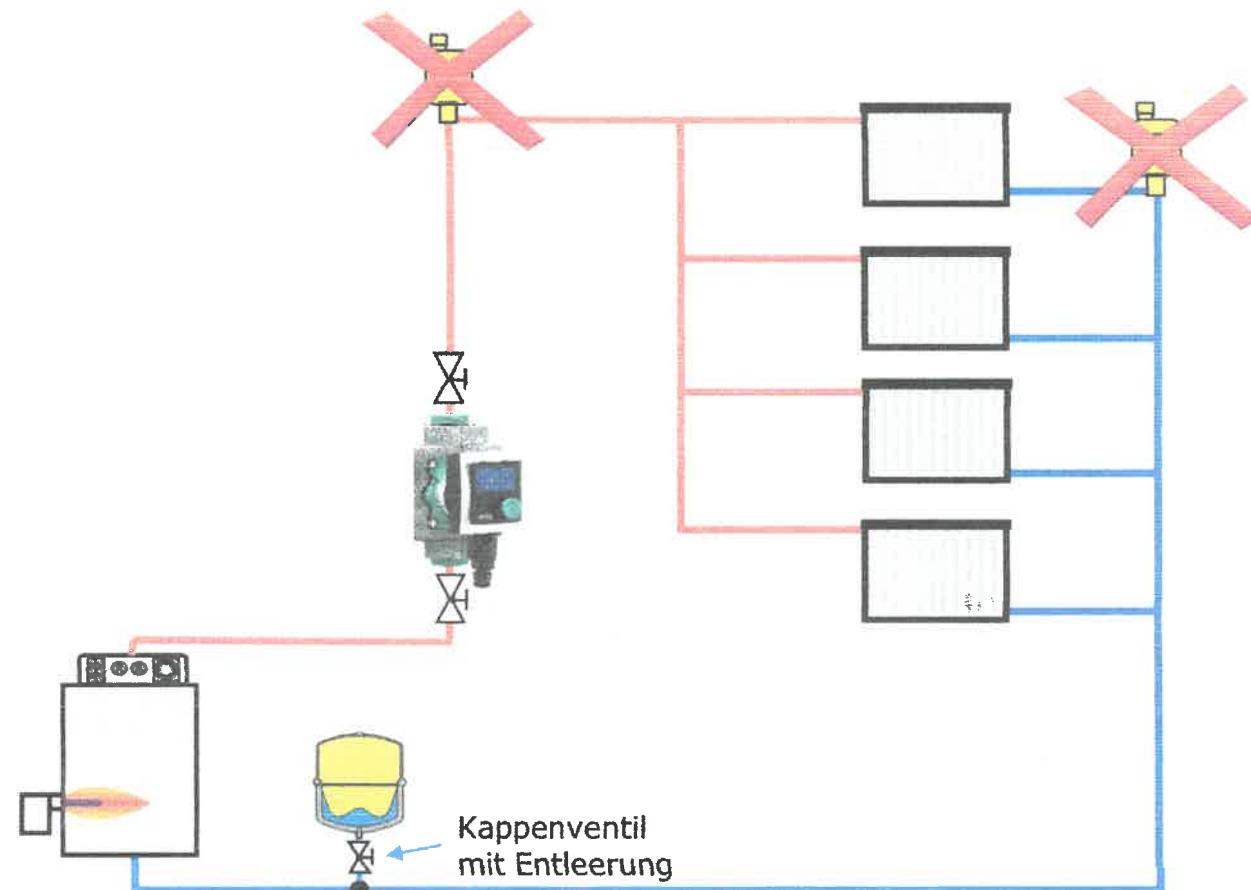


Lufthaushalt einer Heizungsanlage

„Einziehen“ von Luft bei nicht funktionierender Druckhaltung

Nicht selten wird Luft direkt durch Unterschreitung des Mindestbetriebsdruckes ins Anlagensystem „ingesogen“. Deshalb ist bei Luftproblemen stets zuerst die exakte Funktion und Einstellung der Druckhaltung zu überprüfen. Die neue VDI 2035 Bl. 2 nimmt zu diesem Thema ausführlich Stellung.

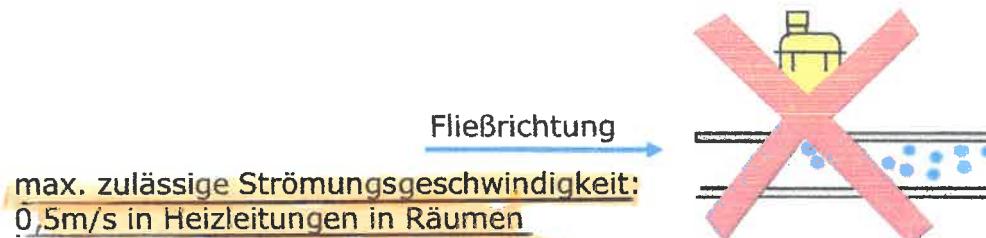
Entlüftung von Heizungsanlagen



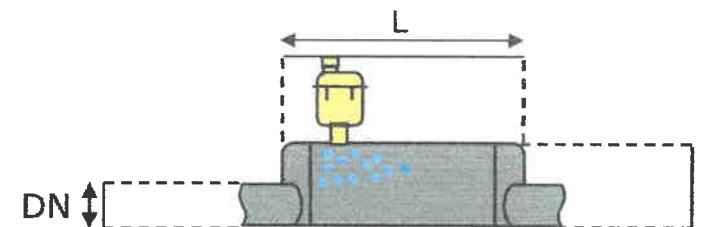
Schnellentlüfter

Hinweis

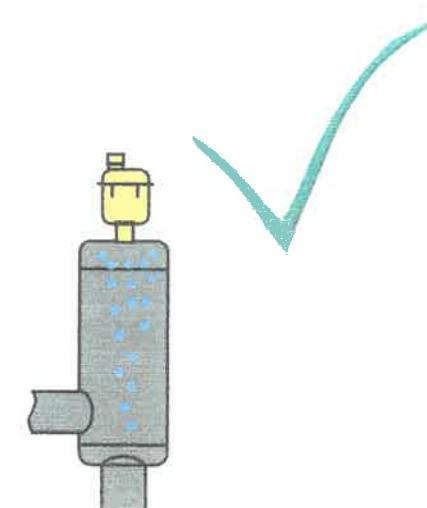
- Schnellentlüfter funktionieren nur an Luft-Sammelstellen bei richtigem Systemdruck und werden bei Unterdruck zu Schnellbelüftern



Wichtig!
Keine Entlüftung bei
Wassergeschwindigkeiten
 $>0,1\text{m/sec}$

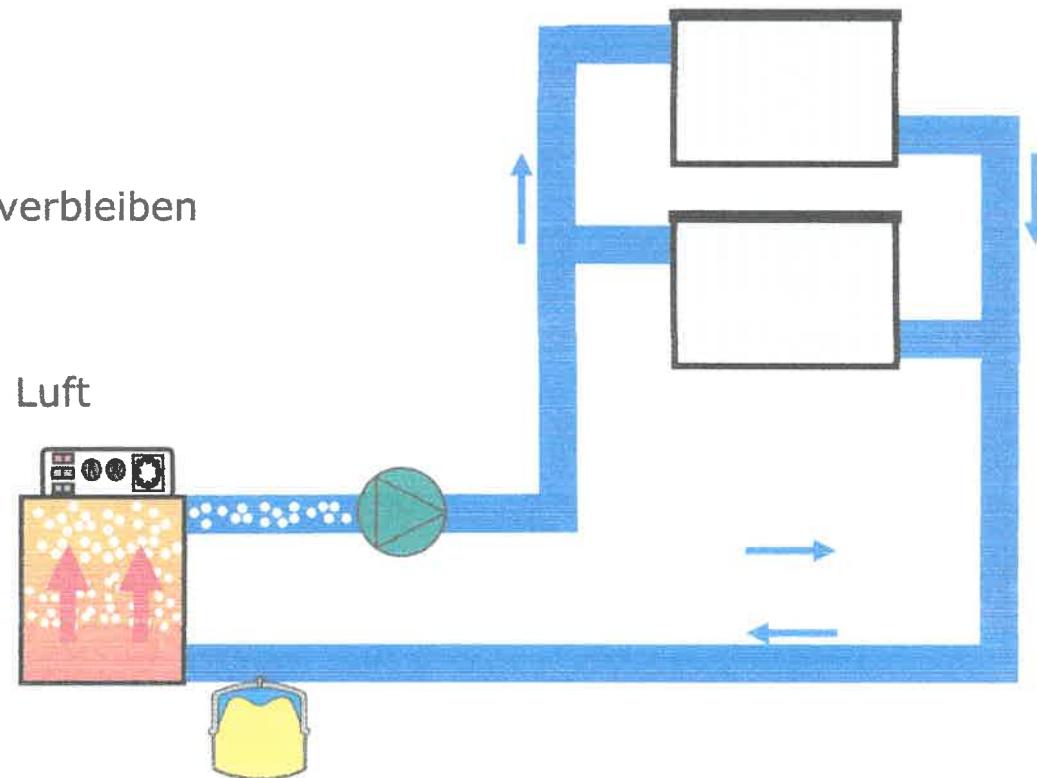


$$DN_2 = 3 \times DN$$
$$L = 9 \times DN$$

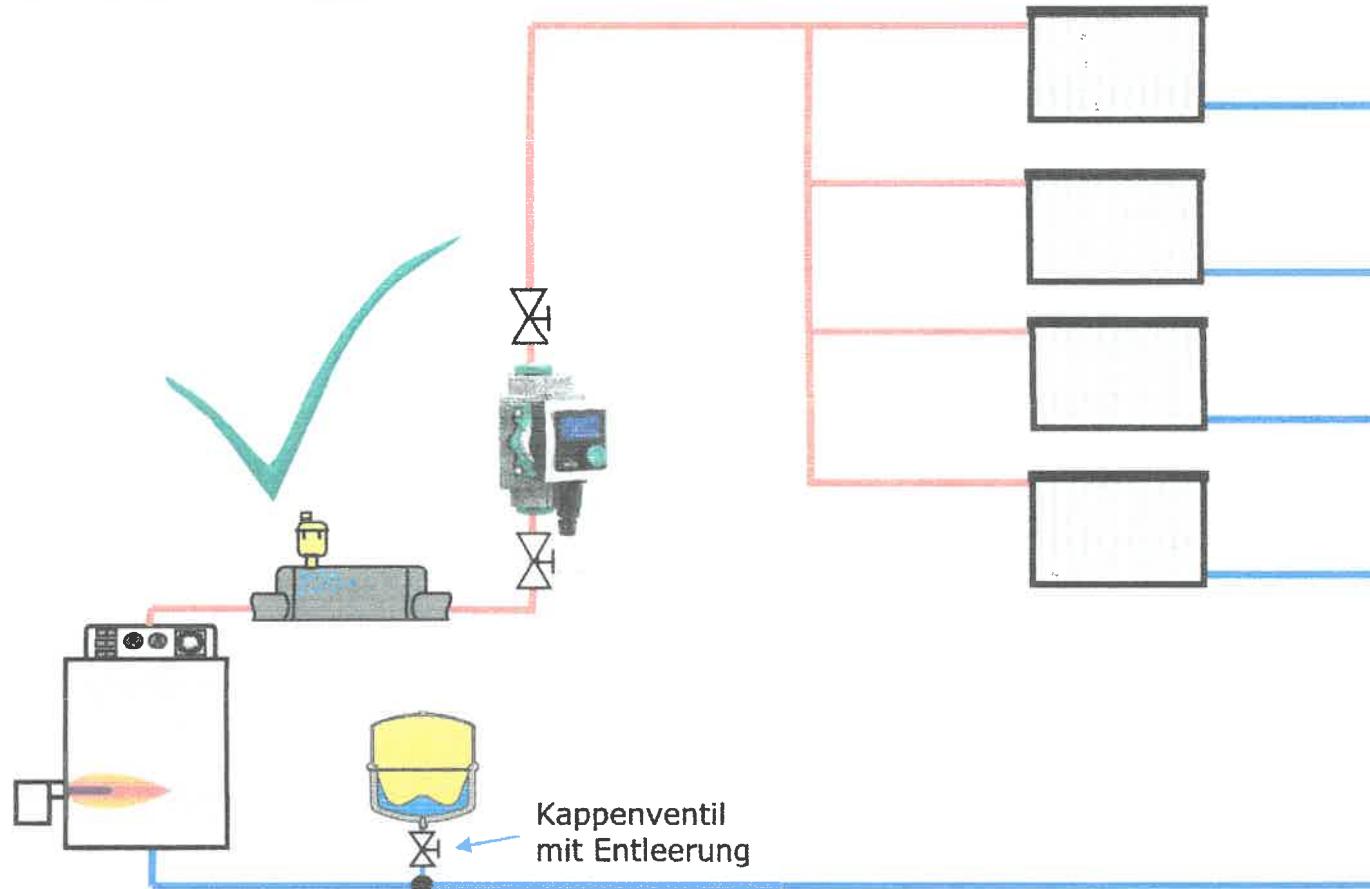


Einbauort Mikroblasenabscheider

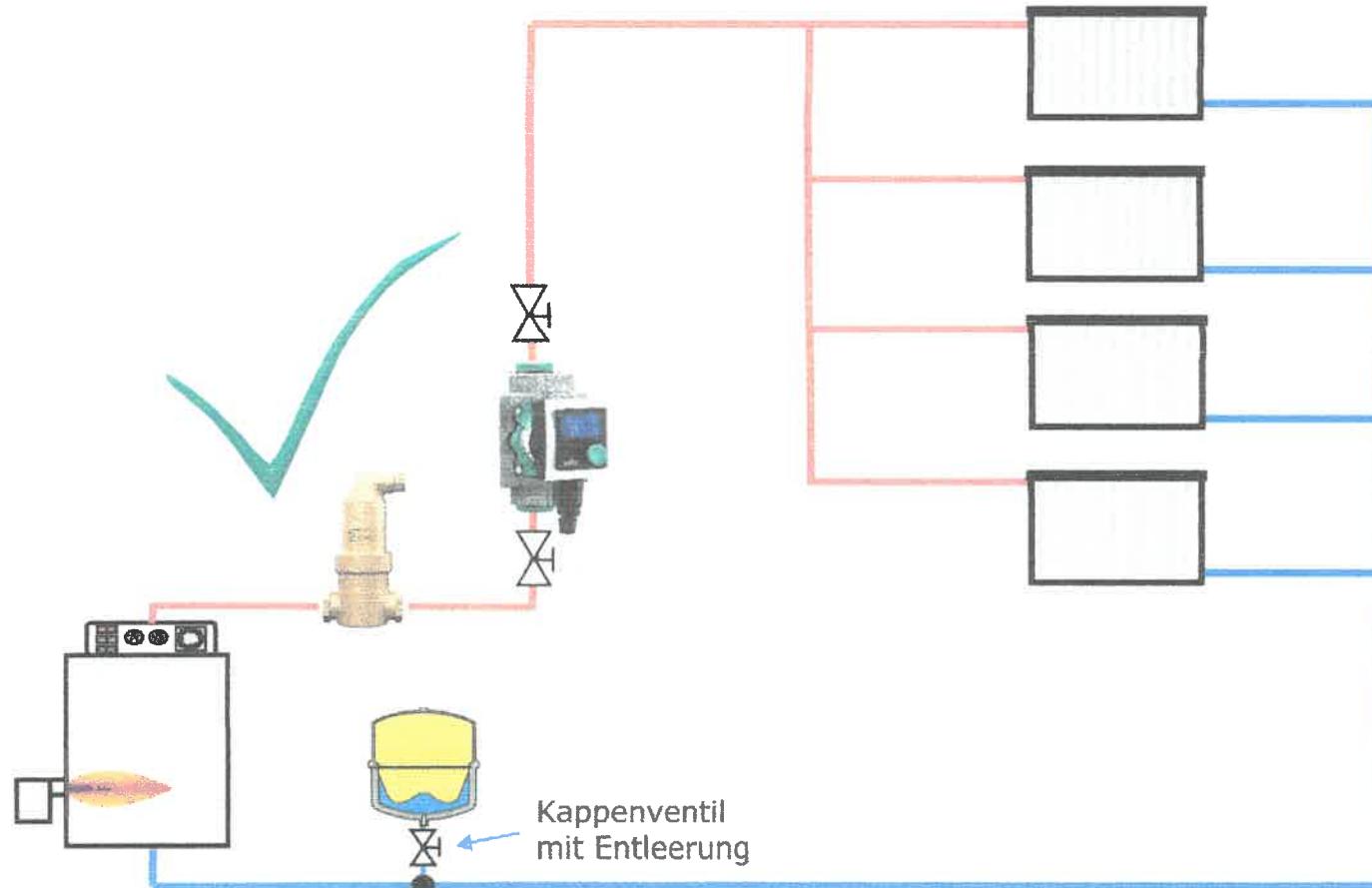
- Freie Luft und große Luftblasen
- Mikroblasen, je kleiner, um so stärker verbleiben Mikroblasen in der Strömung
- Unsichtbare im Anlagenwasser gelöste Luft



Entlüftung von Heizungsanlagen



Entlüftung von Heizungsanlagen



Schwerkraftbremse

Funktion

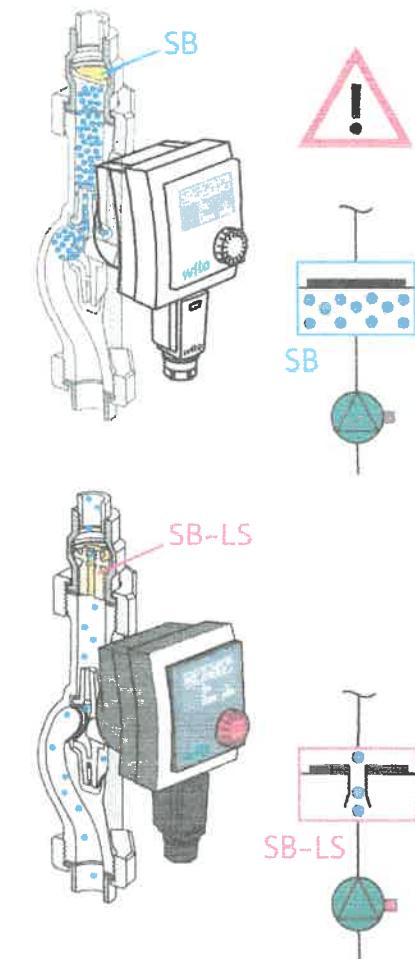
- Vermeidung der Schwerkraftzirkulation bei abgeschalteter Pumpe

Hinweis

- Unter der Schwerkraftbremse (SB) ohne Luftsleuse sammelt sich Luft, das führt zu Heizungsstörungen und Pumpenausfall

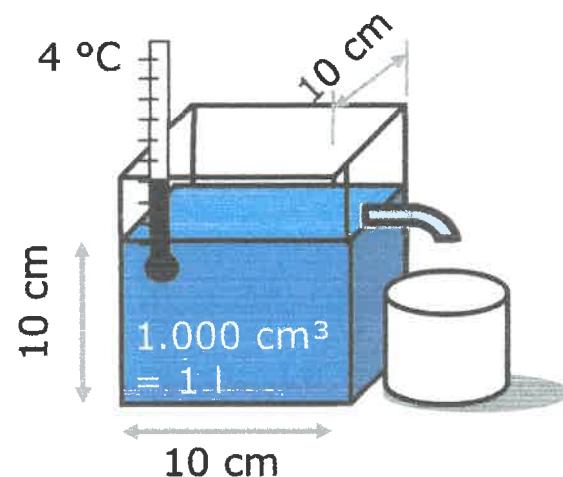
Tipps und Tricks

- Die Schwerkraftbremse (SB-LS) mit Luftsleuse auf der Pumpen-Druckseite installieren und damit Luftansammlungen in der Umlözpumpe vermeiden

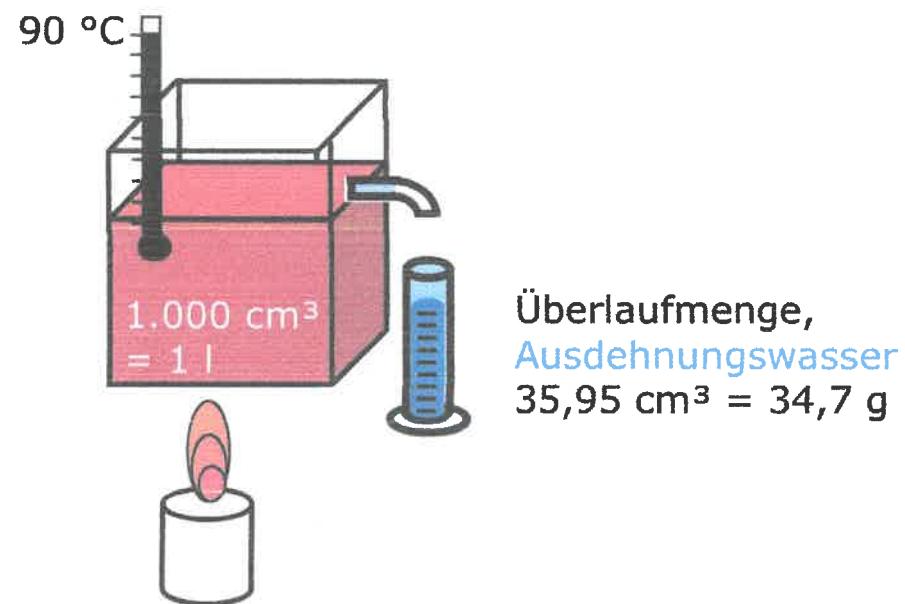


Membranausdehnungsgefäß (MAG) und das Gesetz von Henry

**Wasserwürfel von 1000 cm^3
enthält bei 4°C = 1000 g**



**1000 cm³ Wasser
von 90°C = 965,3 g**



Aufgaben der Druckhaltesysteme

...fast am Anfang war das **MAG** (Membrandruckausdehnungsgefäß)

Man findet es in vielen Heiz- und Kühl anlagen.

Aber warum ?



Druckhaltung: Bestimmung Gefäßgröße (MAG) überschlägich

Beispiel.

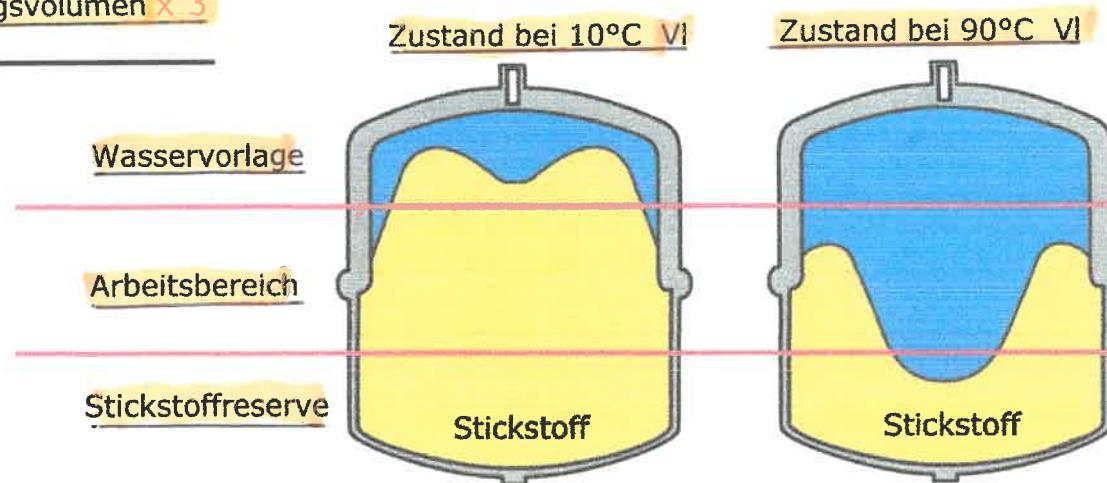
Heizungswasserinhalt: 300l

Ausdehnungsvolumen
pro Liter: 0,035l

Ausdehnungsvolumen: 10,5l

Gefäßvolumen = Ausdehnungsvolumen \times 3
= 31,5l

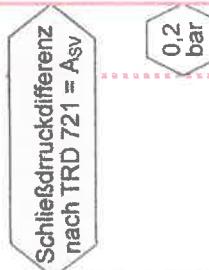
Gefäß: 35l/x (Vordruck)



Drücke in der Heizungsanlage

p_{sv} Sicherheitsventilansprechdruck

PAZ + = DBmax Druckbegrenzer
nach DIN EN 12828



Der zulässige Betriebsüberdruck darf an keiner Stelle des Anlagen- systems überschritten werden.

DBmax erforderlich falls Kesseleinzel- leistung ≥ 300 kW

p_e (fin) Enddruck

Druck in der Anlage bei der höchsten Temperatur

Ruhedruckbereich = Sollwert der Druckhaltung zwischen p_a und p_e

p_F (fin) Fülldruck

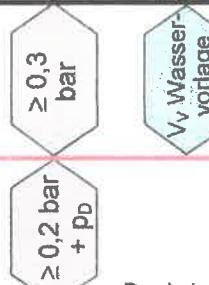
Druck in der Anlage bei Fülltemperatur

p_a (ini) Anfangsdruck

Druck in der Anlage bei der tiefsten Temperatur

p_0 Mindestbetriebsdruck

= Vordruck bei MAG
PAZ - = DBmin Mindestdruckbegrenzer bei Heißwasser n. DIN EN 12953-6



Mindestdruck zur Vermeidung von Unterdruckbildung, Verdampfung und Kavitation

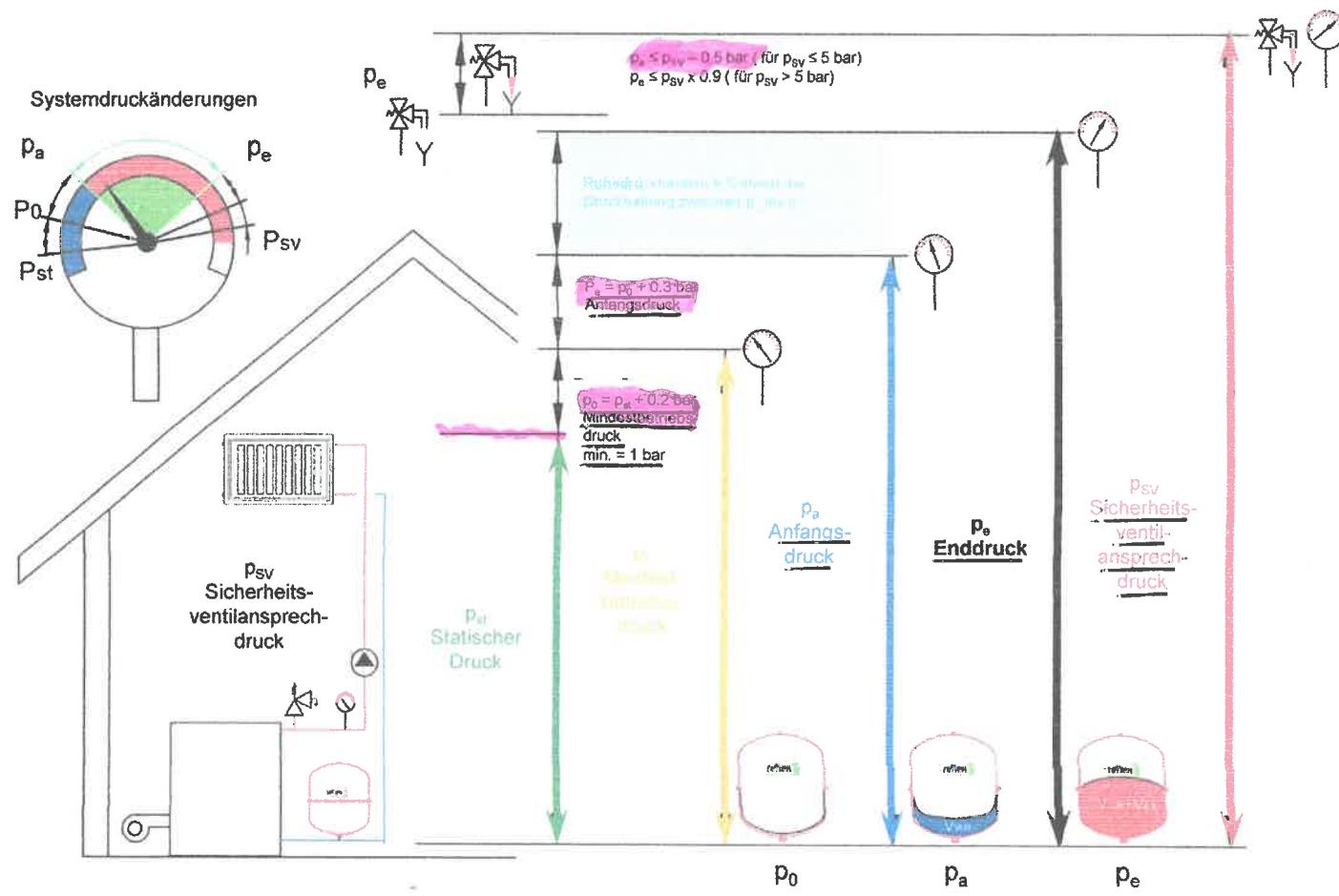
Wasservorlage V_v zur Deckung systembe- dingter Wasserverluste

p_{st} statischer Druck

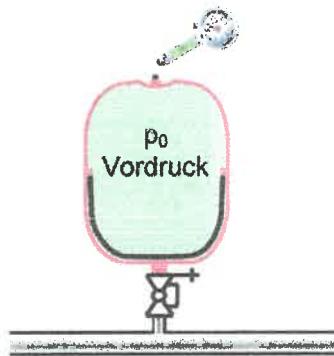
Druck der Flüssigkeitssäule entsprechend der statischen Höhe (H)

DBmin erforderlich falls Heißwasser, d. h. Absicherungs- temperatur $> 110^\circ\text{C}$
 $p_{D(v)}$ = Verdampfungsdr.

Drücke in der Heizungsanlage



1 Vordruck einstellen

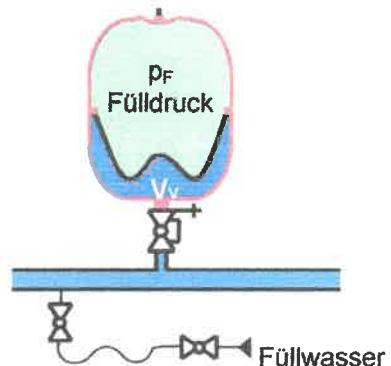


Der **Gasvordruck** p_0 ist auf die örtlichen Verhältnisse abzustimmen und auf dem Typenschild einzutragen.

Vordruck

$p_0 \geq$ statischer Druck
+ 0,2 bar
+ Verdampfungsdruck
(bei $t > 100^\circ\text{C}$)
 $p_0 \geq 1$ bar (Empfehlung)

2 Füllen

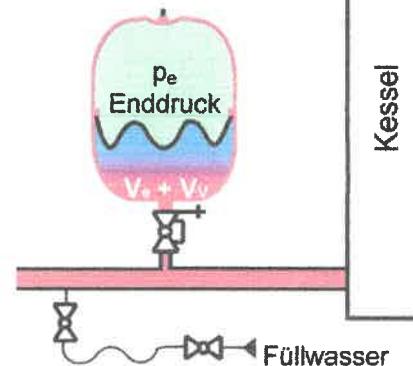
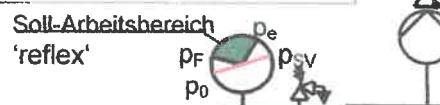


Die **Wasservorlage** V_v wird im kalten Zustand beim Füllen der Anlage eingebracht und über den Fülldruck p_F am wasserseitigen Anlagenmanometer nach der Entlüftung und Entgasung der Anlage im kalten Zustand kontrolliert.

Fülldruck

$p_F \geq p_0 + 0,3$ bar

3 Aufheizen

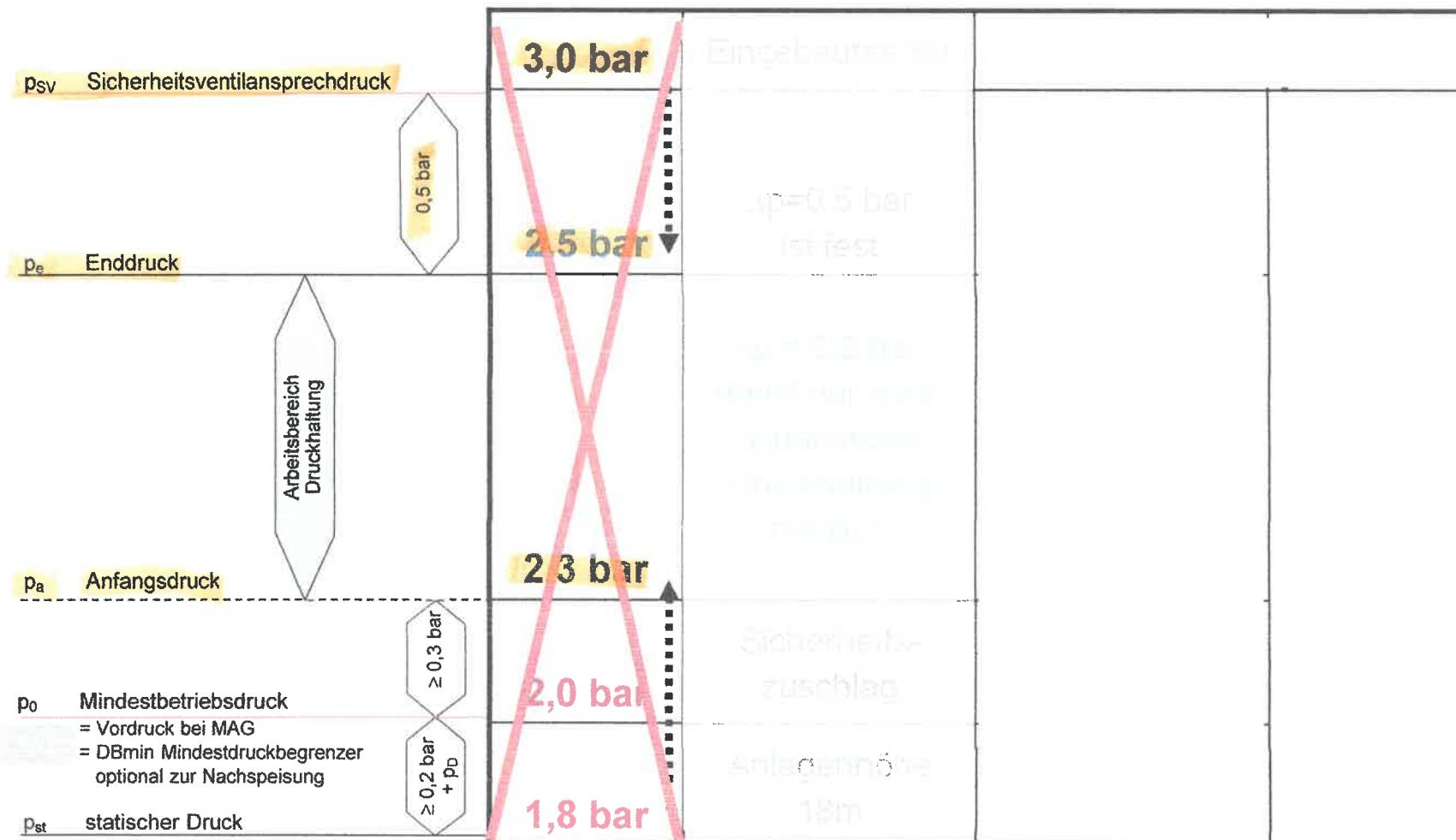


Bei max. Vorlauftemperatur wird die Anlage thermisch ent gast. Die Umwälzpumpen sind auszuschalten und die Anlage zu entlüften. Danach wird Wasser bis auf den **Enddruck** p_e nachgespeist.

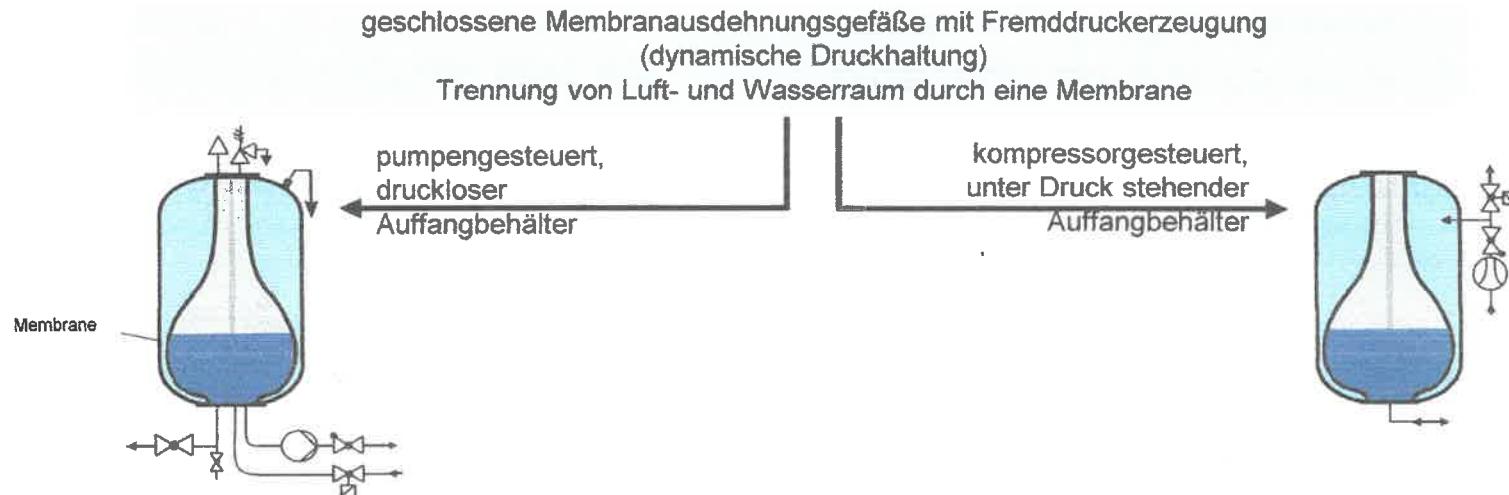
Enddruck

$p_e \leq p_{sv} - 0,5$ bar , für $p_{sv} \leq 5$ bar
 $p_e \leq 0,9 \times p_{sv}$, für $p_{sv} > 5$ bar

Beispielrechnung



Systemvergleich



Aufgrund des geringen Partialdruckgefälles zwischen Gas- und Wasserraum findet kaum eine Gasdiffusion über die Membrane statt. Der drucklose Auffangbehälter ist auch zur Entgasung geeignet!

Aufgrund des hohen Partialdruckes im Gasraum werden von einigen Herstellern spezielle, besonders diffusionsdichte Butyl-Membranen eingesetzt. Diese haben eine wesentlich geringere Gasdurchlässigkeit als die sonst überwiegend eingesetzten EPDM-Membranen.

Gesetz von Henry*

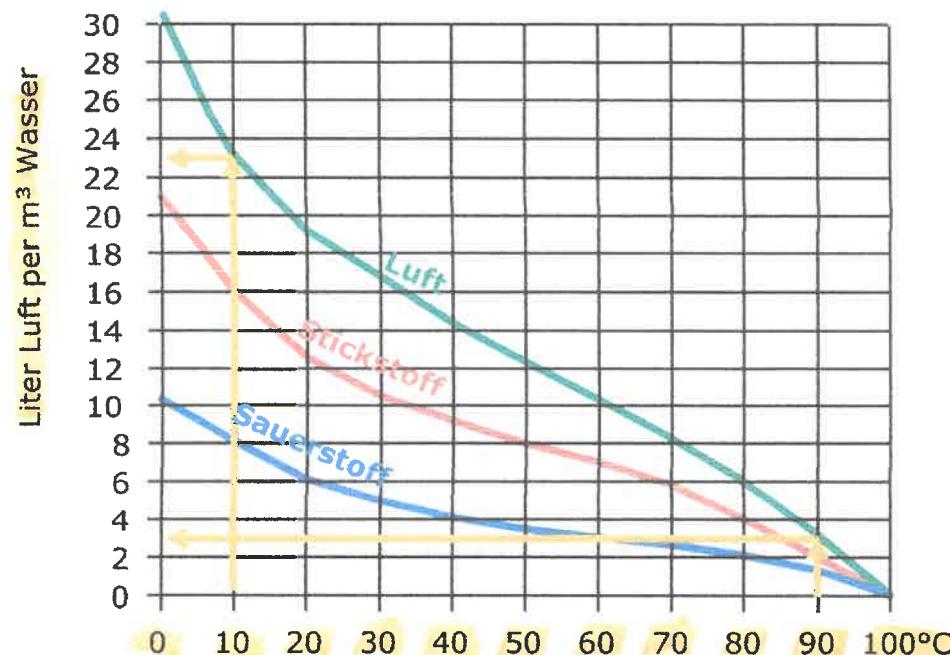
- Bei steigender Temperatur kann Wasser weniger Luft und bei zunehmendem Druck mehr Luft aufnehmen.

* William Henry 1775-1836, englischer Chemiker

Löslichkeit von Luft in Wasser bei 1 bar

Erkenntnis:

- Bei 10°C kann 1 m³ Wasser 23 Liter Luft aufnehmen
- Bei 90°C kann 1 m³ Wasser 3 Liter Luft aufnehmen
- Bei konstantem Druck und steigender Temperatur reduziert sich die Löslichkeit von Luft in Wasser, d.h. es findet eine Entgasung statt.



Löslichkeit von Luft in Wasser

Beispiel:

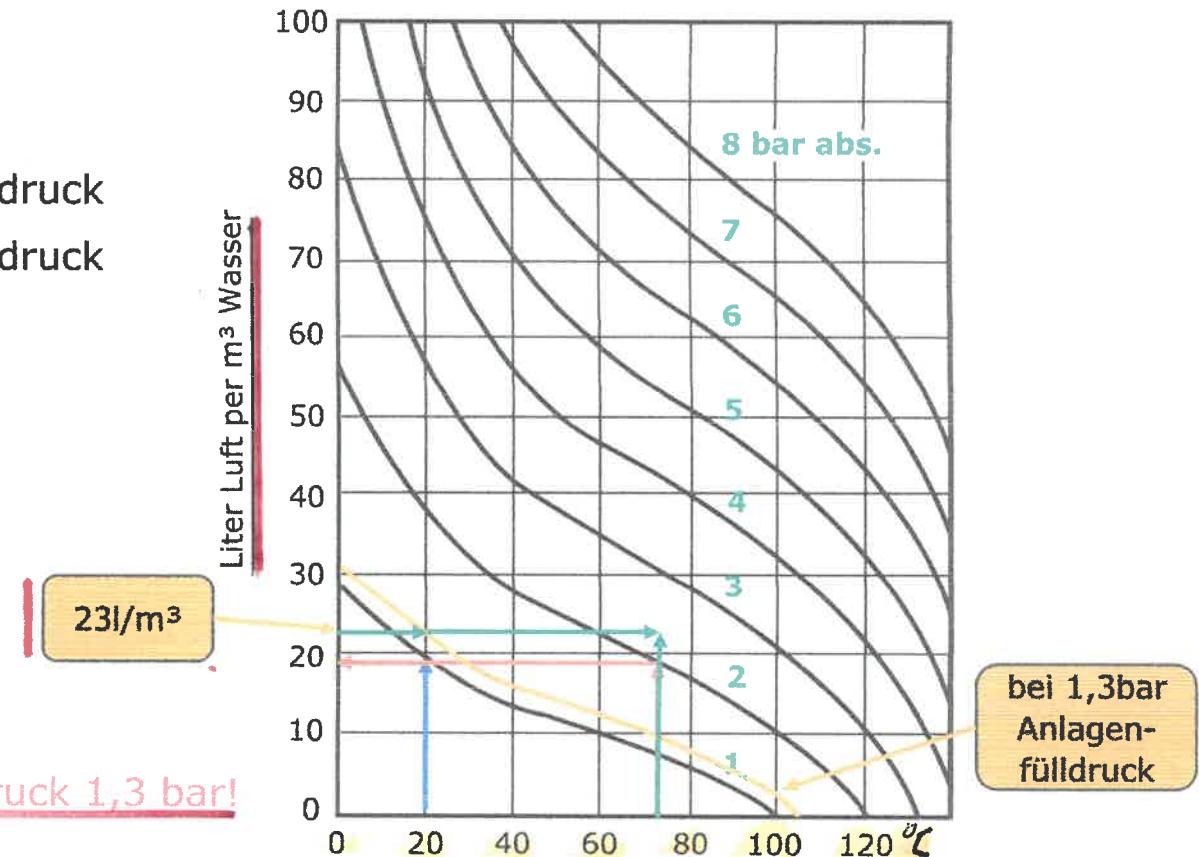
- Abblasedruck $p_{SV} = 3$ bar
- Wassertemperatur $75^\circ\text{C} = 2$ bar Systemdruck
- Wassertemperatur $20^\circ\text{C} = 1$ bar Systemdruck

Erkenntnis 1:

- $75^\circ\text{C}/2$ bar $\sim 18 \text{ l/m}^3$ Wasser
 - $20^\circ\text{C}/1$ bar $\sim 18 \text{ l/m}^3$ Wasser
- hier findet eine geringe Entgasung statt.

Erkenntnis 2:

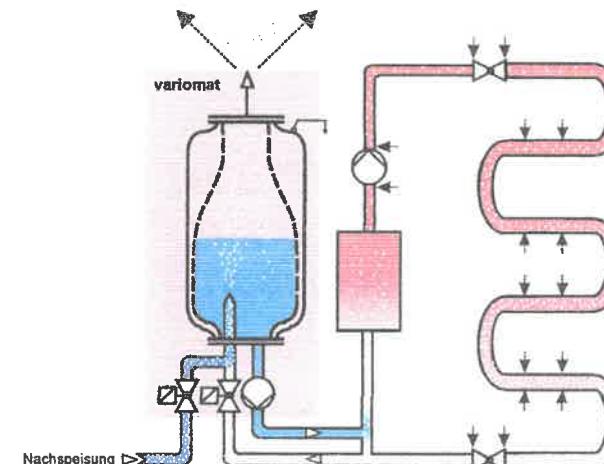
Anlagen mit stat. Höhe $< 10\text{m}$
(EFH oder auch Dachheizzentralen!)
! MAG- Mindestdruck 1 bar, Anlagenfülldruck 1,3 bar!



Systemlösungen zur Entgasung

Reflex Variomat multifunktionale Druckhaltestation

Druck halten Entgasen Nachspeisen
in einem Gerät
Anlagenleistung bis 8 MW

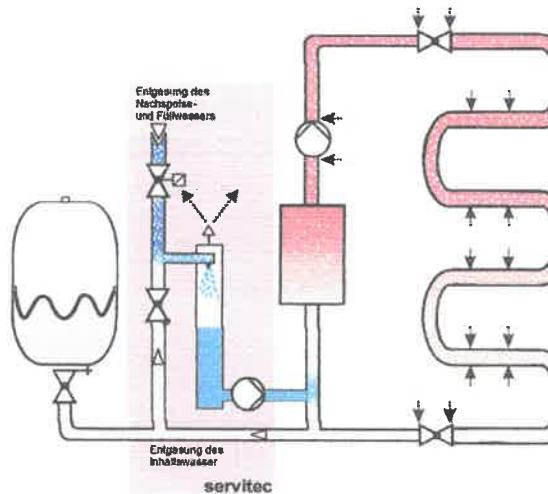


Reflex Servitec Vakuum-Sprührohrentgasung

Druck überwachen Entgasen Nachspeisen
als Zusatzgerät für Druckhalteanlagen

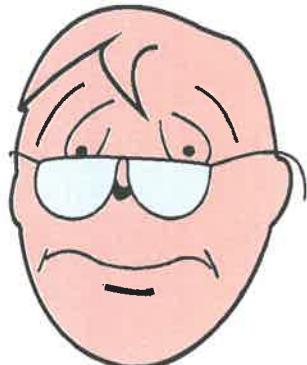
Modus magcontrol

Modus levelcontrol



Der statische Druck

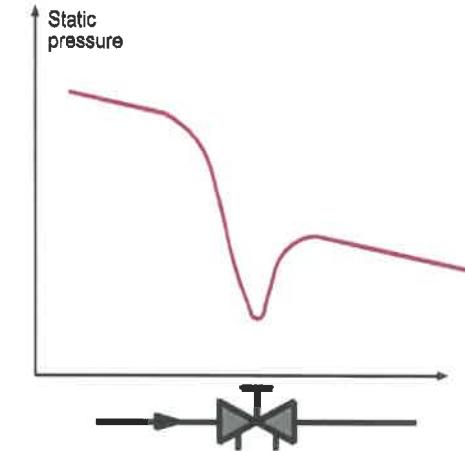
Warum benötigt man einen minimalen statischen Druck?



Zur Vermeidung von Kavitation
⇒ In Pumpen
⇒ In Ventilen

Der statische Druck im Ventil
Sinkt, weil sich die Wassergeschwindigkeit erhöht.
Kavitation tritt auf, wenn der statische Druck unter den Dampfdruck absinkt.

Daumenregel:
Der statische Druck am Ventileingang soll zumindest doppelt so hoch sein als der Druckverlust im Ventil.



Zur Vermeidung des Lufteinsaugens

⇒ Viele Verschraubungen und Materialien sind wasserdicht aber nicht luftdicht

VDI 2035 Blatt 2, Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen

- Heizwasserseitige Korrosion -

vom August 2009

ICS 91.140.10	VDI-RICHTLINIEN	August 2009
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Vermeidung von Schäden in Warmwasser- Heizungsanlagen Heizwasserseitige Korrosion Prevention of damage in water heating installations Water-side corrosion	VDI 2035 Blatt 2 / Part 2
		Ausg. deutsch/englisch Issue German/English
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.		<i>The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.</i>
Inhalt	Seite	Contents
Vorbemerkung	2	Preliminary note
Einleitung	3	Introduction
4 Anmerkungen	7	4 Notes

Kapitel 3: Optimierung von Heizungsanlagen.

Teil 4.) Ursachen für fehlende Energieeffizienz: Zahlen,- Daten und Fakten.

4.1.) Überdimensionierte Wärmeerzeuger.

4.2.) Ca. 90 % der Heizungsanlagen sind meist falsch aufgebaut und/ oder haben fehlende oder falsch eingestellte Armaturen.

4.3.) Überdimensionierte Pumpen, fehlende leistungsadaptierte Pumpeneinstellung, Vernachlässigung des Wirkungsgrads am Betriebspunkt der Pumpen.

4.4.) Fehlender hydraulischer Abgleich.

4.5.) Die Kessel, die Vorlauftemperatur sowie die sonstigen System-Temperaturen sind zu hoch und die Temperaturdifferenz zwischen dem Vor- und Rücklauf ist oftmals meist zu gering eingestellt.

Zahlen – Daten – Fakten

über 41

Millionen installierte Pumpen in Deutschland

Der größte Anteil davon in Ein- bis Zweifamilienhäuser

2-3 fache

Überdimensionierung von Heizungsumwälzpumpen ist Standard

bis zu 90 %

Einsparpotenzial einer Hocheffizienzpumpe gegenüber einer Standardpumpe

Statistikaussage

90%

aller Heizungsanlagen sind falsch ...

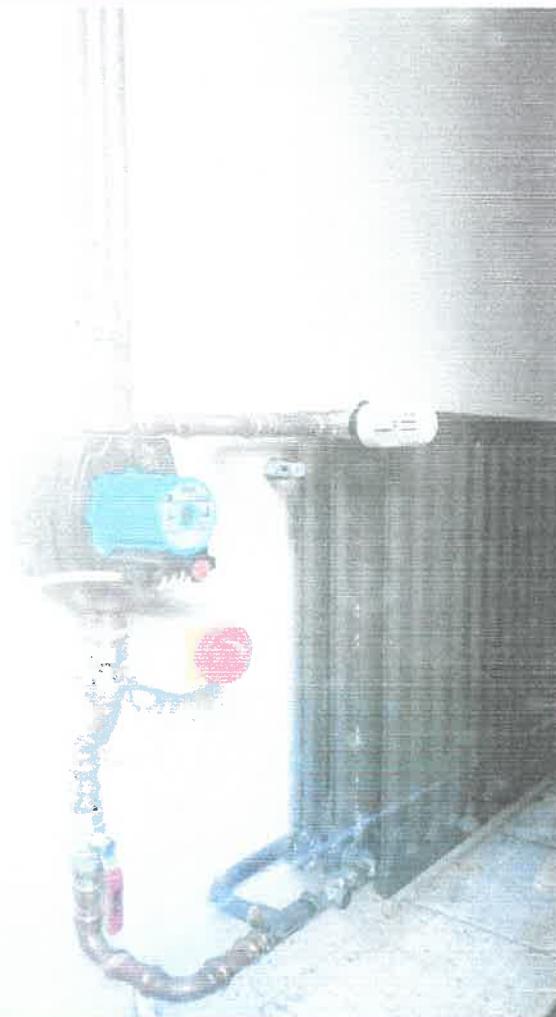
- eingestellt
- dimensioniert
- aufgebaut



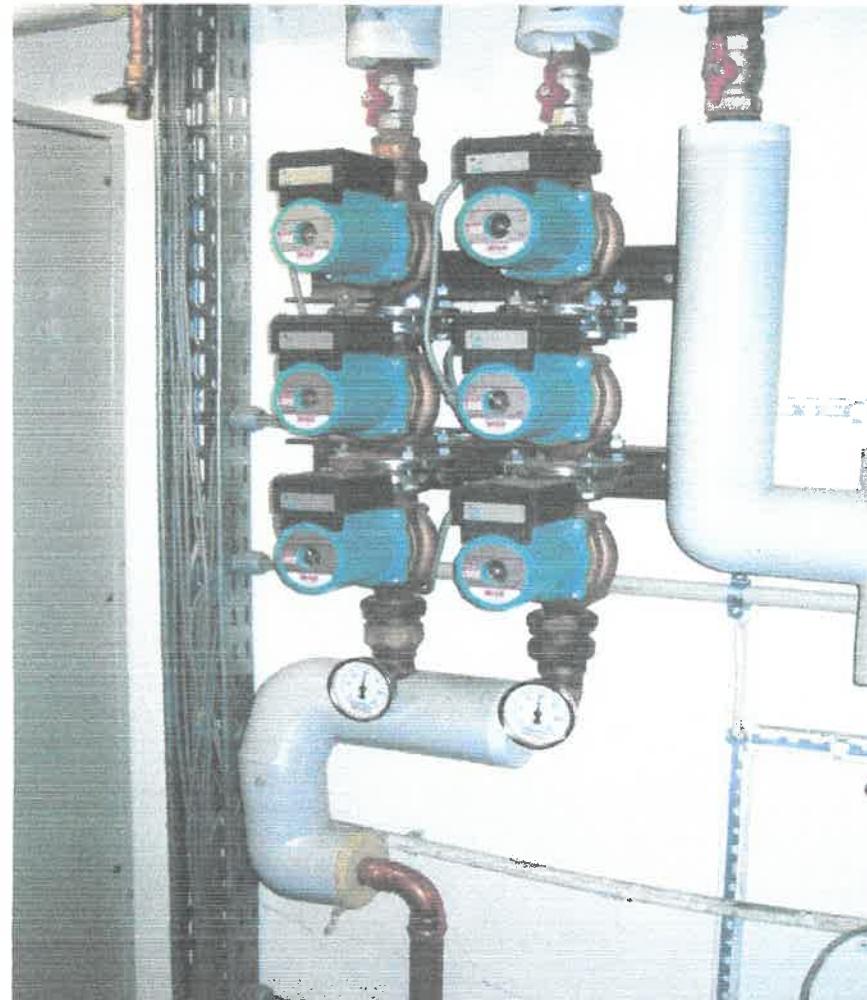
Ursachen für fehlende Energieeffizienz

- fehlender hydraulischer Abgleich der Verteilerstränge und der Verbraucher untereinander
- falsch eingestellte und/oder fehlende Armaturen
- keine leistungsadaptierende Pumpenregelung
- Vernachlässigung des Wirkungsgrades der Pumpe im Betriebspunkt der Anlage
- große Sicherheitsreserven in der Dimensionierung
- Heizkurven und Einstellungen der Wärmeerzeuger-Regelungen nicht auf Anlagenwerte angepasst.

Problemlösung?



„bigger is better“



Kapitel 3: Optimierung von Heizungsanlagen.

Teil 5.) Regelungsfunktionen einer Pumpe.

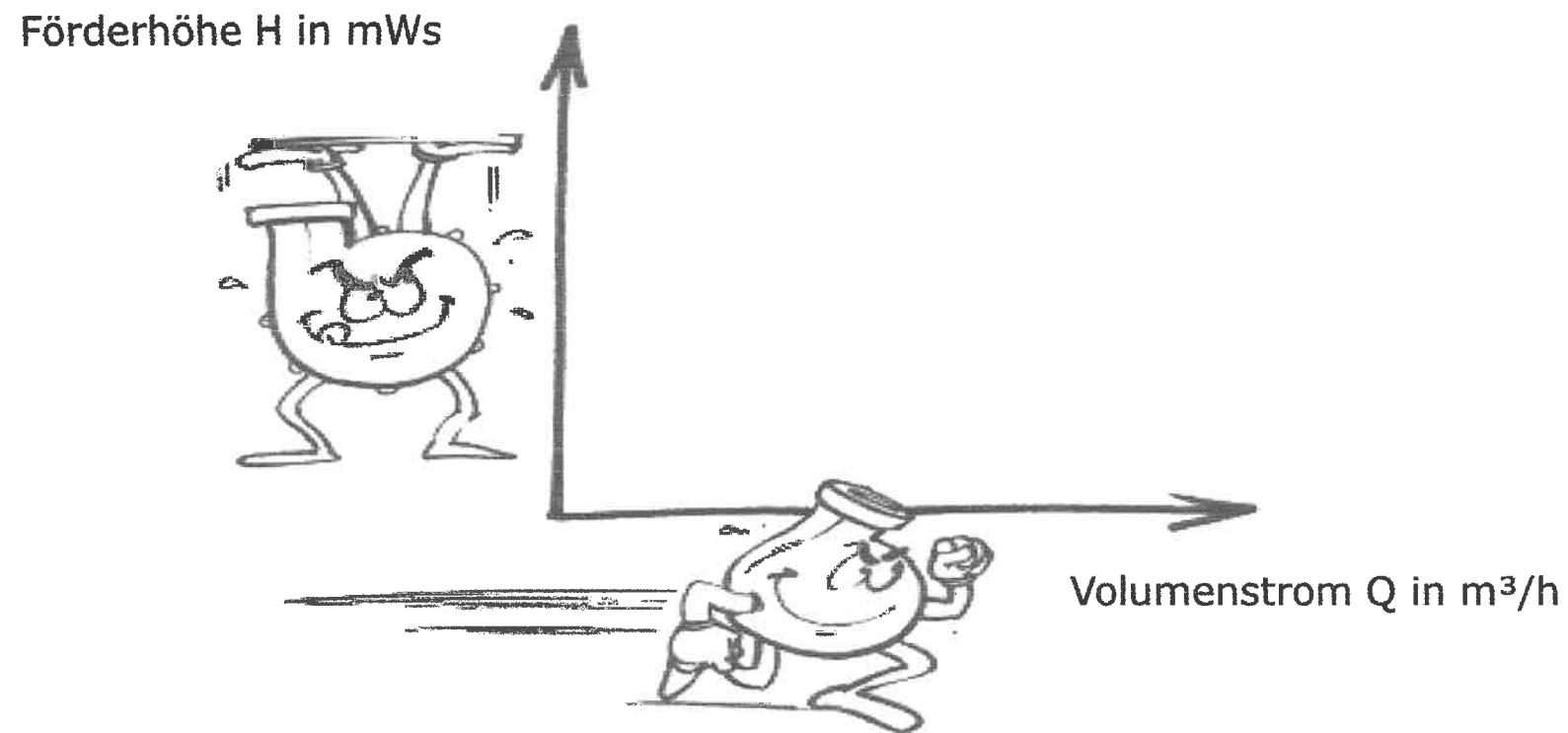
5.1.) Bei einer abgeglichenen Heizungsanlage mit Heizkörper und statischen Thermostat- Ventilen jedoch ohne den Einbau von Differenzdruck-Regelventilen und einer Fussbodenheizung, sollte die Pumpe mit der Einstellung Dynamik Adapt plus betrieben werden!

Anmerkung: Bis zu 20 % Antriebsenergie kann mit der Einstellung Dynamik Adapt plus eingespart werden.
Wenn die Anlage nicht abgeglichen ist, dann sollte die Pumpe mit variablen Druck dp-v betrieben werden!

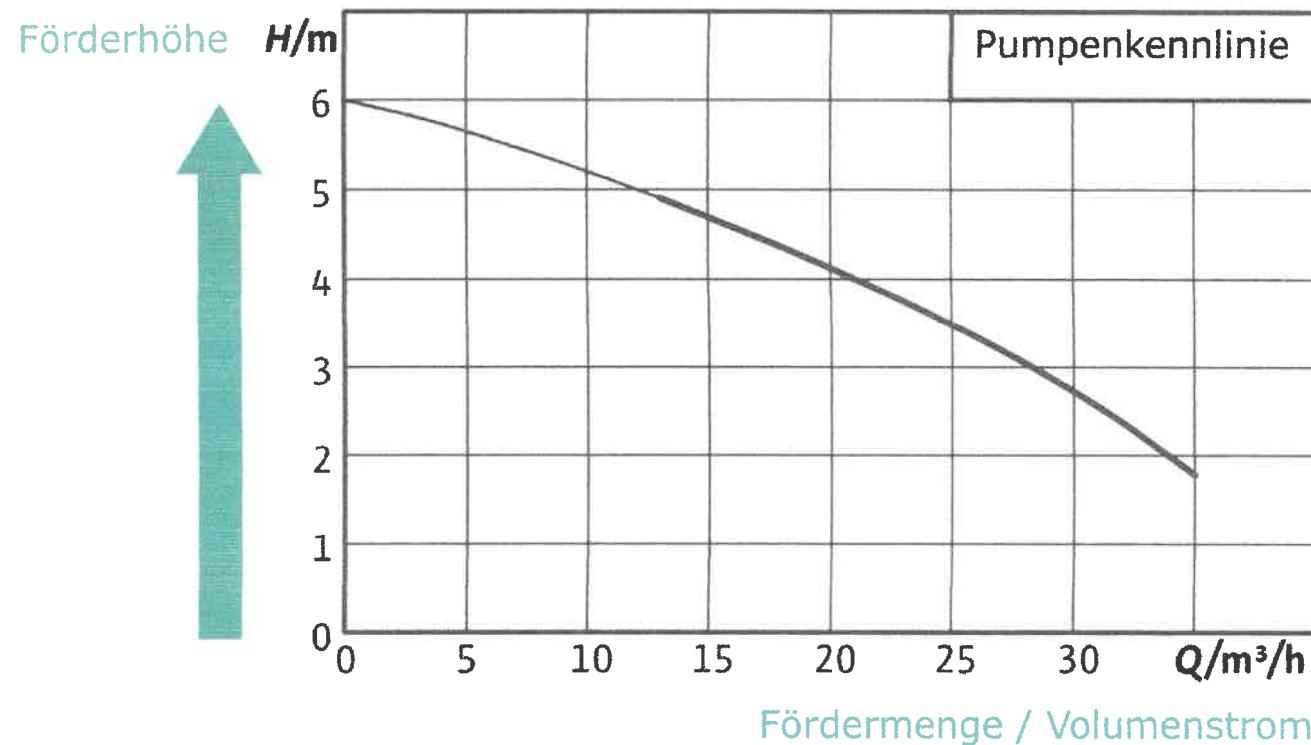
5.2.) Beim Einbau von Differenzdruckregel-Ventilen oder druckunabhängigen-Ventilen sowie beim Betrieb einer Fussboden,- Decken oder Wand-Heizung sowie ggf. deren Kühlung sollte die Pumpe mit dp-c betrieben werden!

5.3.) Ermittlung der hydraulischen Leistung einer Pumpe.

Grundaufgabe der Pumpe

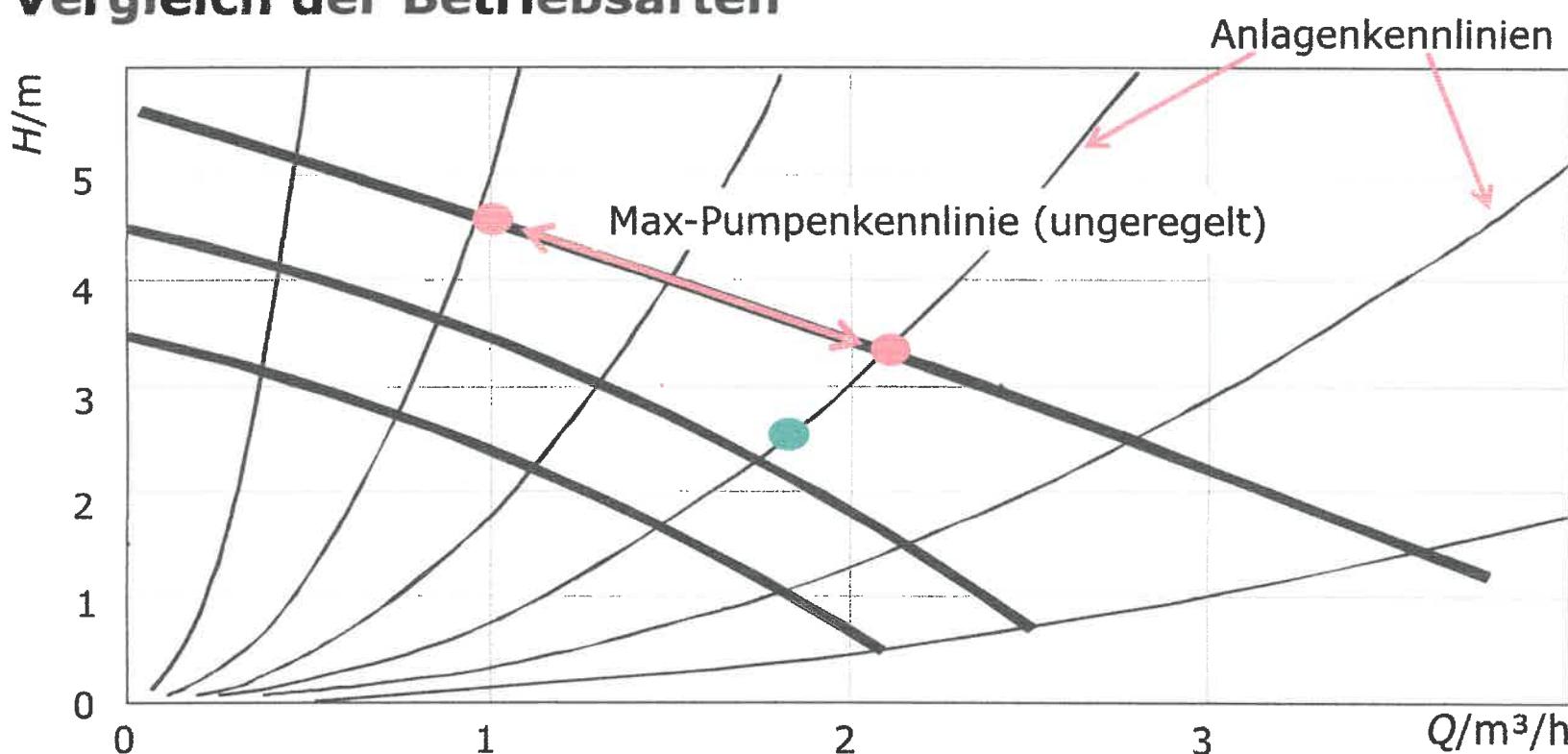


Grundaufgabe der Pumpe



Betriebspunkt Gegenüberstellung Hydraulik

Vergleich der Betriebsarten



Regelungsarten: Übersicht

**geregelte Pumpen mit
stufenloser Drehzahlregelung**

Regelungsarten:

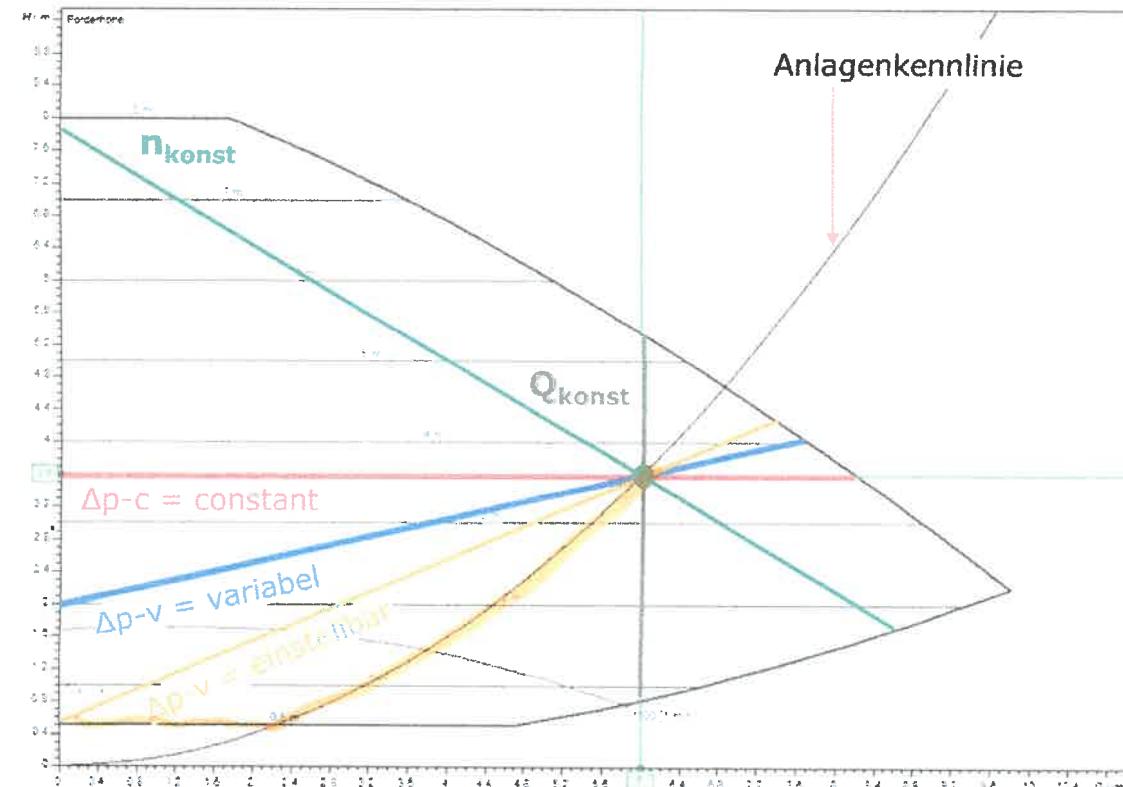
Konstantdrehzahl n_{konst}

Konstanter Druck $\Delta p-c$

Variabler Druck $\Delta p-v$

**Variabler Druck $\Delta p-v$
einstellbare Steigung**

Konstantvolumen Q_{konst}



Regelungsfunktion: Dynamic Adapt plus – Werkseinstellung !

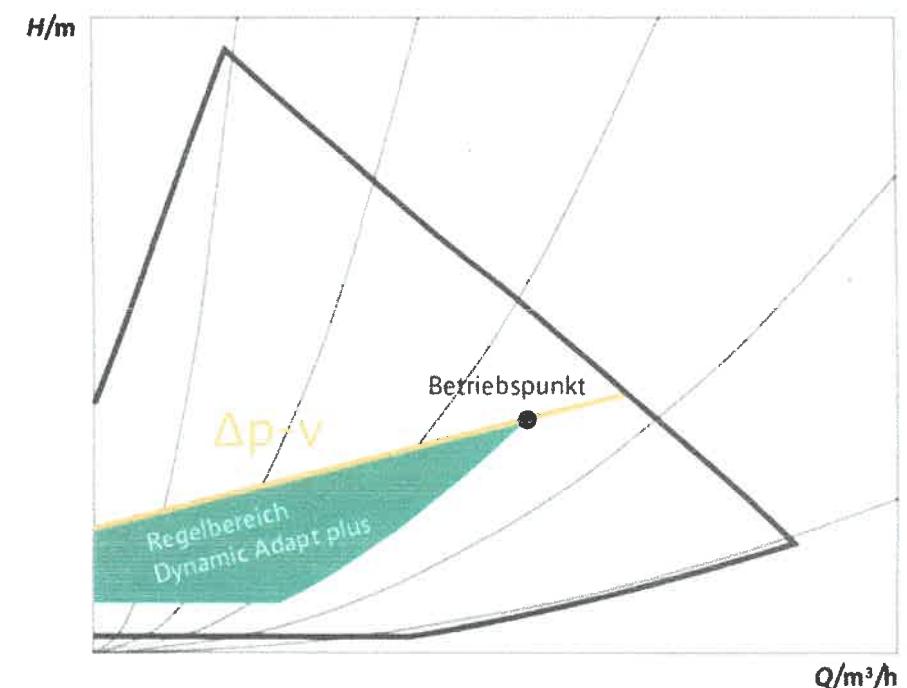
Bis zu 20 % Energieeinsparung im Vergleich zu Δp -v

Es muss keine Förderhöhe eingestellt werden.
Die Anpassung an die Druckverhältnisse der Anlage
erfolgt automatisch.

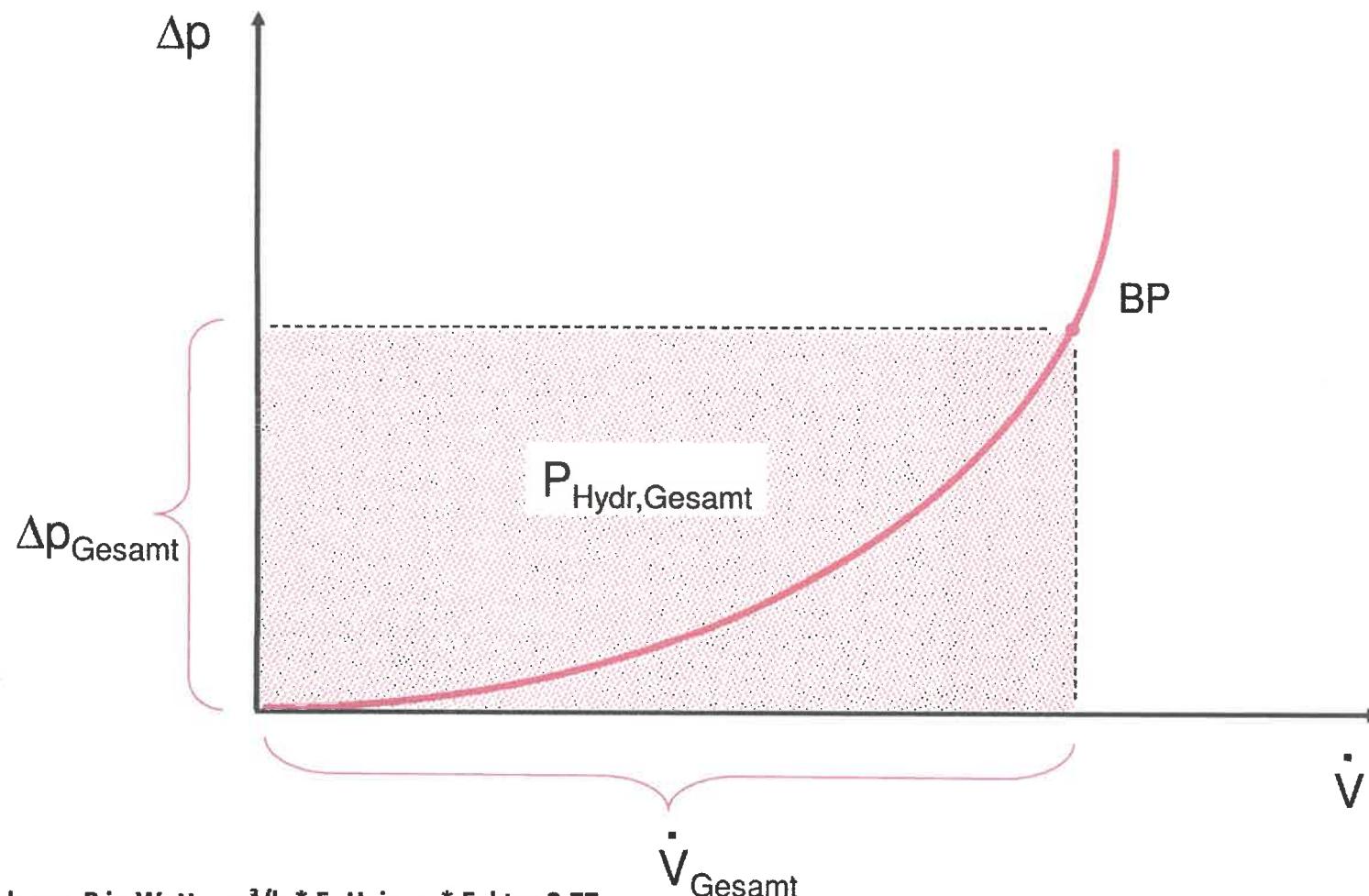
- Einsatzbereich:
Verbraucherkreis mit angeschlossenen Heizkörpern,
Fußbodenheizung, Luftherzern (Heizung) oder mit
Fußboden-/Deckenregistern, Luft-Klima-Geräte
(Kühlung)

Voraussetzung:

Die Rohrnetze sind hydraulisch abgeglichen



Anlagenkennlinie und hydraulische Leistung



Gekürzte Gleichung: P in Watt = $\dot{m}^3/h * F\text{-H. in m} * \text{Faktor 2,77}$

Kapitel 4: Sanierung der Heizungsanlage von einem Muster-Einfamilienhaus B.J. 1984.

Teil 6.) Überschlägige Ermittlung der Heizlast sowie Leistung der vorhandenen Heizkörper. Bei Bestandanlagen nach der DIN EN 12831. Erneuern der Heizungs-Pumpe sowie Einstellung der Regelung für die Pumpe.

6.1.) Erfassen der Heizfläche.

6.2.) Festlegung der Heizlast der einzelnen Räume.

6.3.) Auslegung der Heizkörper nach dem Heizkörper-Betriebsdiagramm und der hierzu ausgelegten Systemtemperatur die über die Außentemperatur geregelt wird.

6.4.) Optimierung der Heizung mit der Erneuerung der Pumpe und der Einstellung der Pumpen-Regelung. Ermittlung der Energieersparnis durch die Erneuerung der Pumpe.

Wilo-Brain Musterhaus



Wilo-Brain: Heizlastermittlung der Räume

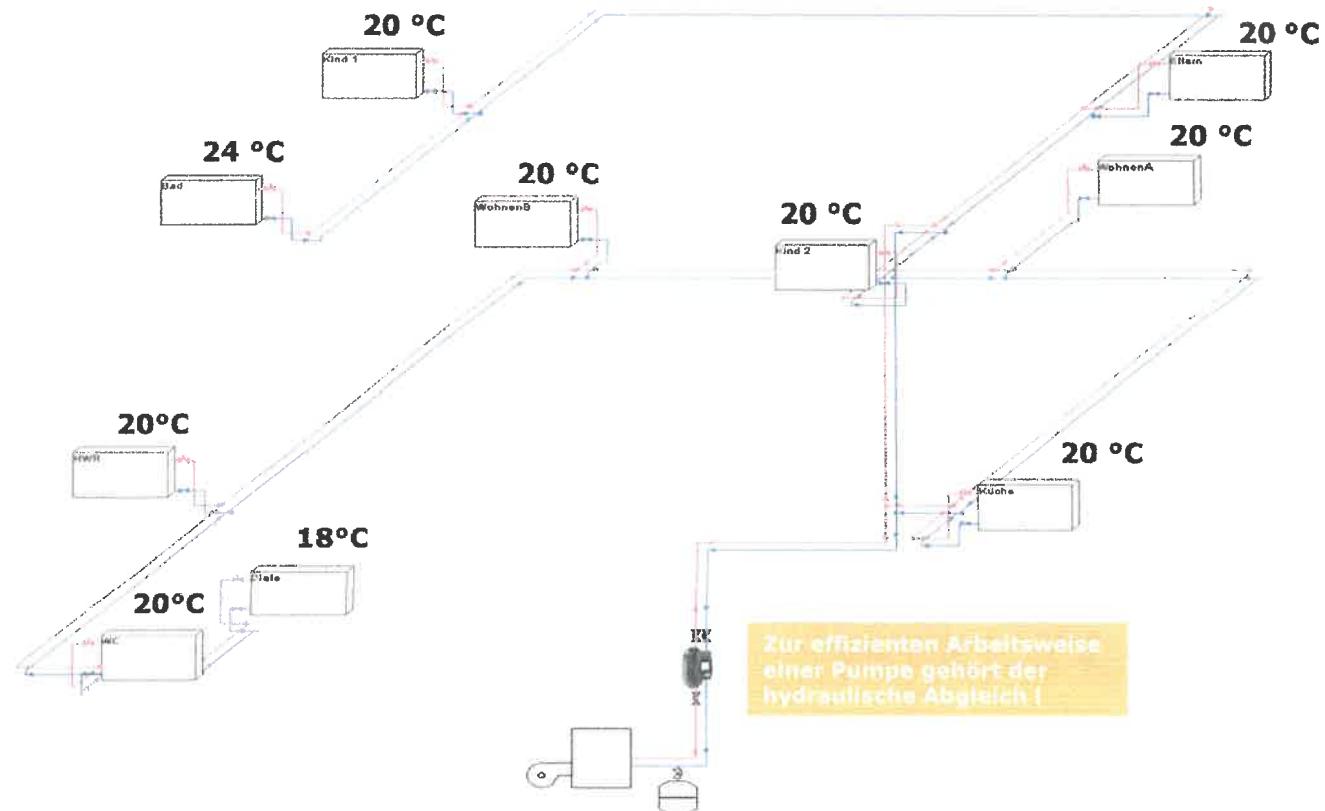
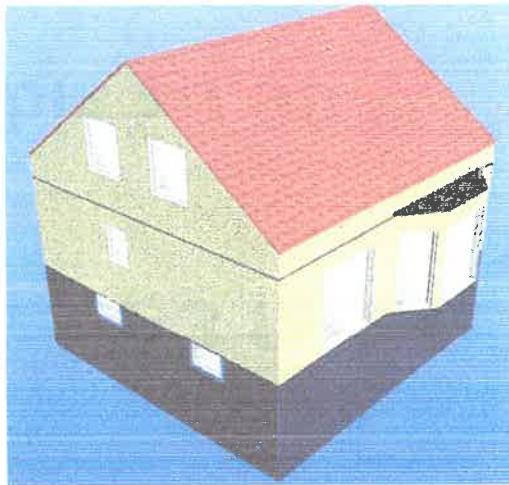
- „Bestandsaltanlagen“ Heizlastberechnung nach (DIN EN 12831, Teil 2)

Energetischer Gebäudebestand

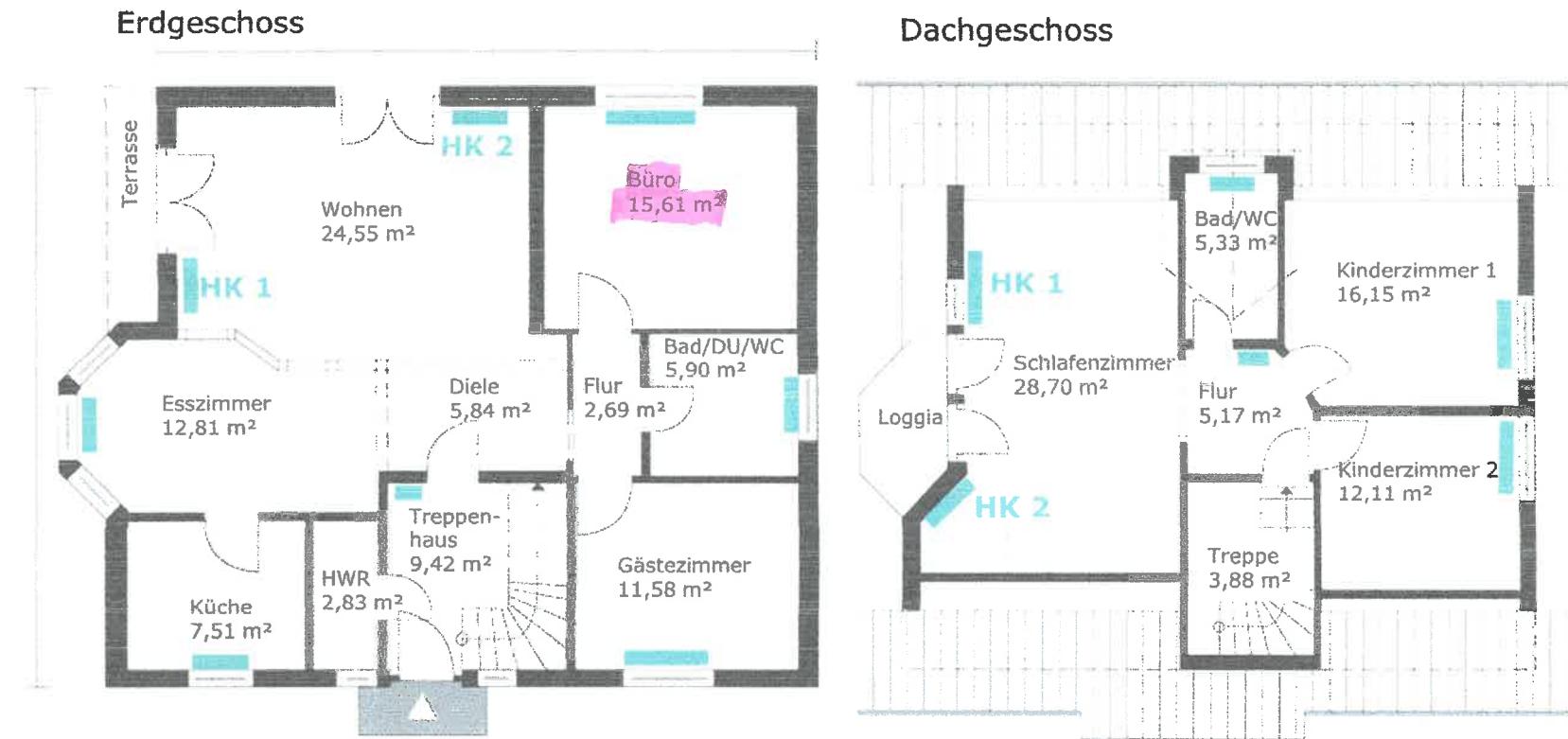
Heizlast*	W/m ²
Altbau, unsaniert	110 – 160
Baujahr 1978 – 1983	95 – 115
Baujahr 1984 – 1994	80 – 100
WSVO 1995	50 – 70
EnEV 2002/2007	35 – 45
EnEV 2009	25 – 40

* Näherungsweise spezifische Heizlast je nach Wärmeschutzniveau. Für Bäder und Duschen ($t_i = 24^\circ\text{C}$) sollte die Heizlast zusätzlich um ca. 20 W/m² erhöht werden.

Wilo-Brain: Einfamilienhaus Baujahr 1984 - Berechnung

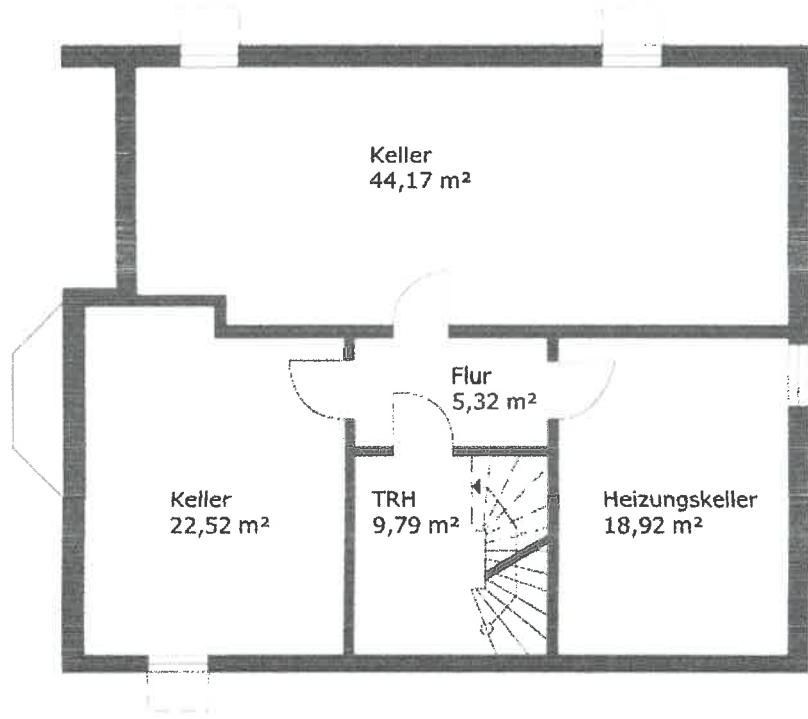


Wilo-Brain: Einfamilienhaus Baujahr 1984 - Berechnung



Wilo-Brain: Einfamilienhaus Baujahr 1984 - Berechnung

Kellergeschoß



Hydraulische Anlagen

Volumenströme – Heiz- oder Kühl anlage

Die **thermische Leistung** ist eine physikalische Größe, die eine in einer Zeitspanne umgesetzte Wärmeenergie bezogen auf diese Zeitspanne angibt. Sie ist eine charakteristische Kenngröße einer Energieumwandlungsanlage. Sie wird üblicherweise in Kilowatt (kW) oder Megawatt (MW) angegeben und beschreibt den Wärmestrom

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T \quad \text{für } \dot{m} = \varrho \cdot \dot{V} \text{ eingesetzt gilt}$$

$$\dot{Q} = \varrho \cdot \dot{V} \cdot c \cdot \Delta T \quad \text{umgestellt zum Volumenstrom}$$

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\varrho \cdot c \cdot \Delta T} \quad \text{mit } \varrho \approx 1000 \text{ kg/m}^3 \text{ gilt vereinfacht}$$

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{1,16 \cdot \Delta T}$$

\dot{Q}	Leistung	kW
\dot{m}	Massenstrom	kg/h
c	spez. Wärmekapazität	Wh/(kg · K)
ΔT	Temperaturdifferenz	K
ϱ	Dichte	kg/m ³
\dot{V}	Volumenstrom	m³/h

Wilo-Brain: Heizlastermittlung der einzelnen Räume

Heizlast Φ_N

Beispiel für einen Raum: Büro 15,6 m²

$$\Phi_N = \frac{15,6 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ W/m}^2}{1.000}$$

$$\Phi_N = 1,56 \text{ kW}$$

Volumenstrom Heizkörper Y_U bei System 70/55 (15K)

- c = Spez. Wärmekapazität 1,163 in Wh/kgK
- ΔT = 15 K
- Φ_N = Heizlast 1,56kW

$$(V) Y_U = \frac{1,56 \text{ kW}}{1,163 \cdot 15 \text{ K}} \text{ m}^3/\text{h}$$

$$(V) Y_R = 0,089 \text{ m}^3/\text{h}$$

Umformung der praktischen Formel

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot \Delta T \cdot 1,163$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{1,163 \cdot \Delta T}$$

$$\Delta T = \frac{\dot{Q}}{1,163 \cdot \dot{m}}$$

$$\dot{Q} = \frac{\dot{m} \cdot \Delta T}{0,86}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q} \cdot 0,86}{\Delta T}$$

$$\Delta T = \frac{\dot{Q} \cdot 0,86}{\dot{m}}$$

Wobei:
 \dot{Q} ist die Wärmeleistung in Watt
 \dot{m} ist der Durchfluss in l/h
 ΔT ist die Spreizung in Kelvin ($T_{VL} - T_{RL}$)

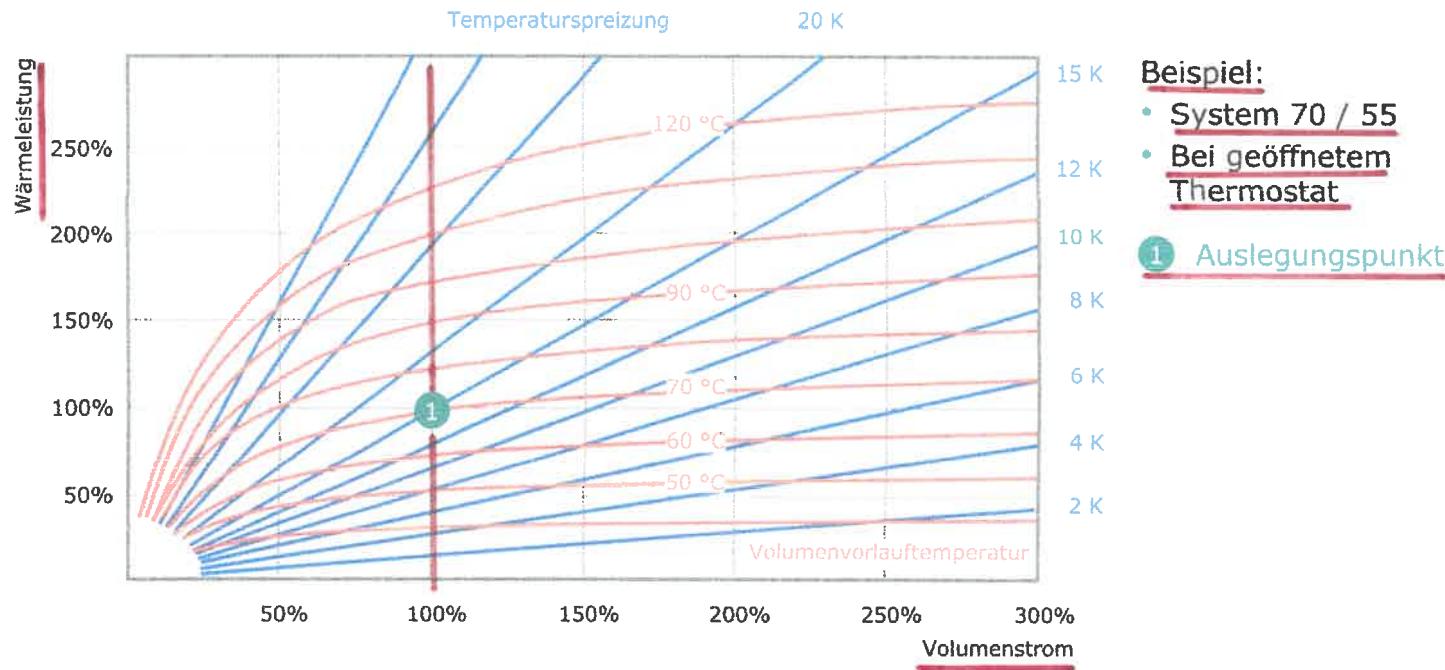
Hydraulik – Heizkörper-Betriebsdiagramm

Heizkörperauswahl aus Herstellertabelle: Bauhöhe 600 mm und Typ 22

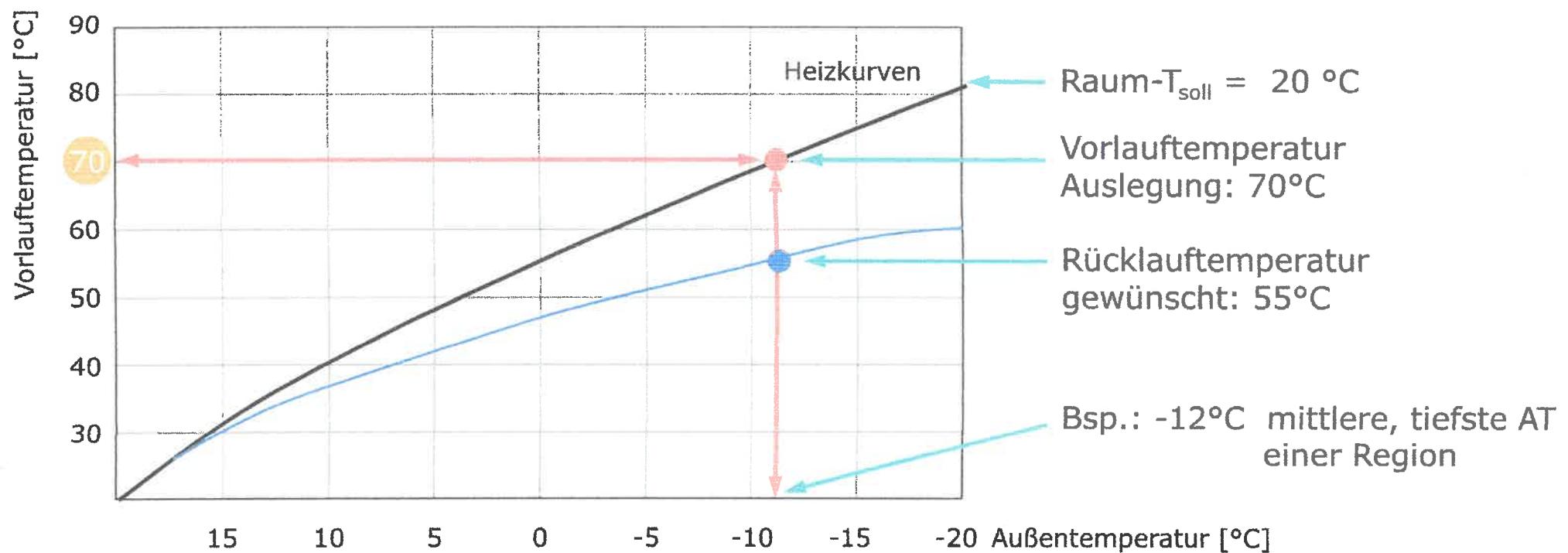
Baulänge [mm]	Heizfläche [m ²]	Wärmeleistung (W) bei $t_v = 70^\circ\text{C}$, $\Delta t = 55^\circ\text{C}$ und t_{L}				
		15 °C	18 °C	20 °C	22 °C	24 °C
400	2,795	616	565	531	499	466
500	3,621	769	706	664	623	583
600	4,375	923	847	797	748	699
700	5,131	1077	988	930	872	816
800	5,887	1231	1129	1063	997	932
900	6,642	1385	1271	1196	1122	1049
1000	7,396	1539	1412	1328	1246	1166
1100	8,150	1693	1553	1461	1371	1282
1200	8,906	1847	1694	1594	1496	1399
1300	9,295	2001	1835	1727	1620	1515
1400	10,414	2155	1976	1860	1745	1632
1600	11,922	2462	2259	2125	1994	1865
1800	13,433	2770	2541	2391	2243	2098
2100	15,697	3232	2965	2790	2617	2448
2400	17,960	3694	3388	3188	2991	2797
2700	20,226	4155	3812	3587	3365	3147
3000	22,491	4617	4235	3985	3739	3497

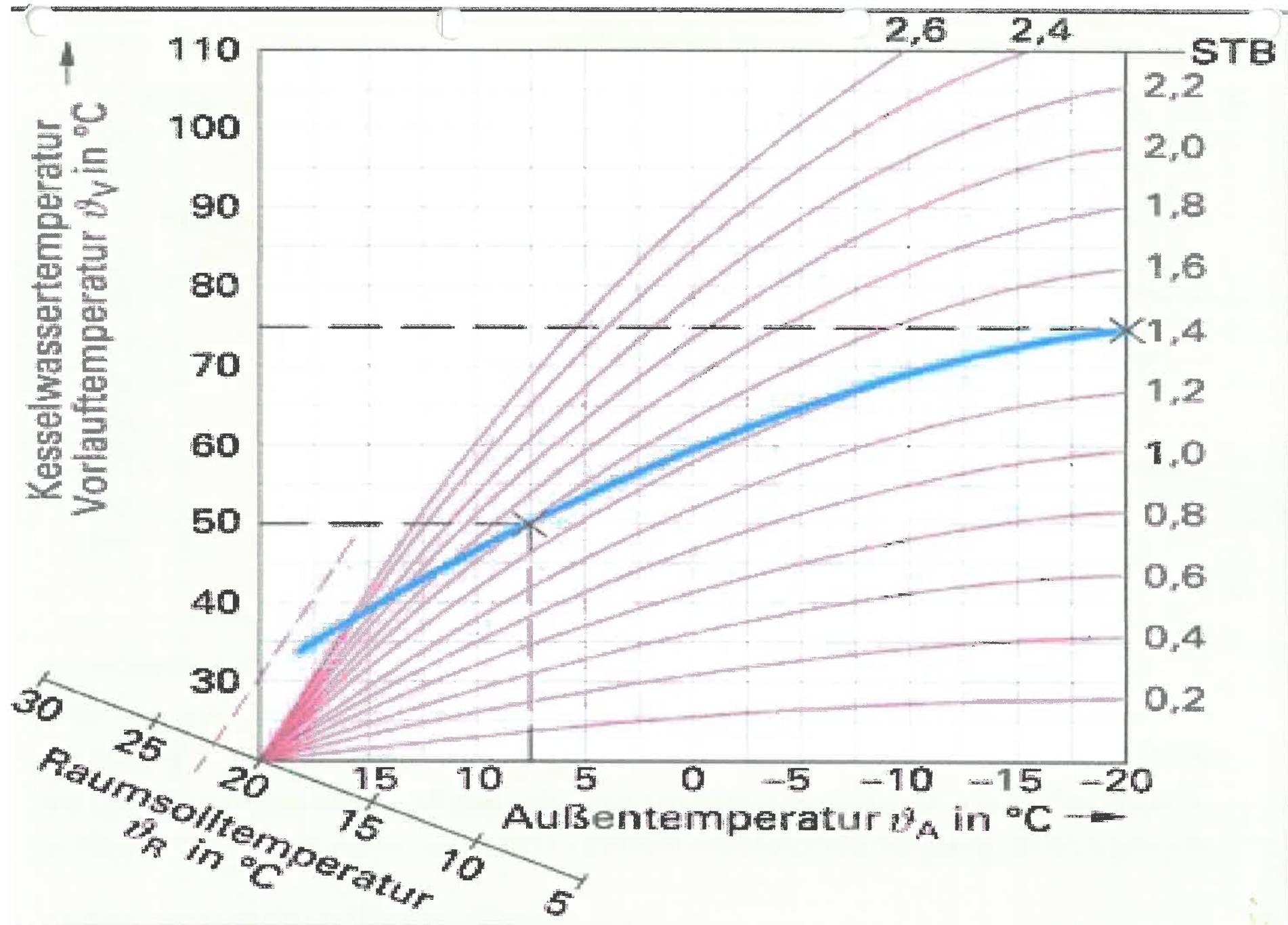
Temperatur- und Volumenstromänderung

Leistungsabgabe am Heizkörper



Wilo-Brain: Außentemperatur-Regelung





Amortisation Pumpentausch

**Die Pumpe,
die deinen Kunden
bares Geld spart.**

Verbrauch in kWh / Jahr Stromkosten / Jahr

	Heizungspumpe (alt)	Stromkosten
Heizungspumpe (alt)	690	193 €
Elektroherd	445	162 €
Kühlschrank	330	105 €
Beleuchtung	330	105 €
Waschmaschine	200	69 €
TV-Gerät	190	61 €
Heizungspumpe (neu)	40	13 €

Bezogen auf Nenn-/Betriebspunkt:

$Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 1,5 \text{ m}$

bei 6.000 Betriebsstunden

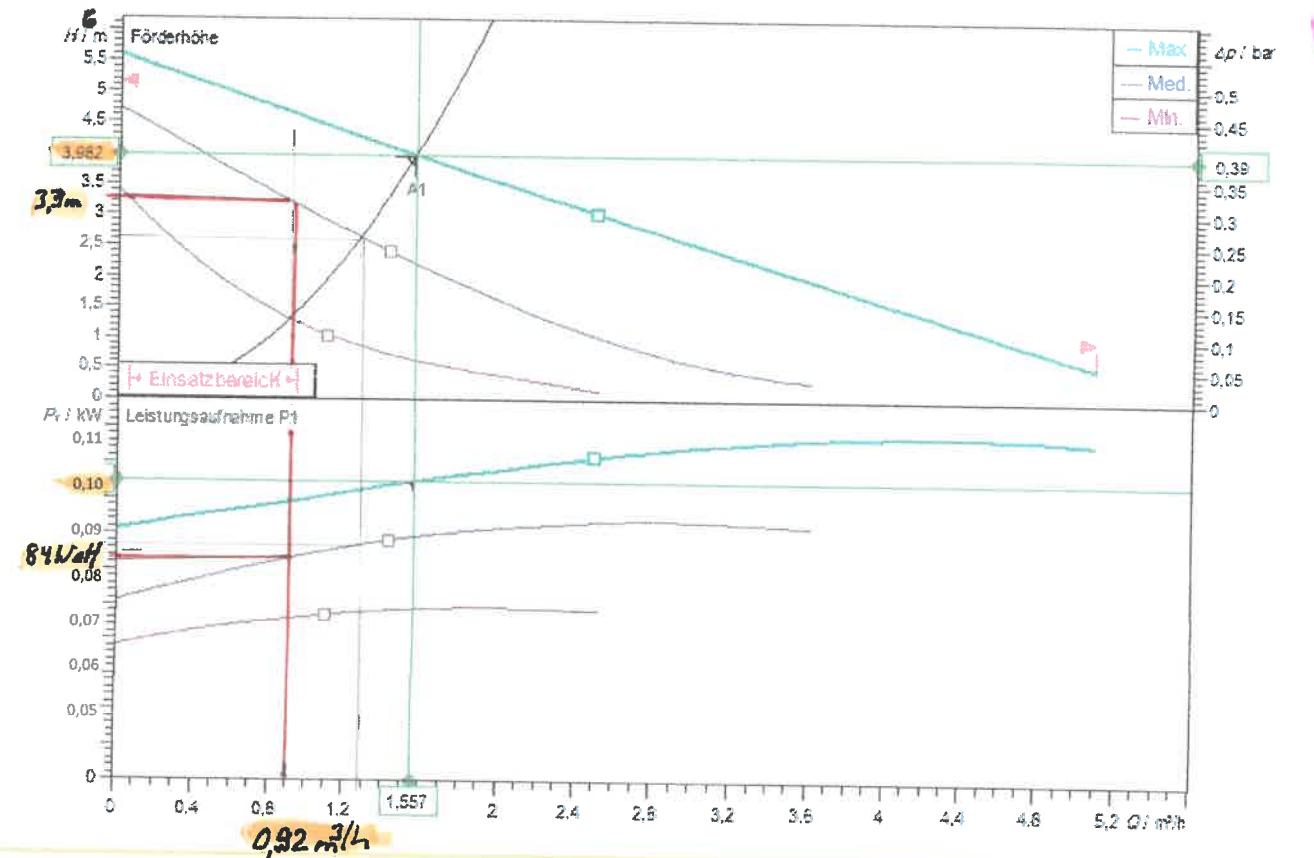
Tarif: 31,5 Cent/kWh

178 € Einsparung



Die neue Wilo-Stratos PICO plus
Dein Matchwinner

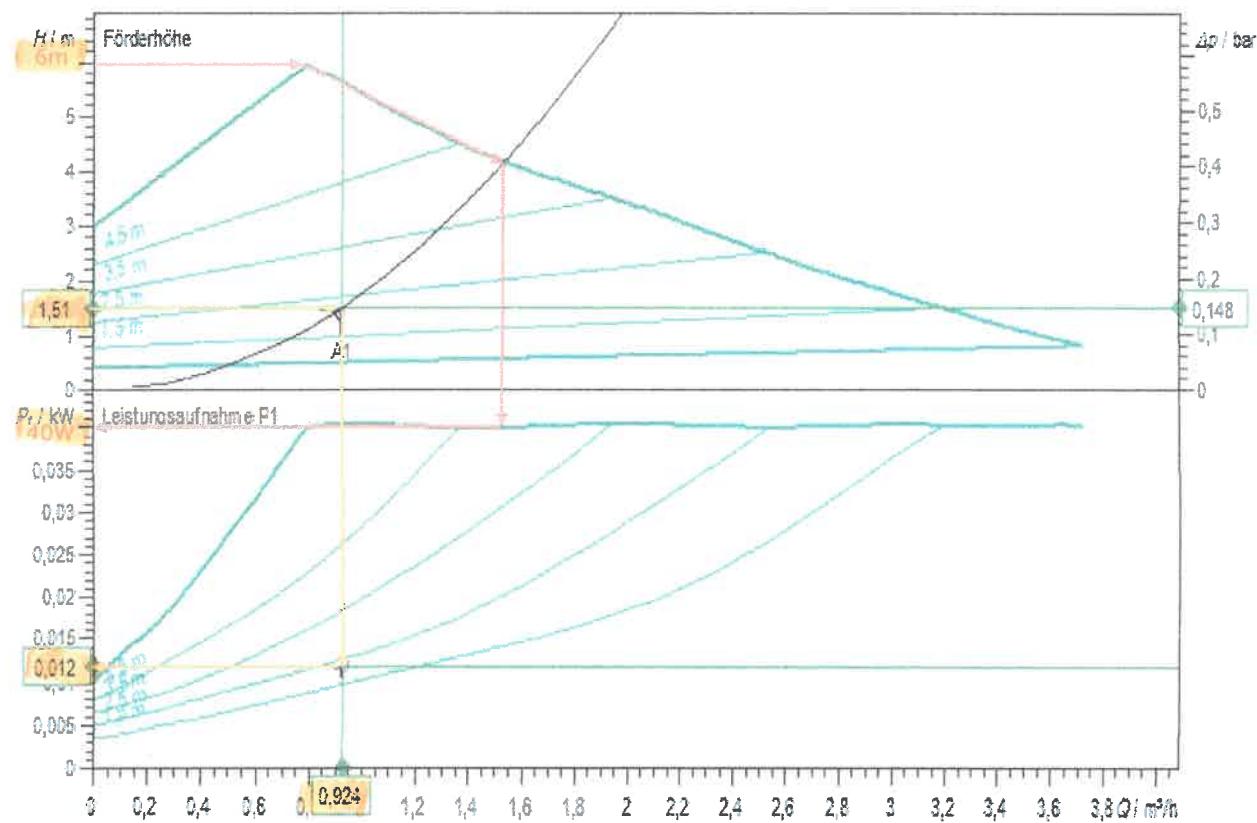
Wilo Star RS 25/6 (vorhandene Stufen-Pumpe)



$P_{\max} : 100\text{W bei } 6\text{m}$



Stratos PICO plus 25/0,5-6 (Pumpe nach Austauschspiegel, zu groß)

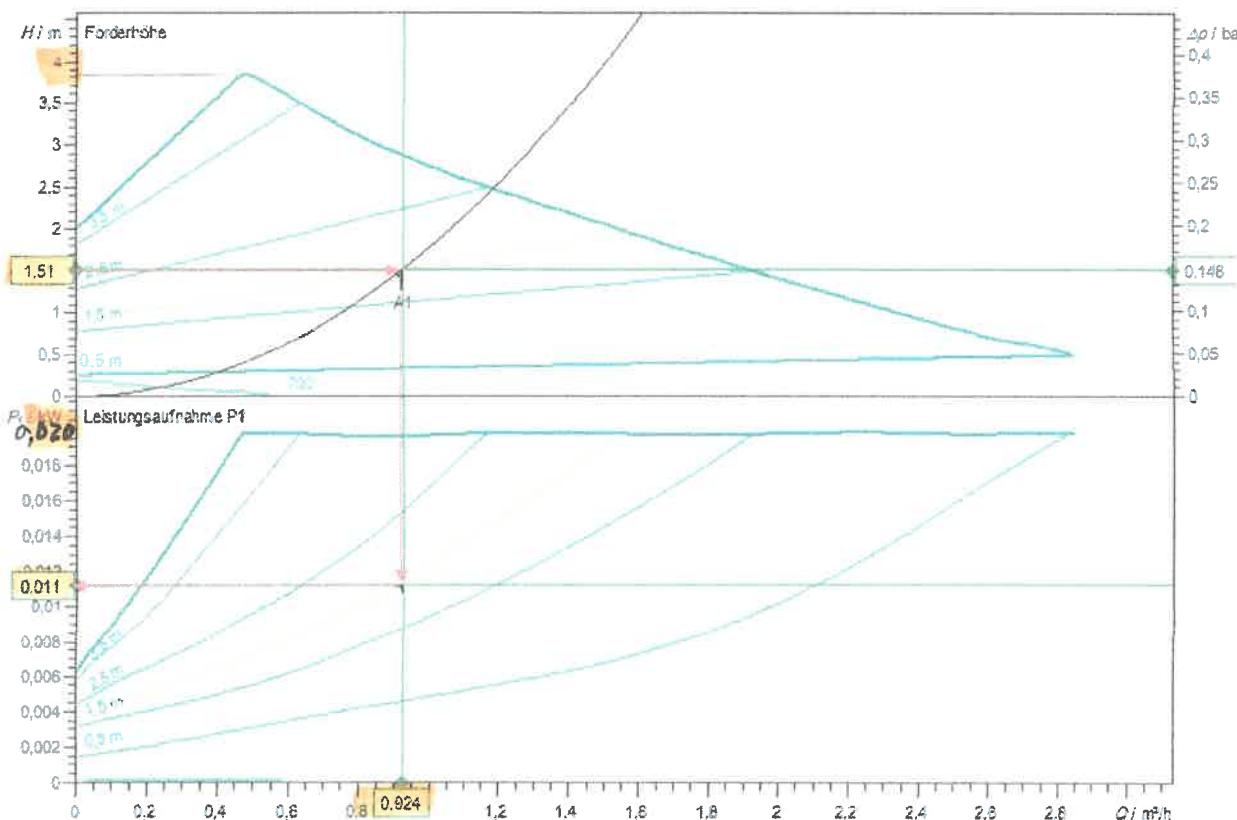


P_{max} : bei Einstellung 6m = 40W

P_{max} : bei ermittelten Betriebspunkten von $1,51\text{m} = 12\text{W}$



Stratos PICO plus 25/0,5-4 (richtige Pumpe nach Anlagendaten)



P_{\max} : bei Einstellung 4m = 20W

P_{\max} : bei ermittelten Betriebspunkt:
von 1,51 m = 11 W



Merke:
Für eine korrekte betriebsweise
einer geregelten Pumpe ist immer die
Förderhöhe und die Regelungsart an
die Anlagenbedingungen anzupassen!

Energetische Betrachtung der Pumpenpumpentypen

Heizungsumwälzpumpen Betriebsstunden: 6000 h/a
Energiepreis 0,35€ / kWh

Stufen-Pumpe Bestand
Star RS 25/6 ungeregelt: (oder Wettbewerb)

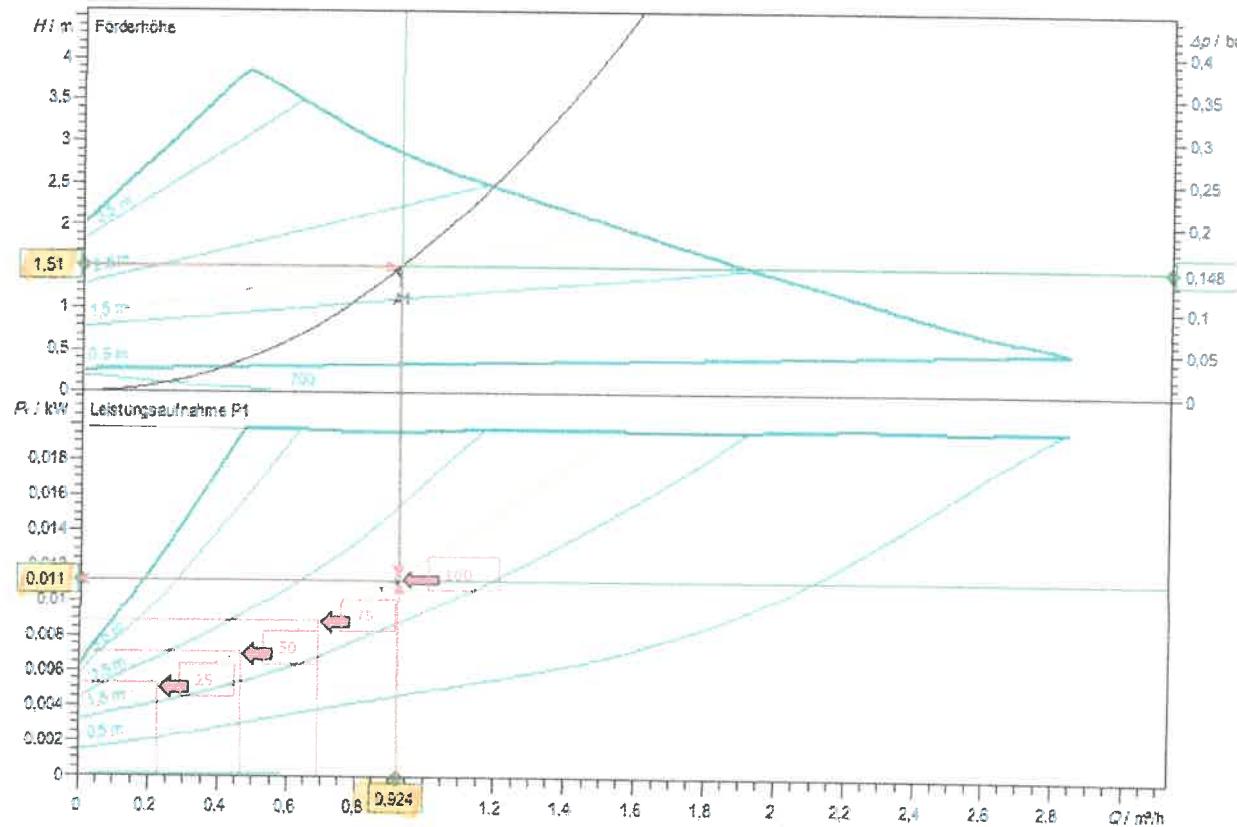
$$100W = 600 \text{ kWh/a} = 210,00 \text{ €/a}$$

Hocheffizienzpumpe Stratos PICO Plus 25/0,5-4
geregelt:

eingestellter Anlagenbetriebspunkt
 $P_{\max} = 11W = 66 \text{ kWh} = 23,10 \text{ €/a}$

Die Stromkostendifferenz von 186,90€ bei Vollastbetrieb ist unreal, da
Hocheffizienzpumpen bei richtiger Einstellung der Förderhöhe und Regelungsarten sich
selbsttätig an die Betriebsbedingungen anpassen:
Die eingestellte Vollast wird für maximal 6% von 6000 Betriebsstunden angefahren.

Stratos PICO plus 25/0,5-4 (richtige Pumpe nach Anlagendaten)



P_{max} : bei Einstellung 4m = 20W

P_{max} : bei ermittelten Betriebspunkt:
von 1,51 m = 11 W



Merke:
Für eine korrekte Betriebsweise
einer geregelten Pumpe ist immer die
Förderhöhe und die Regelungsart an
die Anlagenbedingungen anzupassen!

Energetische Betrachtung der Pumpentypen

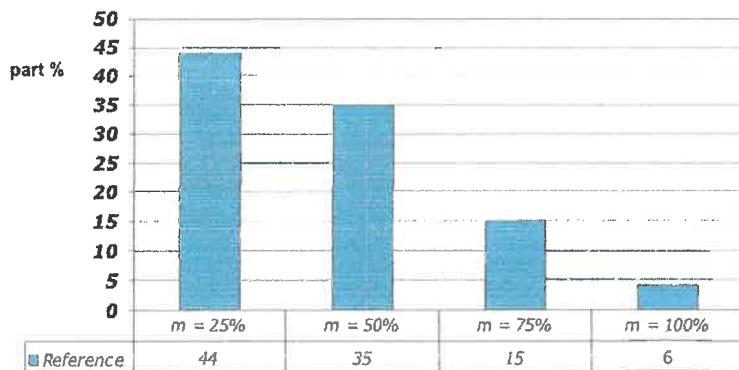
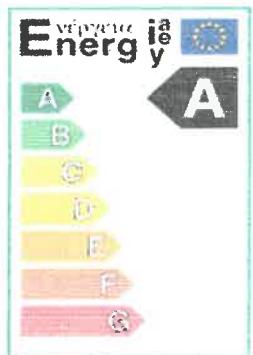


Diagramm Betriebszeitaufteilung im Jahr:
Eine geregelte HE-Pumpe arbeitet 44% von 6000h/a
mit nur 25% des eingestellten Betriebspunktes!

*EEI = Energie-Effizienz-Index. Bestimmt den Stromverbrauch von geregelten Hocheffizienzpumpen innerhalb 6000 Betriebsstunden/a und 4 definierten Leistungsbereichen

Betrachteter Betriebszustand nach EEI: Stratos-PICO plus 25/0,5-4, delta p-v. V_{PUmax} . 0,924m³/h / H_{PU} = 1,51mWs

6000h: davon 6% im Vollastbetrieb mit P=100%: $V_{real} = 0,924 \text{ m}^3/\text{h} = 11 \text{ W} * 360 \text{ h} = 3,96 \text{ kWh} * 0,35 \text{ €} = 1,36 \text{ €}$

davon 15% im Teillasbetrieb mit P=75%: $V_{real} = 0,693 \text{ m}^3/\text{h} = 9 \text{ W} * 900 \text{ h} = 8,1 \text{ kWh} * 0,35 \text{ €} = 2,83 \text{ €}$

davon 35% im Teillasbetrieb mit P=50%: $V_{real} = 0,462 \text{ m}^3/\text{h} = 7 \text{ W} * 2100 \text{ h} = 14,7 \text{ kWh} * 0,35 \text{ €} = 5,15 \text{ €}$

davon 44% im Teillasbetrieb mit P=25%: $V_{real} = 0,231 \text{ m}^3/\text{h} = 5 \text{ W} * 2640 \text{ h} = 13,2 \text{ kWh} * 0,35 \text{ €} = 4,62 \text{ €}$

Reale Kosten für den Betrieb einer Stratos PICO plus 25/0,5-4 : 13,96€

Stromkosteneinsparung gegenüber der Bestandspumpe RS25/6: 196,04€

Kapitel 4: Sanierung der Heizungsanlage von einem Muster-Einfamilienhaus B. J. 1984

Teil 7. Überprüfung des dpVR von dem Rohrnetz für den Heizkreis Heizkörper (HK). Hierzu Auslegung und Einstellung der statischen Thermostat-Ventile und der Pumpe einschliesslich dem hydraulischen Abgleich.

- 7.1.) Ermittlung der überschlägigen Länge des Rohrnetzes, der Heizlast Q und den Nennvolumenstrom V100.
- 7.2.) Ermittlung des Druckverlust dpVR von dem Rohrnetz.
- 7.3.) An Hand der Druckverhältnisse des Rohrnetzes dpVR sowie dem Volumenstrom V100, den kv bzw. Einstell-Wert der statischen Th.-V. einstellen!
- 7.4.) Hydraulischen Abgleich mit der Auslegung der Pumpe sowie der Einstellung der erforderlichen Betriebsart ausführen.
- 7.5.) Alternativ: Auf Grund des grossem Aufwand beim hydraulischen Abgleich mit statischen Th.-V- wird der Einbau von dynamischen (druckunabhängigen!) Th.-V. empfohlen!

Überschlägige Druckverlustberechnung

Druckverlust des Rohrnetz dpVR

$$dpVR = \frac{R \cdot l \cdot ZF}{10.000 \text{ Pa}}$$

- R = Rohreibungsdrukverlust im geraden Rohr in Pa/m
Erfahrungswert R = 50 bis 200 Pa/m
- l = Länge des ungünstigsten Heizstranges in m
(Vor- und Rücklauf)
- ZF = Zuschlagsfaktor für:

Formstücke/Armaturen	$\approx 1,3$
Mischer/Schwerkraftbremse	$\approx 1,2$
Thermostatventil	$\approx 1,7$

2,6

Wärmemengenzähler:
 $H_{PU} + 0,8 \text{ mWc}$

Juni 2025

Anmerkung: Die Zuschläge für den Mischer/Schwerkraftbremse, Thermostat-Ventile und dem W.-Z. sollten auf keinen Fall aus dem Druckverlust des Rohrnetzes ermittelt werden!

Zu dem fehlen hier die Angaben des dp des Wärmeerzeugers!

Überschlägige Druckverlustberechnung

Summe aus:

(Länge + Breite + Höhe des Gebäudes) x 2

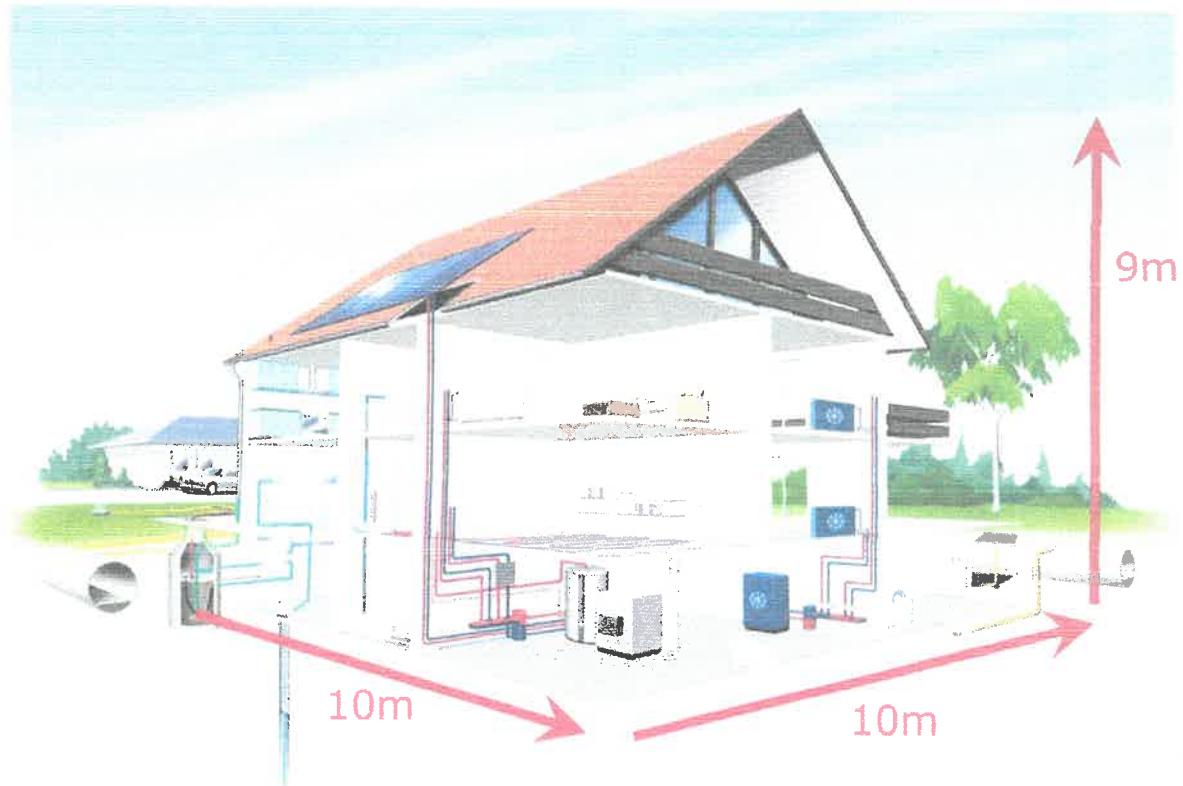
(Vorlauf + Rücklaufleitung)

= Längster Rohrleitungsweg

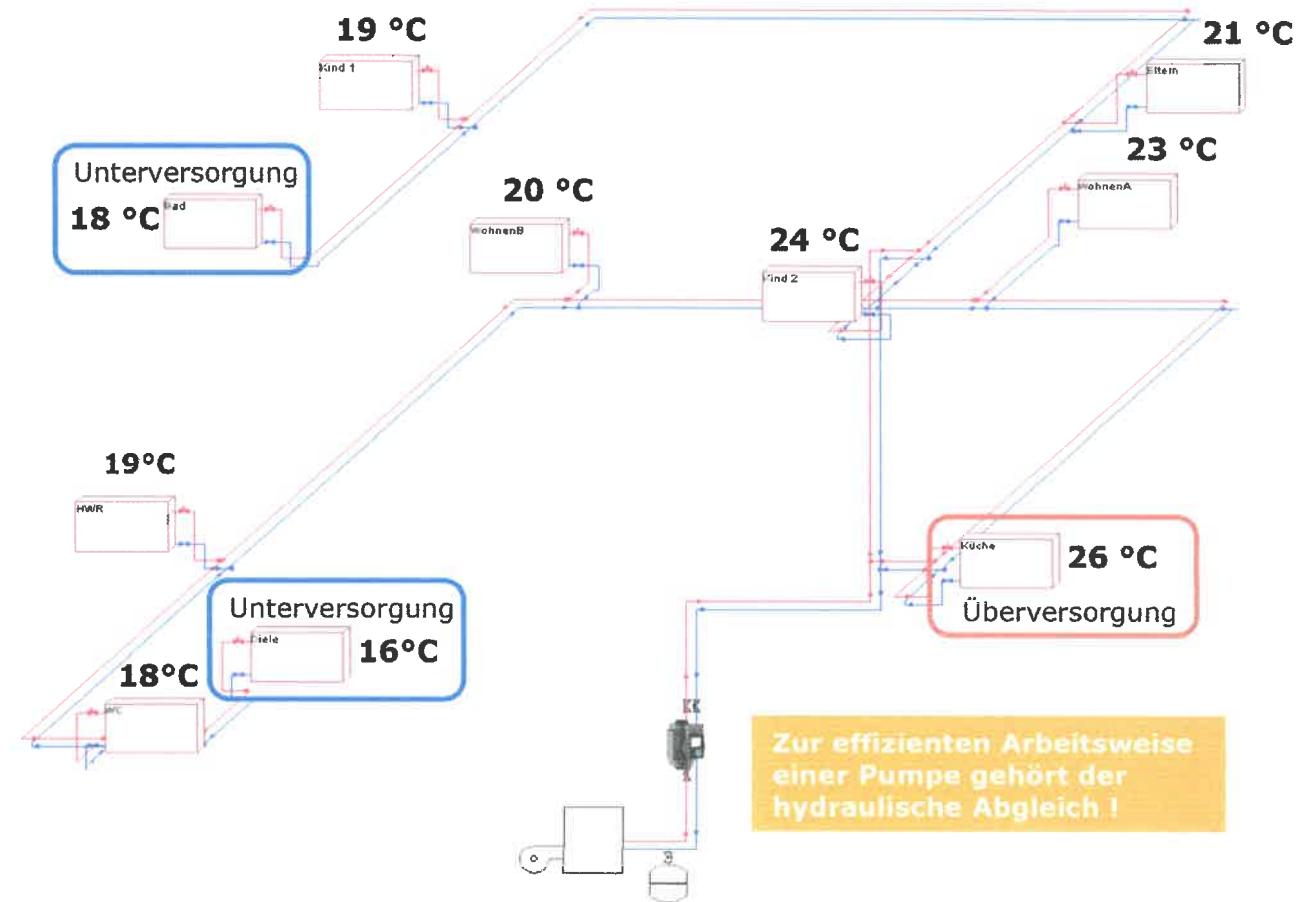
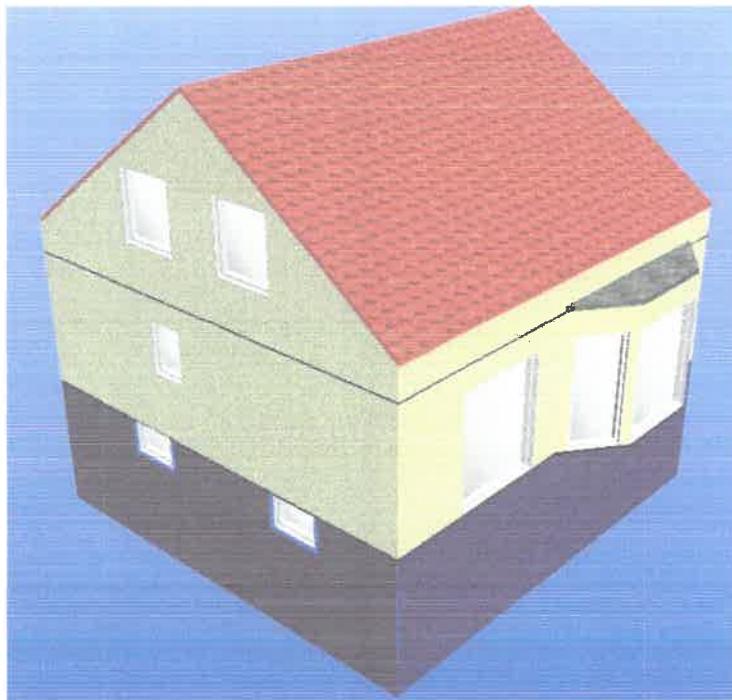
= 58m

$$dp_{VR} = R * I * F = Pa$$

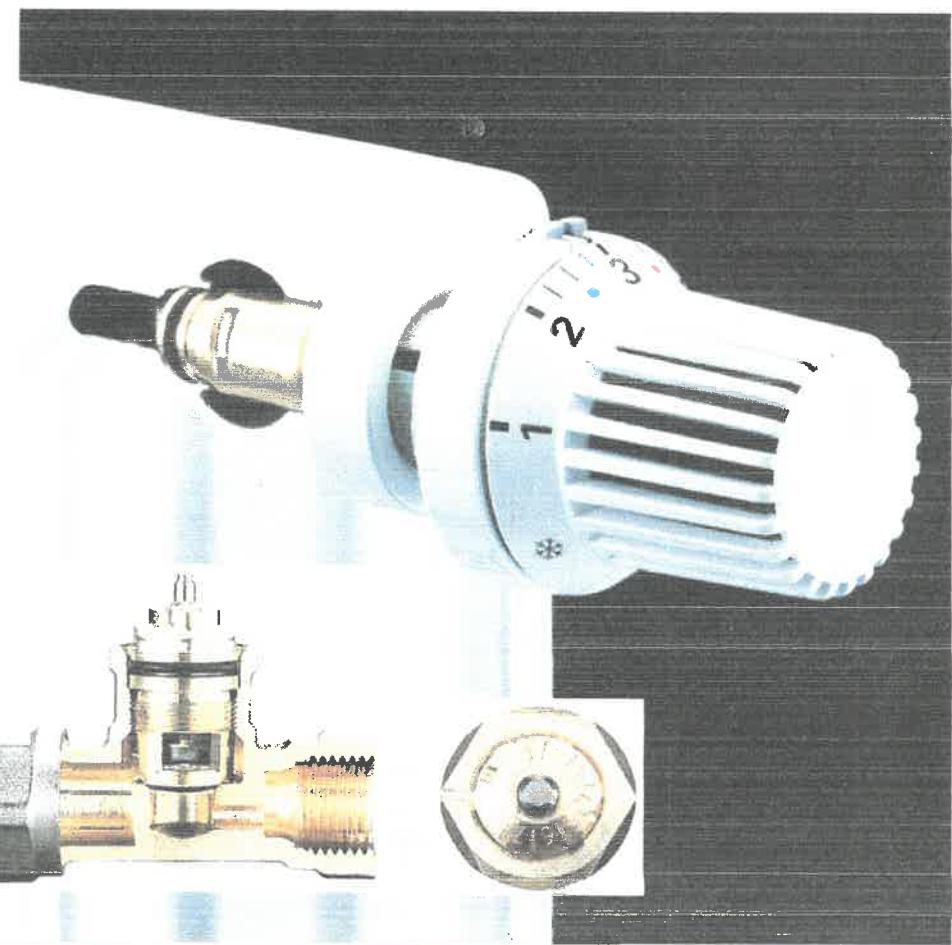
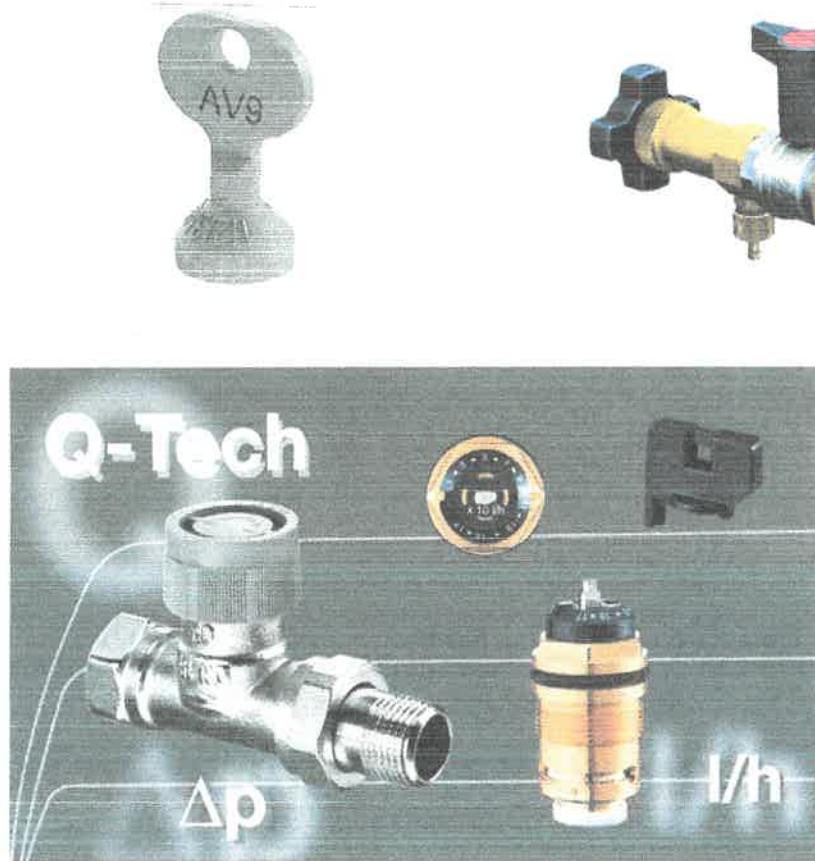
$$dp_{VR} = 100 \text{ Pa} * 58 \text{ m} * 1,3 = 7.540 \text{ Pa/75,4 mbar}$$



Wilo-Brain: Einfamilienhaus Baujahr 1984 - Berechnung



Das „A“ und „O“ der Hydraulik - Der Hydraulische Abgleich



Δp über das Thermostatventil

In welchem Differenzdruck- Bereich soll das Thermostatventil arbeiten ?

Physikalische Eckdaten:

- Geräusche können bei ca. 150 - 250 mbar beginnen (je nach Ventiltyp)
- Mindestdifferenzdruck zur Sicherung einer Regelautorität ca. 50 mbar

→ Mittlerer Auslegungsdifferenzdruck = 80 mbar

→ Maximaler Differenzdruck am Thermostatventil von 150 mbar
zur Vermeidung von Fließgeräuschen (auch im Teillastbereich)

Wilo-Brain: Einfamilienhaus Baujahr 1984 - Berechnung

Erdgeschoss:

Raum	Wohn-fläche	Wärmebedarf	Durch-fluss	Ventil-vorein-stellung	Ventil-Typ
	m ²	W	l/h	Nr.	kv
Wohnen / Diele	30,39	3039	87	5,5	AV9
			87	5,5	AV9
Ess-zimmer	12,81	1281	74	5	AV9
Küche	7,51	751	43	3 (0,13)	AV9
Büro	15,61	1561	90	5,5	AV9
Bad / WC	5,90	590	34	2,5	AV9
Gäste-zimmer	11,58	1158	66	4,5	AV9
Treppen-haus	9,42	942	54	4	AV9
Summe	93,22	9322	535	-	-

Dachgeschoss:

Raum	Wohn-fläche	Wärmebedarf	Durch-fluss	Ventil-vorein-stellung	Ventil-Typ
	m ²	W	l/h	Nr.	kv
Schlaf-zimmer	28,70	2870	83	5,5 (0,28)	AV9
			83	5,5	AV9
Bad / WC	5,33	533	31	2,5 (0,11)	AV9
Kinder-zimmer1	16,15	1615	93	6	AV9
Kinder-zimmer2	12,11	1211	69	5	AV9
Flur	5,17	517	30	2,5	AV9
Summe	67,46	6746	389	-	-

Gebäude Gesamt:

Zu beheizende Fläche: 160,68 m²

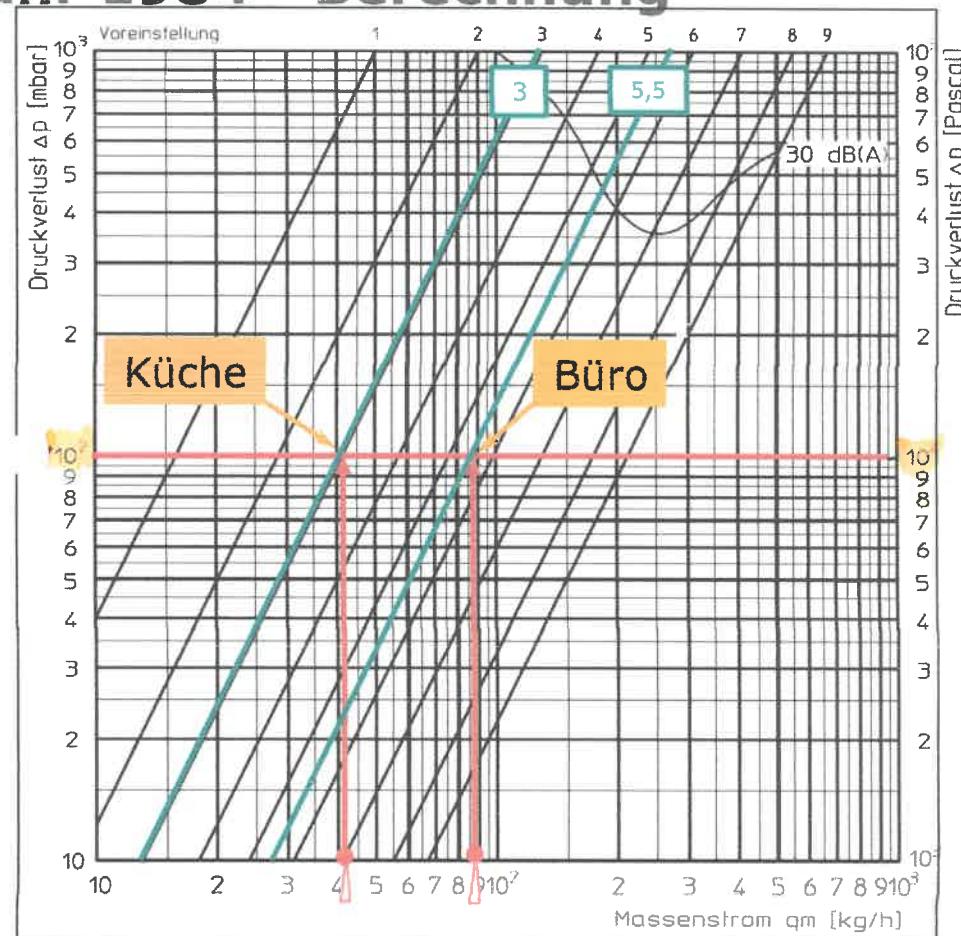
Heizlast:
16,07kW

Volumenstrom
V = 0,924m³/h (70/55)

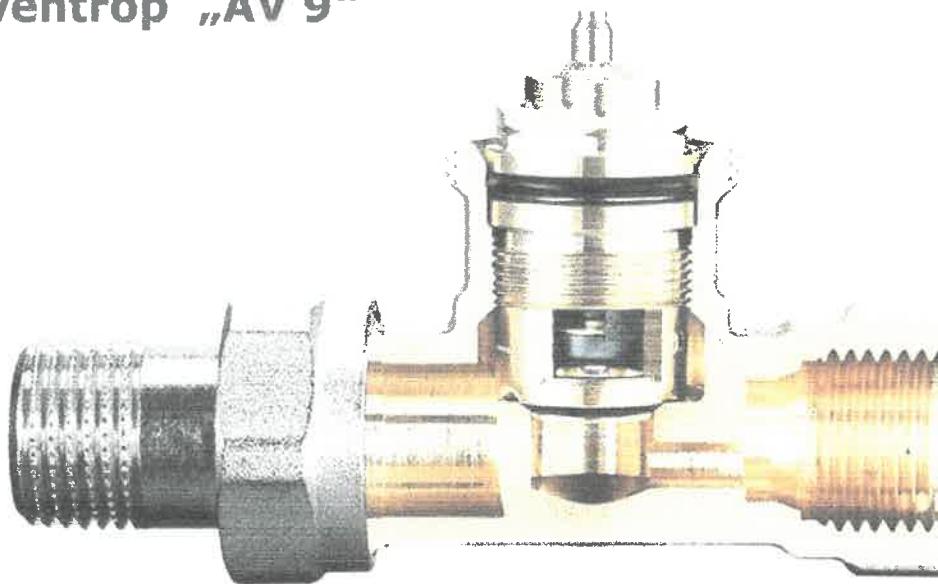
Wilo-Brain: Einfamilienhaus Baujahr 1984 - Berechnung

Erdgeschoss:

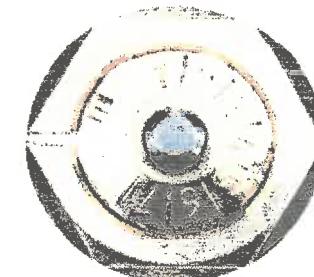
Raum	Wohn- fläche	Wärm- ebedarf	Durch- fluss	Ventil- vorein- stellung	Ventil- -Typ
	m ²	W	l/h	Nr. (kv)	
Wohnen / Diele	30,39	3039	87	5,5	AV9
			87	5,5	AV9
Esszimmer	12,81	1281	74	5	AV9
Küche	7,51	751	43	3 (0,13)	AV9
Büro	15,61	1561	90	5,5 (0,21)	AV9
Bad / WC	5,90	590	34	2,5	AV9
Gästezimmer	11,58	1158	66	4,5	AV9
Treppenhaus	9,42	942	54	4	AV9
Summe	93,22	9322	535	-	-



Oventrop „AV 9“



Einstellkrone

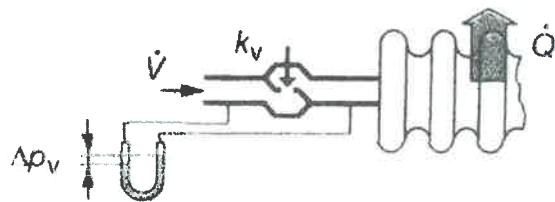


voreinstellbares Thermostatventil für Zweirohrheizungsanlagen
mit Zwischenstellungen haben wir 17 Einstellwerte

Voreinstellung	1	2	3	4	5	6	7	8	9
kv-Werte „AV9“	0,05	0,09	0,13	0,18	0,24	0,31	0,41	0,55	0,67

Regelung und Hydraulik in der Heiz- und Energietechnik

Ventilkennwert (Durchlasswert - Beispiel) und hydraulischer Widerstand von Stellventilen - Ventilautorität



Der k_v -Wert gibt den Volumenstrom in m^3/h bei einem Druckverlust im Ventil von 1 bar (= 100000 Pa) an.

- hydraulischer Widerstand für Stellventile:

$$C = \frac{1 \text{ bar}}{k_v^2}$$

$$k_v = \dot{V} \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{\Delta p_v}} = V_{100} (\text{m}^3/\text{h}) \cdot \sqrt{100 \text{ kPa} / \Delta p (\text{kPa})}$$

Merke:

Der k_v -Wert wird vom Hersteller gemessen und ist ein Produktwert.

Liegt an einem Ventil ein geringerer Differenzdruck an, fließt ein geringerer Volumenstrom (k_v ist gleich!)

Oder: fließt durch ein Ventil ein geringerer Volumenstrom als auf dem Prüfstand, fallen weniger als 100.000 Pa Druck ab (k_v ist gleich!)

Gleichungen zur Ermittlung des V_{100} , dpv_{100} und kvs / kv :

A.) Vorzugsweise mit dem Ventil-Rechenschieber!

B.) Rechnerisch praktikabel.

bei V_{100} in m^3/h , dpv_{100}/dp in kPa und kvs / kv in m^3/h

a.) $V_{100} = kvs * \sqrt{dpv_{100} / 100 \text{ kPa}}$;

b.) $dpv_{100} = 100 \text{ kPa} * (V_{100} / kvs)^2$;

c.) $kvs = V_{100} * \sqrt{100 \text{ kPa} / dpv_{100}}$;

C.) Rechnerisch weniger praktikabel

bei V_{100} in m^3/h , dpv_{100}/dp in bar und kvs / kv in m^3/h

a.) $V_{100} = kvs * \sqrt{dpv_{100}}$

b.) $dpv_{100} = (V_{100} / kvs)^2$;

c.) $kvs = V_{100} / \sqrt{dpv_{100}}$;

D.) Ermittlung des $dpvar$ ($dpmv$), av (Pv) und dpv_{100}

bei $dpvar$ in kPa und dpv_{100} in kPa

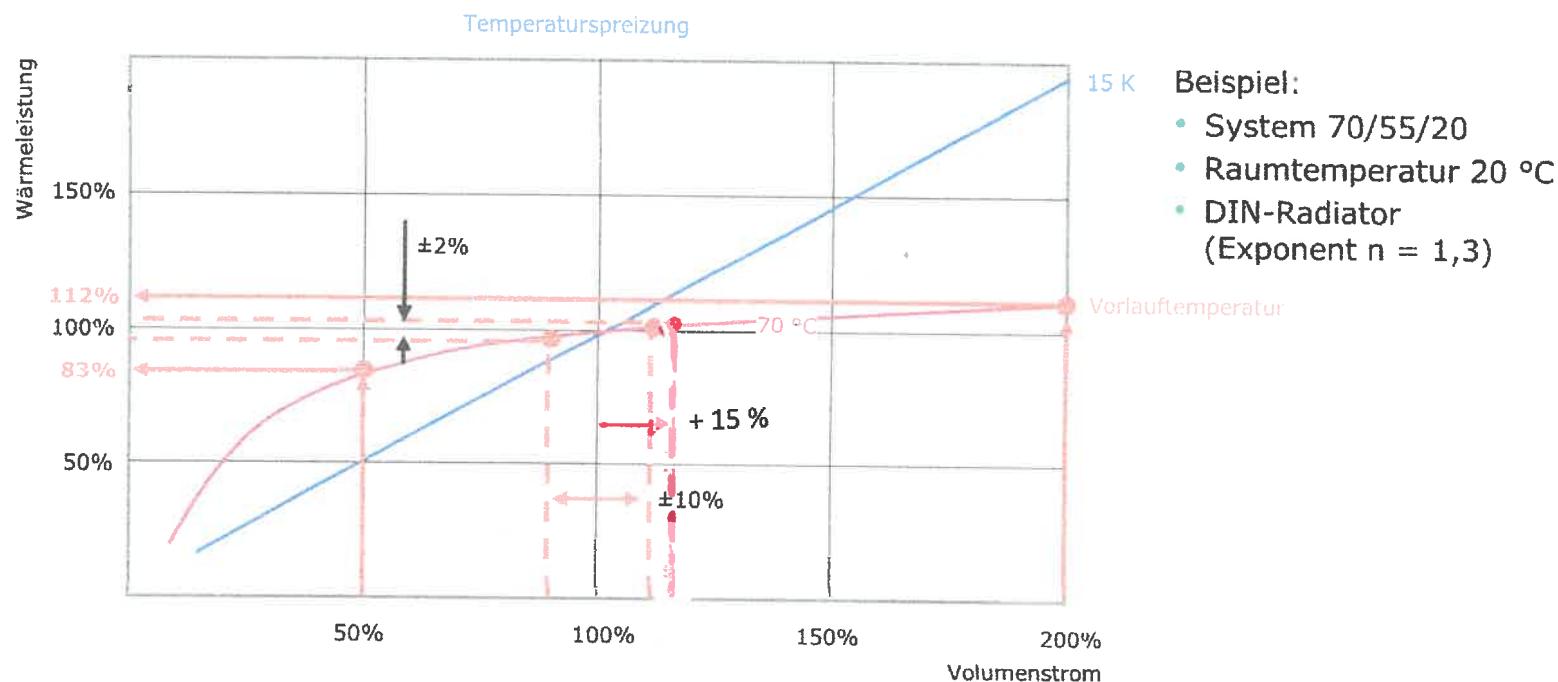
a.) $dpvar = (1 - av) * dpv_{100} / av$;

b.) $dpv_{100} = av * dpvar / (1 - av)$;

c.) $av = dpv_{100} / (dpv_{100} + dpvar)$.

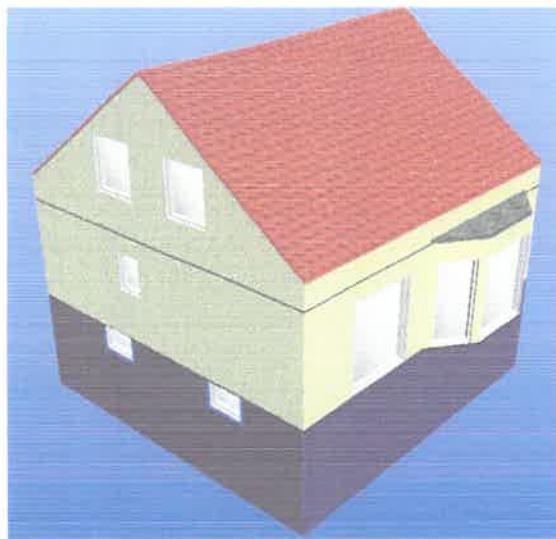
Hydraulik: Heizkörper-Betriebsdiagramm

Leistungsabgabe am Heizkörper



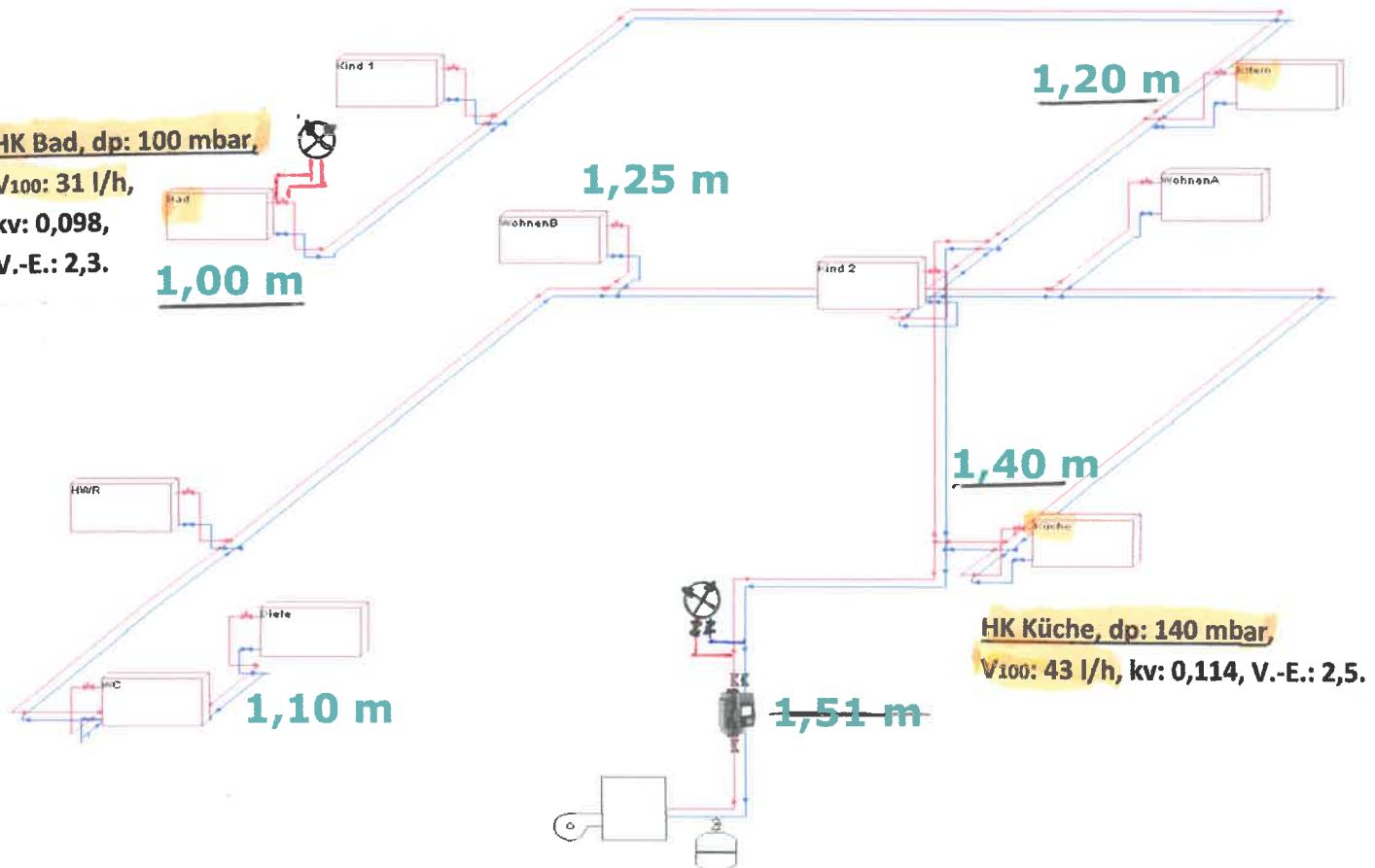
Wilo-Brain: Einfamilienhaus Baujahr 1984 - Berechnung

HK Eltern, dp: 120 mbar,
V100: 83 l/h, kv: 0,24, V.-E.: 5,0.



HK Bad, dp: 100 mbar,
V100: 31 l/h,
kv: 0,098,
V.-E.: 2,3.

1,00 m



Legende HK Bad:

$$kv = V_{100} * \sqrt{100 \text{ kPa}} / dp =$$

$$0,031 \text{ m}^3/\text{h} * \sqrt{100 \text{ kPa}} / 10 \text{ kPa} = 0,098$$

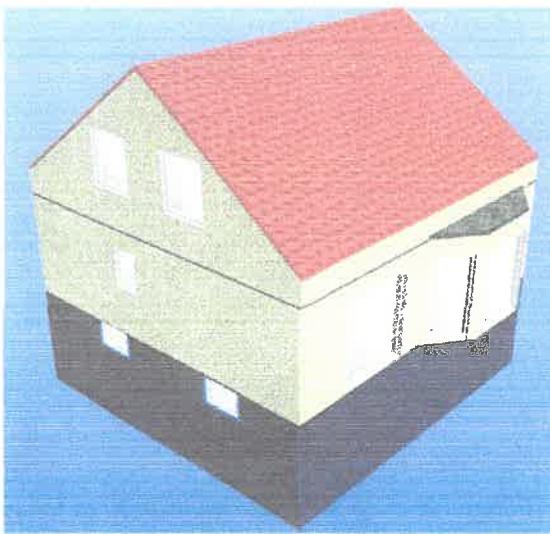
manfred-kamrath@t-online.de

Juni 2025

Anmerkung: Bei der Auslegung der Förder-Höhe der Pumpe wurde der Druckverlust des Wärmerzeugers nicht berücksichtigt. Dieser liegt in der Regel zwischen 50 und 100 mbar.

Damit müsste die F.-H. bei ca. 2 bis 2,5 m liegen!

Wilo-Brain: Einfamilienhaus Baujahr 1984



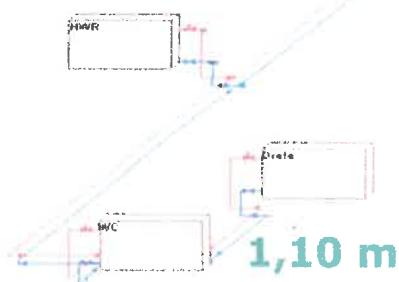
HK Bad:

V₁₀₀: 31 l/h,
kv: 0,11,
V.-E.: 2,5,
= 79 mbar.

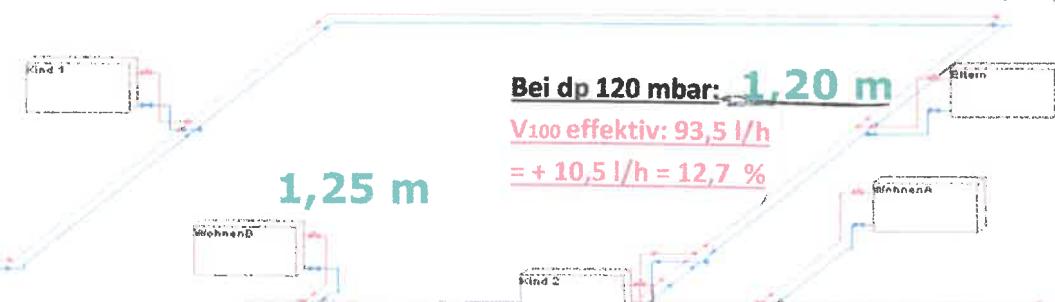
1,00 m

Bei dp 100 mbar:

V₁₀₀ effektiv:
34,8 l/h = + 3,8 l/h = 12,3 %

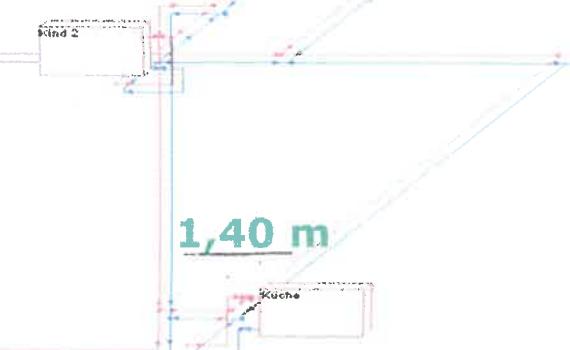


1,25 m



Bei dp 120 mbar: 1,20 m

V₁₀₀ effektiv: 93,5 l/h
= + 10,5 l/h = 12,7 %

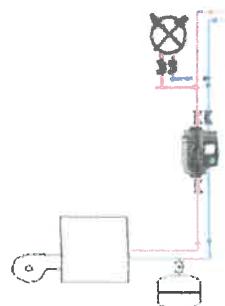


HK Küche:

V₁₀₀: 43 l/h, kv: 0,13, V.-E.: 3,0 = 109 mbar.

Bei dp 140 mbar:

V₁₀₀ effektiv: 48,6 l/h = + 5,6 l/h = 13 %



Die ausgelegten Thermostat-Ventile sind auf 109, 94 und 79 mbar eingestellt!

Anmerkung zum max. V₁₀₀ mit 115 % und dem min. V₁₀₀ mit 90 % an den Th.-V.

Beispiel HK Küche: Bei 115 % würden bei einem V₁₀₀ mit 43 l/h = 49,5 l/h fliessen!

Demnach dürfte hier nur ein max. dpVR = 100 kPa * (V₁₀₀/kv)² = 100 kPa * (0,0495 m³/h / 0,13)² = 14,5 kPa/ 145 mbar am Th.-V. anstehen!

Mit dem gleichen Rechenweg würden bei 90 % = 38,7 l/h fliessen und sich hierbei ein minimales dpVR von 89 mbar an dem Th.-V. ergeben!

Wenn das dpVR diesen Anforderungen nicht entspricht, muss ein anderer kv bzw. Ventileinstell-Wert gewählt werden!

HK Eltern:

V₁₀₀: 83 l/h, kv: 0,27, V.-E.: 5,5 = 94 mbar.

manfred-kamrath@t-online.de

Juni 2025

Für alle HK kommen jeweils noch zwei weitere (ein grösserer und ein kleinerer!)

Ventileinstell (V.E.) bzw. kv-Werte in betracht!

Zum Bsp. beim HK Küche:

V.E.-W. 3,5/ kv 0,155 = dp 77 mbar und

V.E.-W. 2,5/ kv 0,11 = dp 153 mbar.

Hierzu muss jedoch das zugehörige dpVR angepasst werden!

3/13

Hydraulischer Abgleich bei einem Heizkreis mit Heizkörper

A.) Mit voreinstellbaren druckabhängigen (statischen) Thermostat-Ventilen.

1.) Hierzu sollten voreinstellbare Th.-V. schon eingebaut sein. Wenn nicht, ist der Einbau von druckunabhängigen Th.-V., wie in den Folien 7/17 und 7/18 aufgeführt, sehr zu empfehlen!

Es wäre von Vorteil, wenn eine Rohrnetzberechnung vorliegen würde! Wenn diese fehlt, sollte als Basis das dpvR des Rohrnetzes am Schlechtpunkt, ggf. am Ende des Rohrnetzes ermittelt werden.

Diese Messung könnte mit einem vorübergehend einzubauenden Demontageblock, einer Messspindel sowie dem Anschluss eines Differenz-Druck-Manometers (DDM) erfolgen! Alternativ mit dem Einbau eines Th.-V., dass diese Anschlussmöglichkeiten für den Anschluss für ein DDM schon hat!

Zu dem sollte ein DDM mit Messventilen in der Heizungszentrale nach der Pumpe zwischen dem Vor- und Rücklauf fest eingebaut werden!

Mit diesen beiden Messungen, könnten dann mit der Abschätzung der weiteren Druckverhältnisse des gesamten Rohrnetzes die Einstellung aller Th.-V. ermittelt werden!

Die Messungen und Einstellungen müssen bei geöffneten Th.-V. und bei max. Last bzw. dem zugehörigen Volumenstrom ausgeführt werden!

Als Beispiel wurden die Druckverhältnisse der Rohrnetze, wie in den Folien 7/12 und 7/13 mit 140....100 mbar aufgeführt, übernommen! Wenn möglich, ist hierzu zu empfehlen, das max. dpvR von 140 mbar auf ca. 100 mbar und das dpvR von 100 auf min. 50 mbar zu reduzieren!

2.) Idealer Weise sollte sich das einzustellende dp an den Th.-V. mit dem zugehörigen dpVR decken. In der Folie 7/12 ist dies der Fall, was in der Praxis kaum möglich ist, da die kv und Einstell-Werte der Th.-V. außer der Reihe eingestellt werden müssen! Es genügt, wenn ein gängiger Einstellwert gewählt wird! Um die max. Leistung der HK weitgehend zu erhalten, sollte der Nenn- Volumenstrom an den Th.-V. zwischen 90 und 115 % liegen!

Bei einer Reduktion des V100 auf 90 %, reduziert sich das dp des Th.-V. um 18,4 %. Die Heizleistung des HK reduziert sich dabei um ca. 2 %. Folie 7/11.

Bei einer Erhöhung des Volumenstroms auf 115 % erhöht sich das dp des Th.-V. um 33 %. Die Heizleistung des HK erhöht sich dabei um ca. 2,3 %. Folie 7/11.

In der Folie 7/13 ist zu erkennen, dass an 3 HK an deren Th.-V. die relevanten Daten wie V100 und Ventil-Einstellwerte von der Folie 7/6 und hieraus der kv-Wert aus der Folie 7/8 übertragen wurde. (Dies betrifft auch die Th.-V. der restlichen HK!) Durch das zu gering eingestellte dp an den Th.-V. gegenüber dem jeweiligen dpVR des Netzes, erhöht sich der Volumenstrom an jedem Th.-V. um ca. 13 % über dem notwendigen V100! Demgemäß erhöht sich das dp dieser Th.-V. um ca. 28 %. Das dpVR an den Th.-V. könnte demnach um bis max. 20 % reduziert werden! Das vorstehende zeigt, dass vor dem hydraulischen Abgleich, zumindest eine überschlägige Ermittlung des dpVR an den Anschlussstellen von jedem HK, erforderlich ist!

Wenn auch nur bei einem HK ein überhöhter Volumenstrom auftritt, ist deren dpVR zu ermitteln. Dies bei der Auslegung der F.-H. der Pumpe zu beachten!

Fazit: Wenn ein akzeptabler hydraulischer Abgleich vorgenommen wurde, sollte die Pumpe mit "Dynamik Adapt plus", wie auf der Folie 7/19 aufgeführt, betrieben werden!

Wenn der hydraulische Abgleich nicht richtig ausgeführt wurde, sollte die Pumpe mit "dp-v", wie in den Folien 7/20 und 7/21 aufgeführt, betrieben werden!

Hierbei ist zu beachten, dass bei Teillast und damit beim Schliessen der Th.-V., sich das dp an den Th.-V. stark erhöht! Damit steht bei Teillast meist ein höheres dpVR des Netzes an den Th.-V. an als bei Nennlast!

Dies kann zu Fliessgeräuschen an den Th.-V. führen!

Dies speziell bei der Pumpeneinstellung dp-v, da sich hier die F.-H. der Pumpe im Teillastbereich nicht entsprechend dem steigenden dp der Th.-V. anpassen kann!

B.) Mit druckunabhängigen (dynamischen) Thermostat-Ventilen.

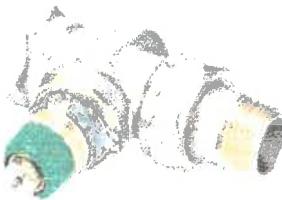
Auf Grund des grossem Aufwands des hydraulischen Abgleichs mit statischen Th.-V. sollten diese gegen druckunabhängige Th.-V. ausgetauscht werden! Zum hydraulischen Abgleich ist hier nur der max. Volumenstrom einzustellen! Auf Grund des geringen Aufwand für den hydraulischen Abgleich, amortisieren sich diese Th.-V. in kurzer Zeit!

Beim Einbau dieser druckunabhängigen Th.-V. ist ein mindest Differenzdruck von 100 mbar vorzusehen!

Es ist dafür zu sorgen, dass am Schlechtpunkt immer ein minimales dpVR 100 mbar vorhanden ist! Der hydraulische Abgleich erfolgt mit der Einstellung des Nennvolumenstroms an den Th.-V. (ohne Zuschläge!)

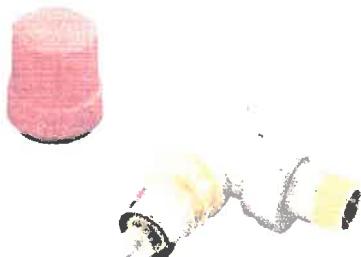
Die zugehörige Pumpe muss hierzu auf eine konstante F.-H. = dp-c, wie auf der Folie 7/21 aufgeführt, eingestellt werden!

Tipp : Der Unterschied in der Auslegung



RA-DV

Druckunabhängig:
min. 100 mbar (10 KPa)

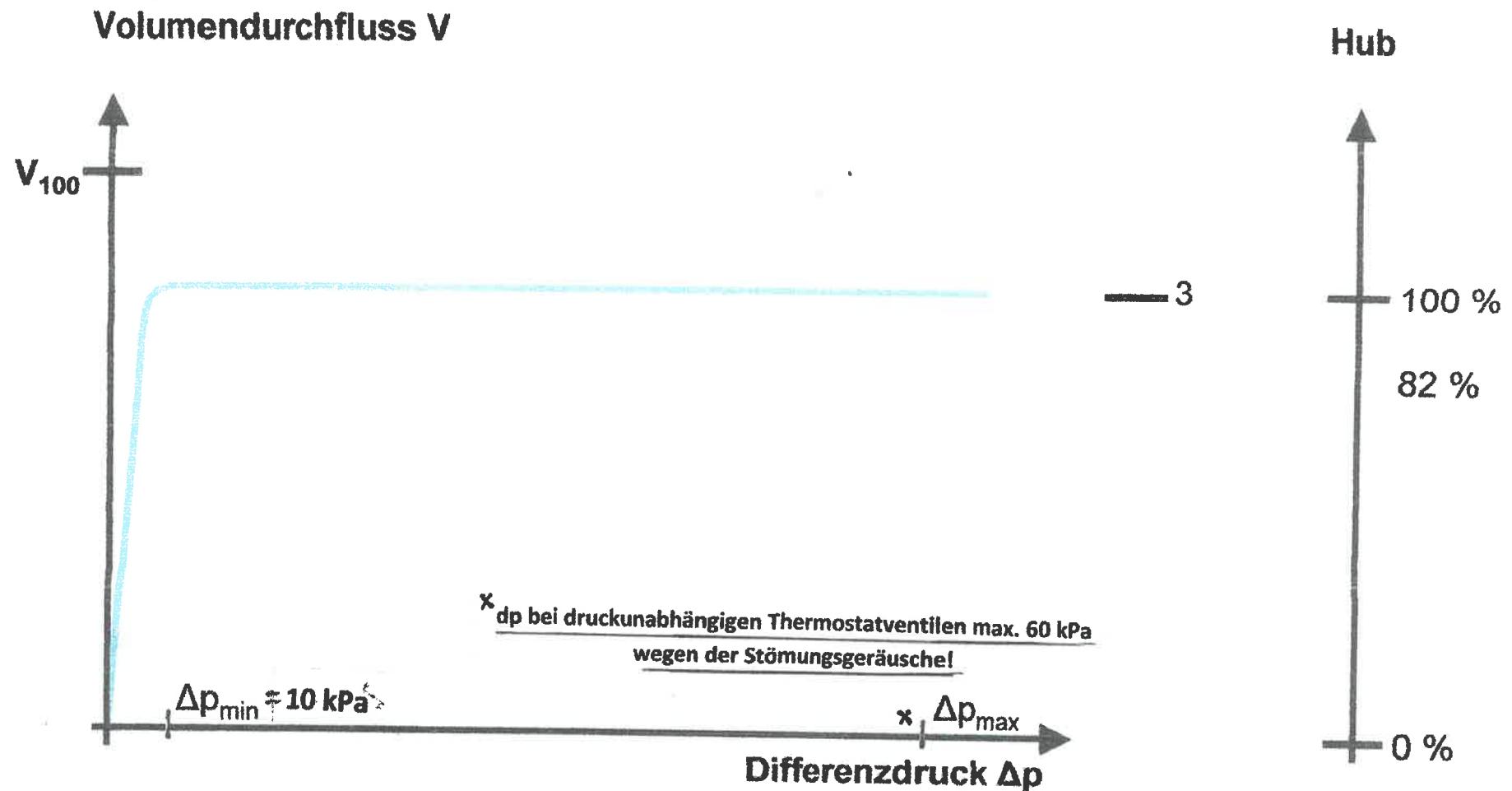


RA-N

Druckabhängig:
Vorgabe 50 mbar (5KPa), wenn
möglich reduzieren

Eine Reduktion ist nicht zu empfehlen, da hiermit die Ventilautorität zu niedrig wird! Das dp sollte zwischen 50 und 100 mbar liegen!

Volumendurchfluss in Abhängigkeit des Hubs und des Differenzdrucks



manfred-kamrath@t-online.de

Autor / RC-DE BT BAY

2/78

Regelungsfunktion: Dynamic Adapt plus – Werkseinstellung !

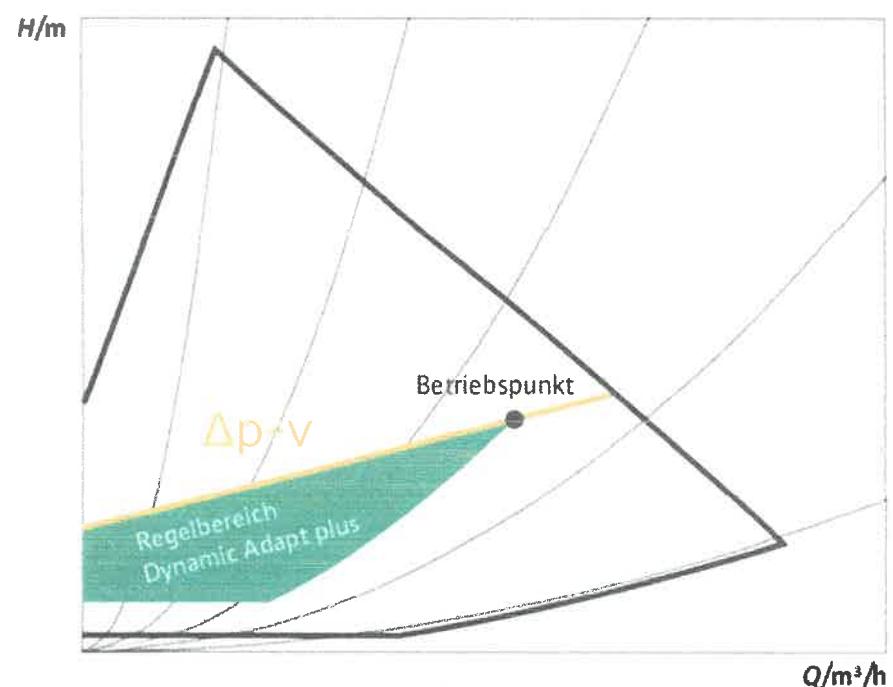
Bis zu 20 % Energieeinsparung im Vergleich zu $\Delta p-v$

Es muss keine Förderhöhe eingestellt werden.
Die Anpassung an die Druckverhältnisse der Anlage
erfolgt automatisch.

- Einsatzbereich:
Verbraucherkreis mit angeschlossenen Heizkörpern,
Fußbodenheizung, Luftherzern (Heizung) oder mit
Fußboden-/Deckenregistern, Luft-Klima-Geräte
(Kühlung)

Voraussetzung:

Die Rohrnetze sind hydraulisch abgeglichen



Die richtige Regelungsart.

System Heizkörper 70/55:

16,07 kW: ca. 0,92 m³/h

ca. 1,51 mWs

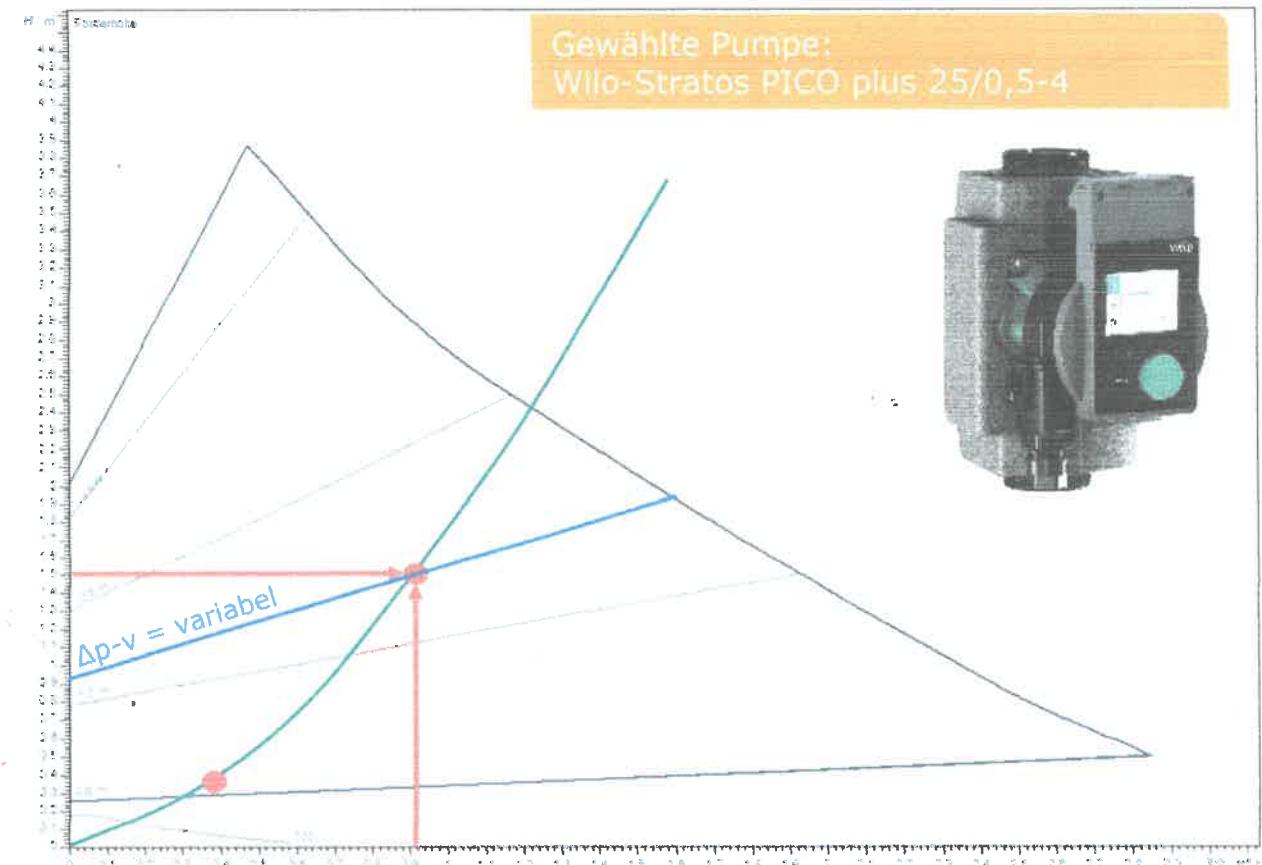
bei ca. 50% Leistung:

8 kW: ca. 0,451 m³/h

ca. 0,38 mWs

1/2 Volumenstrom

1/4 Differenzdruck



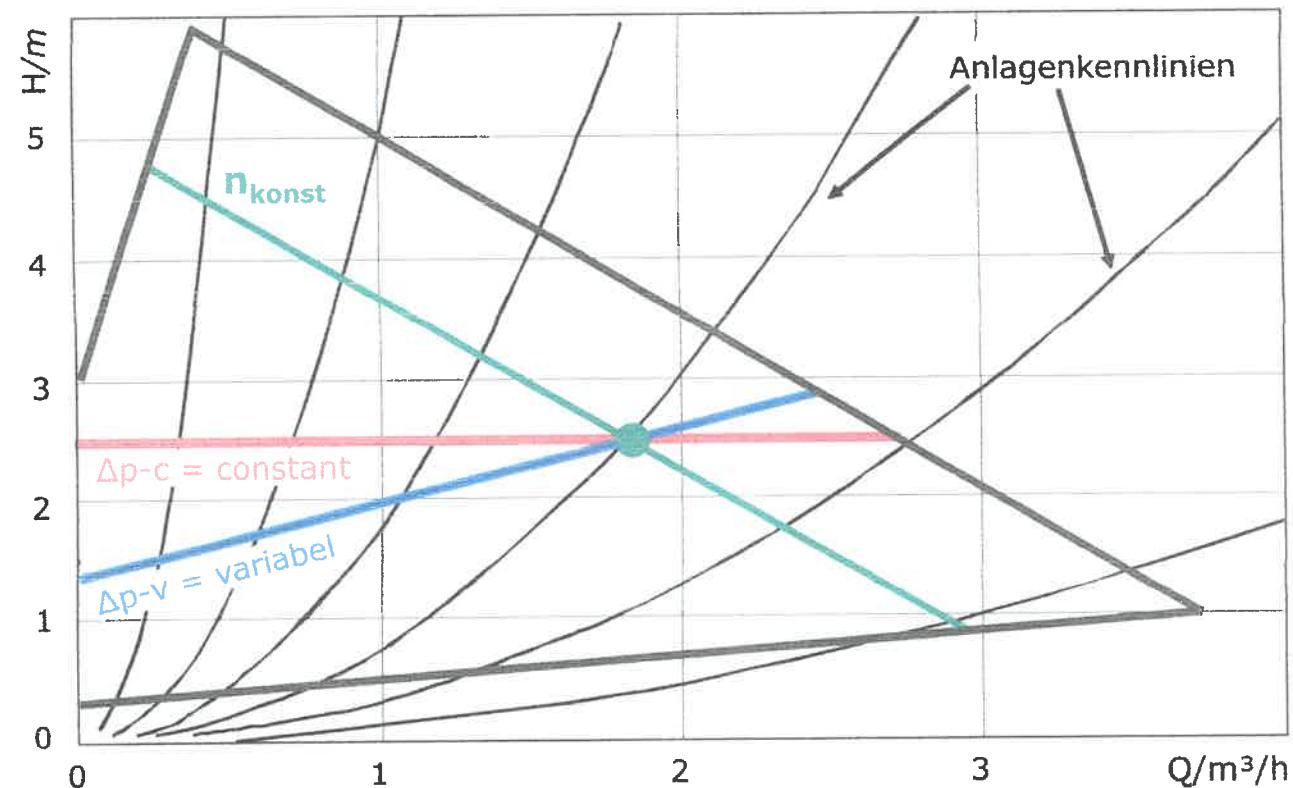
Regelungsfunktionen: Wilo-Stratos PICO plus

Konstantdrehzahl n_{konst}

(drei Stufen voreingestellt oder
freie Wahl der Drehzahl)

Konstanter Druck $\Delta p-c$

Variabler Druck $\Delta p-v$



A photograph of a person's hands holding a white envelope. A blue ribbon is tied in a bow around the middle of the envelope. The hands are positioned as if presenting the envelope. The background is a plain, light color.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Manfred Kamrath

Kapitel 5: Hydraulische Schaltungen in der Heizungstechnik.

Teil 8.) Hydraulische Schaltungen mit dem Einbau von statischen kvs- Regel-Ventilen.

- 8.1.) Wärmeübertrager mit Kennlinien.
- 8.2.) Sonstige hydraulische Kennlinien.
- 8.3.) Hydraulische Funktion von HLK- Anlagen interpretieren.
- 8.4.) Beschreibung der Begriffe: Druckloser und druckbehafteter Verteiler dpVR, mengenvariabler dpmv (dpvar) und konstanter Druckverlust dpk, Nennvolumenstrom V100 (V), kv und kvs- Wert in m³/h bei 1 bar!, Wärmeübertrager-Wert aw (a), Ventilautorität av (Pv), Streckenkennlinie mit dem ermittelten ks-Wert, Förder-Höhe einer Pumpe mWs, Pumpenkennlinien: Konstante Drehzahl n-c, konstanter Druck (mit und ohne DDG!) dp-c, variabler Druck dp-v, variabler Druck einstellbar dp-v und automatisch angepasster Druck Dynamic Adapt plus.
- 8.5.) Beurteilung der Funktion und Energieeffizienz von verschiedenen hydraulischen Schaltungen.

Kapitel 5: Hydraulische Schaltungen in der Heizungstechnik.

Teil 9.) Auslegung von 3-Weg Mischvenilen in eine Muster-Hydraulik bestehend aus einem druckarmen Verteiler mit dem Anschluss von 2 Heizkreisen, 1* Heizkörper und 1* Fussbodenheizung. Diese werden über die Aussentemperatur geregelt.

9.1.) Der Hkr.1 für die Heizkörper wird mit einer Beimischschaltung geregelt.

9.2.) Der Hkr. 2 für die Fussboden-Heizung wird über eine doppelte Beimischschaltung (fester Vormischung!) geregelt.

9.3.) Für beide Heizkreise wird der Wärmeübertrager-Wert aw, der mengenvariable Druckverlust dp_{MV} (dp_{var}), der Nenn-Volumenstrom m³/h und damit der kvs-Wert der 3-Weg-Mischventile sowie deren Druckverlust dp_{V100} ermittelt. Mit dem dp_{MV} und dem dp_{V100} wird die Ventilautorität av (Pv) ermittelt.

Mit der Ventilautorität av und dem Wärmeübertrager-Wert aw wird über ein Diagrammm die Ventilcharakteristik und die Streckenkennlinie und hieraus der ks-Wert ermittelt.

9.4.) Für den Fussboden-Heizkreis wird für das Beipass-Regulierventil (Drossel!) der Volumenstrom V₁₀₀ und damit das dp dieses Ventils ermittelt

9.5.) Desweiteren wird den Seminarteilnehmern die Funktion des Ventil-Rechenschiebers vermittelt.

Kapitel 4: Optimierung von Heizungsanlagen.

Teil 10.) Hydraulische Weiche vs. Puffer-Speicher.

- 10.1.) Die Funktion der Hydraulischen Weiche.
- 10.2.) Die Funktion eines Puffer-Speicher.
- 10.3.) Die Funktion eines Puffer-Speicher bei einer Hybrid-Anlage.

Kapitel 5: Hydraulische Schaltungen in der Heizungstechnik.

Teil 11.) Die moderne Hydraulik in der Gebäudetechnik mit druckunabhängigen/ dynamischen Ventilen (PICV)

11.1.) Vergleich von statischen kvs Ventilen, mit Differenzdruck-Regelventilen und druckunabhängigen Ventilen (PICV)

11.2.) Differenzdruckhaltung mit einem externen Differenz-Druck-Geber (DDG) für einem Verteiler/Sammler = dpVR

11.3.) Beim Einbau von druckunabhängigen Regel-Ventilen (PICV) sind Energieeinsparungen gegenüber statischen kvs Regel-Ventilen bis zu 30 % möglich. Des Weiteren haben diese R.-V. gegenüber R.-V. mit einem kvs-Wert viele Vorteile.

11.4.) Hydraulischer Abgleich mit dem Einbau von druckunabhängigen Regel-Ventilen in Einrohrheizungen.
(Siehe auch Teil 2.)

Kapitel 6: Hydraulischer Abgleich in der Heizungstechnik.

Teil 12.) Der Hydraulische Abgleich mit festen (druckabhängigen) und dynamischen (druckunabhängigen) Ventilen.

- 12.1.) Funktion und Einstellung des kv-Werts eines statischen Strangregulierventils über ein Nomo- oder einem Durchfluss-Diagramm sowie rechnerisch.
- 12.2.) Einregulierung mit dem Differendruck-Messcomputer.
- 12.3.) Erfassen der Widerstände im System.
- 12.4.) Einstellung und Funktion eines Differenzdruckregelventils als Strangregulierventil.
- 12.5.) Ermittlung des Differenzdrucks im Auslegungsfall sowie im Teillastbereich beim Einbau eines statischen Strangregulierventils.
- 12.6.) Wie vor jedoch mit einem Differenzdruckregelventil als Strangregulierventil.
- 12.7.) Vergleich von statischen und dynamischen Thermostatventilen.
- 12.8.) Beispiel einer Fussbodenheizung mit dem hydraulischen Abgleich.