



MODUL GRUNDLAGEN HYDRAULIK LE 11.3

Unterstützt durch



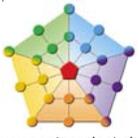
Träger

Arbeitsgemeinschaft für Solarenergie SWISSOLAR
Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz, FWS
Haustechnik-Fachlehrvereinigung SSSL
Hochschule Technik+ Architektur Luzern, FHZ
Holzenergie Schweiz; Holzfeuerungen Schweiz
Schweizer Agentur für erneuerbare Energien, AEE
Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA
Schweizerischer Kaminfegermeister-Verband, SKMV
Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec)
Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren, SWKI
Schweizerischer Verein für Kältetechnik, SVK
Schweizerische Vereinigung Beratender Ingenieurunternehmungen, usic
Schweizerische Vereinigung für Geothermie, SVG
SOLAR - Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie
SOLAR SUPPORT; Schweizerischer Verband Dach und Wand
SVDW; Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, VSEI
Verband Schweizerischer Hafner- und Plattengeschäfte, VHP
Vereinigung Schweizerischer Sanitär- und Heizungsfachleute, VSSH

Hubrainweg 10, 8124 Maur, Tel. 01 908 40 80, Fax 01 908 40 88
info@pentaproject.ch, www.pentaproject.ch

Inhaltsverzeichnis

1.	Sicherheitstechnische Einrichtungen	3
2.	Fühlermontage	12
2.1	Montagekriterien	13
3.	Hydraulische Schaltungen	21



1. Sicherheitstechnische Einrichtungen

1.1 Expansionsanlage

Bei der Auslegung von Expansionsanlagen wird grundsätzlich zwischen offenen und geschlossenen Heizungsanlagen unterschieden (SWKI 93-1).

Offene Heizungsanlagen

In offenen Heizungsanlagen sind die Wärmeerzeuger mittels Sicherheitsvorlauf- und Sicherheitsrücklauf-Leitung mit einem hochliegenden Ausdehnungsgefäss verbunden. Das Ausdehnungsgefäss weist eine offene Verbindung mit der Atmosphäre auf. Offene Ausdehnungsanlagen werden heute eher selten eingesetzt und darum hier nicht behandelt.

Geschlossene Heizungsanlagen

Die Expansionsanlage von geschlossenen Heizungsanlagen hat keine offene Verbindung mit der Atmosphäre und somit einen geschlossenen Kreislauf. Als Grundlage für die Auslegung von geschlossenen Ausdehnungsgefässen dient die Richtlinie SWKI 93-1.

Das Wasser im Heizungskreislauf nimmt im Wärmeerzeuger Wärme auf und gibt diese in der Wärmeabgabe wieder ab. Innerhalb des Heizungskreislaufes ändert sich die Temperatur und somit die Dichte des Wassers dauernd. Dabei dehnt sich das Wasser bei der Erwärmung aus. Anders als Luft ist Wasser praktisch nicht zusammendrückbar (kompressibel). Könnte sich das Wasser in einer Heizungsanlage bei der Erwärmung nicht ausdehnen, würde der Druck in der Anlage sehr schnell und sehr hoch ansteigen.

Beispiel: Erwärmt sich das Heizungswasser von 20°C auf 50°C, würde der

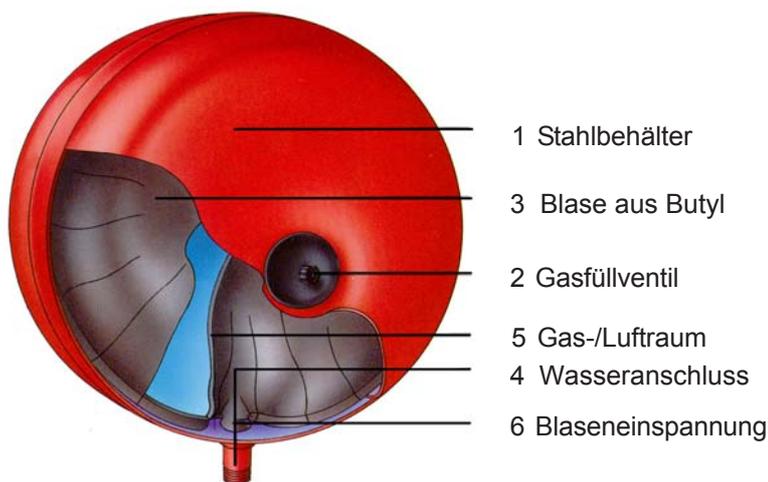


Abbildung 1:
Expansionsgefäss für kleine
Heizungsanlagen

Druck in der Anlage ohne Expansion auf 111bar ansteigen!

Das Ausdehnungsgefäss muss bei der Erwärmung des Wassers das anfallende Ausdehnungsvolumen aufnehmen und bei der Abkühlung wieder an den Wasserkreislauf zurückgeben können.

Im leeren Zustand (1) wird das Gefäss mit Luft auf den sogenannten Vordruck gefüllt. Die Membranblase wird in diesem Zustand durch den umgebenden Luftdruck zusammengedrückt.

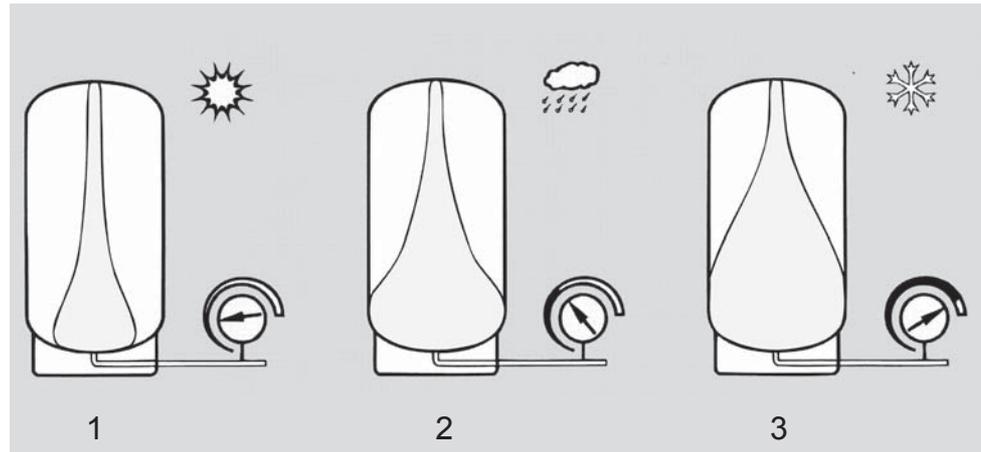
Wird das Gefäss an die Heizungsanlage angeschlossen, strömt, sobald der wasserseitige Druck grösser ist als der Vordruck, Wasser in die Blase (leichte Erwärmung 2).

Abbildung 2:

1 Sommer:
Heizungswasser kalt,
Druck klein

2 Herbst:
Heizungswasser warm,
Ausdehnung klein,
Druck mittel

3 Winter:
Heizungswasser heiss,
Ausdehnung und Druck gross



Im Normalbetrieb (3) dringt nun je nach Temperatur mehr oder weniger Ausdehnungswasser in die Membranblase. Der Anlagedruck wird so konstant gehalten und bleibt innerhalb der Planungswerte.

Um die Membranblase vor zu hohen Temperaturen (>50°C) zu schützen, wird mit Vorteil ein Zwischengefäss eingebaut. Das Ausdehnungswasser kann sich in diesem nicht gedämmten Zwischengefäss abkühlen.

Bestimmung des Expansionsgefässes (kleine Heizungsanlagen)

Um die Grösse des Expansionsgefässes zu bestimmen, muss das Ausdehnungsvolumen der Heizungsanlage gemäss SWKI 93-1 berechnet werden. Dazu muss der totale Wasserinhalt der Heizungsanlage (inkl. Energiespeicher) und die mittlere Heizwassertemperatur im Auslegezustand bestimmt werden.

Beispiel Berechnung Ausdehnungsvolumen

Das Ausdehnungsvolumen V_N errechnet sich nach der Formel

$$V_N = V_A \times f \times X \quad [l]$$

V_A Wasserinhalt der kalten Heizungsanlage inkl. Speicher [l]

f thermischer Ausdehnungsfaktor (siehe Beilage)

X Zuschlagfaktor Unsicherheiten (siehe Beilage)

Beispiel:

PENTA Haus im Minergie-Standard

Wärmeleistungsbedarf: 4.2 kW

Wärmeerzeugung: Erdsonden WP

Wärmeabgabe: Bodenheizung $t_{VL} = 35^{\circ}\text{C}$; $t_{RL} = 25^{\circ}\text{C}$

Solaranlage mit Heizungsunterstützung

Speichergrösse: 1200l

Anlageinhalt: (siehe Beilagen)

 $4.2\text{kW} \times 22\text{l/kW} = 92.4 \text{ l} > 100\text{l}$ Speicher: 1200l

Total Anlage 1300l

thermischer Ausdehnungsfaktor f: (siehe Beilage)

ohne Solaranlage:

 $(35^{\circ}\text{C} + 25^{\circ}\text{C})/2 = 30^{\circ}\text{C} \Rightarrow f = 0.004$

mit Solaranlage:

Speicher mit 85°C durchgeladen $85^{\circ}\text{C} \Rightarrow f = 0.03$

Zuschlagfaktor Unsicherheiten X:

Anlageleistung 4.2kW $\Rightarrow X = 3$ $V_N = V_A \times f \times X \text{ [l]} = 1300\text{l} \times 0.03 \times 3 = 117.0 \text{ l}$

Einen wesentlichen Einfluss auf die Gefässgrösse haben die Druckverhältnisse innerhalb der Heizungsanlage:

Gasdruck Pa

$$P_a = HP \text{ (bar)} + 0.3 \text{ bar}$$

Enddruck Pe

wird in Abhängigkeit des Ansprechdrucks Po des Sicherheitsventils bestimmt. Der Ansprechdruck Po entspricht dem max. zulässigen Betriebsdruck einer Anlage (z.B. 3 bar)

$$P_e = P_o/1.3$$

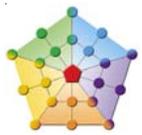
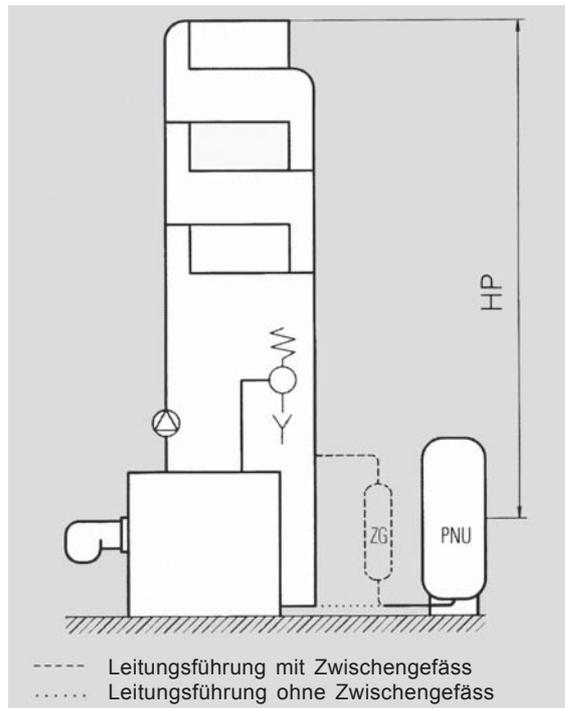


Abbildung 3:
Bestimmung der statischen
Höhe



Pa: Gasdruck
Pe: Enddruck
Po: Ansprechdruck

Die statische Höhe HP
der Anlage wird ab Mitte
Ausdehnungsgefäss bis
zum höchsten Punkt der
Anlage gemessen.
Dabei gilt 1m = 0.1 bar

----- Leitungsführung mit Zwischengefäss
..... Leitungsführung ohne Zwischengefäss

Beispiel:

PENTA Haus im Minergie-Standard
Anlagehöhe = 5.0m = 0.5bar
Betriebsdruck der Anlage Po = 3bar

$$Pa = HP \text{ (bar)} + 0.3 \text{ bar} = 0.5 + 0.3 = 0.8 \text{ bar}$$

$$Pe = Po/1.3 = 3 \text{ bar}/1.3 = 2.3 \text{ bar}$$

Erforderliche Gefässgrösse

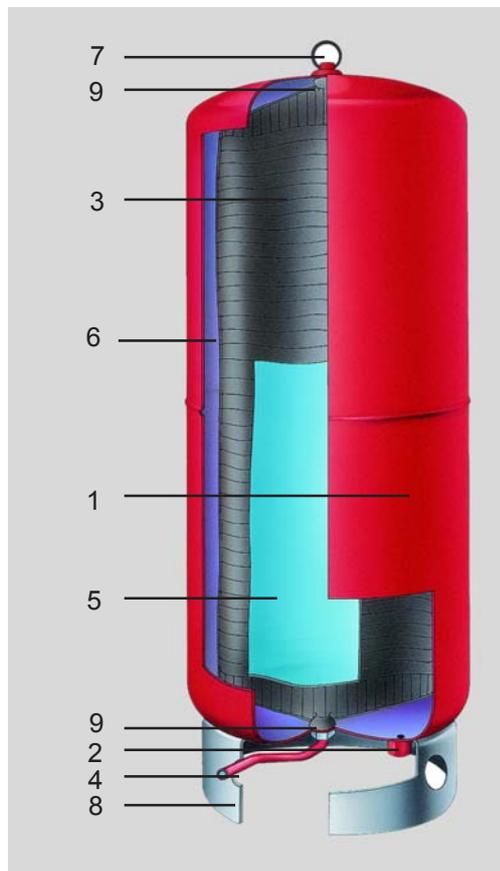
Für die Berechnung minimal erforderlichen Gefässgrösse V_G gilt:

$$V_G = \frac{V_N \cdot (Pe + 1)}{Pe - Pa} [\ell]$$

Beispiel:
 PENTA Haus im Minergie-Standard

$$V_G = \frac{V_N \cdot (P_e + 1)}{P_e - P_a} [\ell] = \frac{117 \cdot (2.3 + 1)}{2.3 - 0.8} = 257.4 [\ell]$$

Gefässauswahl: Pneumatex PNU 300



- 1 Stahlbehälter
- 2 Gasfüllventil
- 3 Blase aus Butyl
- 4 Wasseranschluss
- 5 Wasser in Blase
- 6 Gasraum
- 7 Transportring
(abnehmbar)
- 8 Standring
- 9 Blaseneinspannung

Abbildung 4:
 Pneumatex PNU 300

$\varnothing = 560 \text{ mm}$
 $h = 1560 \text{ mm}$
 $m = 65 \text{ kg}$

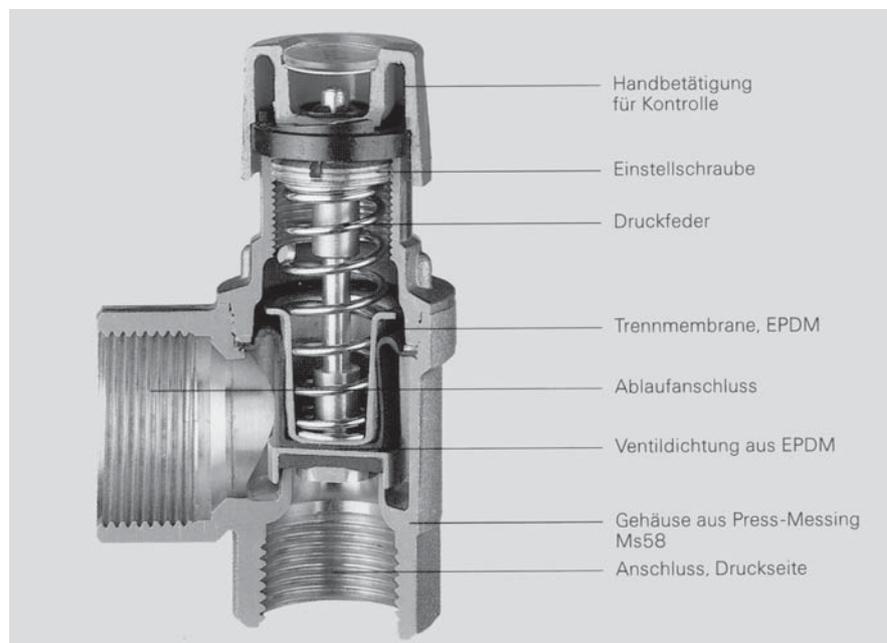
Anschluss des Expansionsgefässes an die Heizungsanlage

Das Ausdehnungsgefäss wird grundsätzlich am Rücklauf des Wärmeerzeugers angeschlossen. Die Verbindungsleitung ist absperrbar mit Sicherung gegen unbeabsichtigtes Schliessen auszuführen und mit den nötigen Entleer- und Entlüftungsarmaturen zu versehen.

1.2 Sicherheitsventile

Steigt der Druck in einer Heizungsanlage über gewisse Grenzwerte hinaus, besteht nicht nur die Gefahr des Aufplatzens von druckempfindlichen Anlage-teilen wie z.B. Heizkörper, Heizkessel, Speicher usw. sondern es können auch Temperaturen im Heizwasser entstehen, die über dem natürlichen Siedepunkt liegen. So könnte beim Versagen der Temperaturregler in einer Nieder-temperatur-Warmwasserheizung hohe Drücke und Heizwassertemperaturen eintreten, die normalerweise nur in Heisswasseranlagen anzutreffen sind. Wenn korrekt ausgelegte und zuverlässige Sicherheitsventile vorhanden sind, dann wird nicht nur der Druck, sondern auch die Temperatur am Überschreiten von maximal zulässigen Grenzen gehindert.

Abbildung 5:
Federbelastetes Sicherheits-
ventil für kleinere Heizungs-
anlagen
Ablaseleistung bis
ca. 200 kW



Als Ablaseleistung kann die
max. Wärmeerzeugerleistung
(z.B. Feuerungsleistung) ein-
gesetzt werden.

Dimensionierung der Sicherheitsventile

Jeder Wärmeerzeuger (Heizkessel, Wärmetauscher, Solaranlage, Wärmepumpe, Elektroheizeinsatz usw.) muss mit mindestens einem (und höchstens drei) zuverlässig arbeitendem Sicherheitsventil ausgerüstet werden. Die Sicherheitsventile sind an höchster Stelle des Wärmeerzeugers oder in unmittelbarer Nähe an der Vorlaufleitung **ohne Absperrorgane** anzuschliessen. Sicherheitsventil – Ablaseleitungen sind ab einer Nenn-Wärmeleistung des Wärmeerzeugers von 70 kW ins Freie zu führen.

Die Auslegung der Sicherheitsventile erfolgt nach der Richtlinie SWKI 93.1

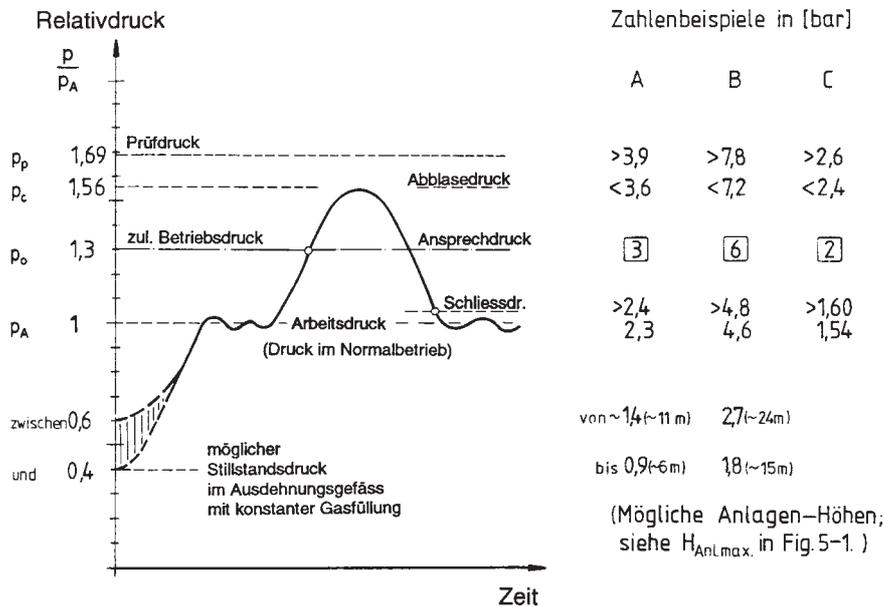
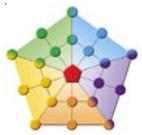


Abbildung 6: Relative Druckgrößen in geschlossenen Warmwasserheizungsanlagen (SWKI 93-1)

Montage und Bestellung

Der vom Besteller gewünschte Ansprechdruck wird werkseitig eingestellt, markiert und plombiert. Wenn eine Veränderung der Einstellung unumgänglich ist, muss das Ventil zur Neueinstellung an den Lieferanten zurückgesandt werden.

Sicherheitsventile sind unisoliert stehend zu montieren und am seitlichen Ausgang (Abblaseleitung) ist ein Bogen (kein Winkel) anzubringen und offen z.B. über einen Trichter in die Kanalisation oder ab 70kW Nennleistung ins Freie zu führen (SWKI 93-1).



Beilagen

Ausdehnungsfaktor f bei Erhöhung der Wassertemperatur

Von $t_1 = 10^\circ\text{C}$ (angenommene Auffülltemperatur)

$t_2 = (t_V + t_R)/2$ (mittlere Wassertemperatur der Anlage)

Tabelle 1:
Ausdehnungsfaktor f
aus SWKI 93-1

$t_2 =$	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C	100 °C
$f =$	0.0014	0.004	0.007	0.012	0.017	0.022	0.028	0.035	0.042

Tabelle 2:
Zuschlagsfaktor X für die einzelnen Anlagentypen und für unterschiedliche Nennleistung \dot{Q} (kW) aus SWKI 93-1

Nennleistung \dot{Q} (kW)	≤ 30	$30 < \dot{Q} \leq 150$	> 150
Anlagen für $t_{\max} \leq 110^\circ\text{C}$ mit offenen oder geschlossenen Ausdehnungsgefässen	3	2	1.5
Anlagen für $t_{\max} > 110^\circ\text{C}$ mit Ausdehnungsgefässen mit Dampfraum oder mit Fremddrucküberlagerung	--	1.5	1.2

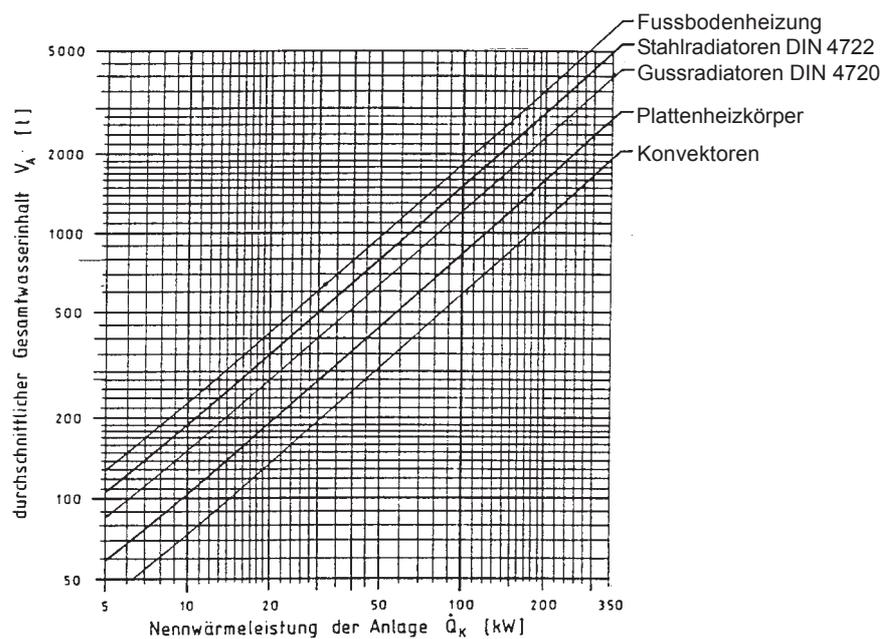
Richtwerte für die Berechnung des Anlageinhalts VA von Heizungsanlagen:

Plattenheizkörper: 9 l/kW

Flachheizkörper: 11 l/kW

Fussbodenheizung: 22 l/kW

Abbildung 7:
Wasserinhalt von Heizungsanlagen



Wichtig: Bei der Berechnung des Anlageinhaltes ist der Inhalt von Energie- oder Wärmespeicher zu berücksichtigen.

Lerneinheit LE 11.3: Hydraulik

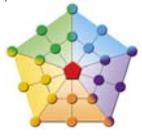
		Wasseraufnahme des leeren Gefässes in Liter bei Vordruck von:						
PNU	Leervoumen	0.3 bar	0.6 bar	0.9 bar	1.2 bar	1.5 bar	1.8 bar	2.1 bar
140	148	90	77	62	49	36	22	9
200	222	135	115	93	73	53	33	13
300	306	187	159	129	101	73	46	18
400	390	238	203	164	129	94	59	23
500	500	305	260	210	165	120	75	30
600	600	366	312	252	198	144	90	36
800	800	490	420	340	265	195	120	48
Max. mögliche statische Höhe HP		---	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m
Für nicht angegebene Vordrücke dürfen die Wasseraufnahmewerte interpoliert werden.								(CH)

*Tabelle 3:
Auswahltabelle Pneumatex
PNU*

		Wasseraufnahme des leeren Gefässes in Liter bei Vordruck von:						
PND		0.5 bar	0.8 bar	1.0 bar	1.2 bar	1.5 bar	1.8 bar	2.1 bar
8		4.5	4	3.5	3	2	1.5	0.5
12		7	5.5	5	4	3	2	1
18		10.5	9	7.5	6.5	5	3	1.5
25		14.5	12	10.5	9	6.5	4	2
35		20	16.5	14	12	9	5.5	2.5
50		26	21.5	18.5	15.5	11.5	7.5	3
80		43	35.5	30.5	26	19	12	5
Max. statische Höhe HP		2 m	5 m	7 m	9 m	12 m	15 m	18 m
Für nicht angegebene Vordrücke dürfen die Wasseraufnahmewerte interpoliert werden.								(CH)

*Tabelle 4:
Auswahltabelle Pneumatex
PND*

Selbstverständlich sind von allen Expansionsgefäss-lieferanten entsprechende Tabellen für die Auslegung erhältlich!



2. Fühlermontage

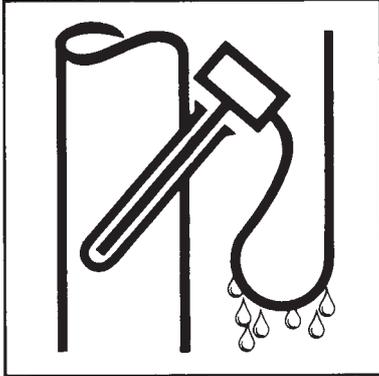
Jede Regelung ist so gut wie der Messfühler, der die Regelgrösse (Temperatur, Feuchte, Druck usw.) erfasst und dem Regler als Istwert übermittelt. Entsprechend wichtig ist es, dass der Messfühler am Referenzort des Regelkreises die Regelgrösse exakt erfassen kann. Vielfach stellt man in der Praxis fest, dass sowohl dem Messort als auch der Montageart des Messfühlers zu wenig Beachtung geschenkt wird. Dies führt in der Regel zu einem unbefriedigenden Regelergebnis und daraus folgend zu Kundenreklamationen.

Nachfolgend finden Sie die wichtigsten Montagekriterien.

2.1 Montagekriterien

Fühler allgemein

Richtig



Falsch

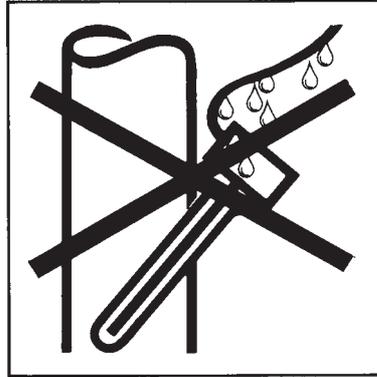


Abbildung 8:
Anschluss

Kabelanschluss von unten, so dass kein Wasser in das Fühlergehäuse gelangen kann.

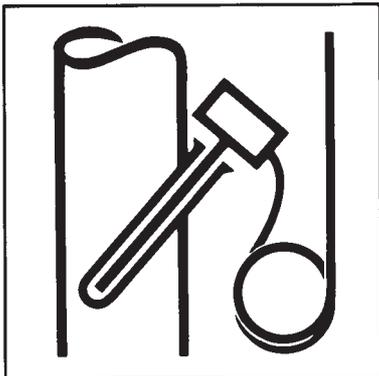
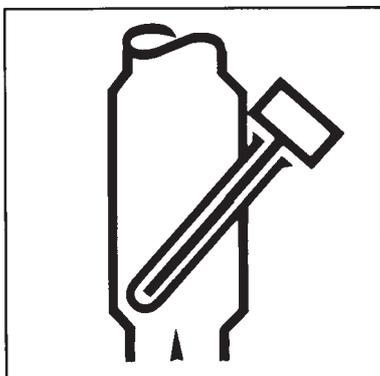


Abbildung 9:
Reserveschlaufe

Kabel mit einer Reserve-Schlaufe versehen, um den Fühler jederzeit ohne Lösen des elektrischen Anschlusses ausfahren zu können.

Richtig



Falsch

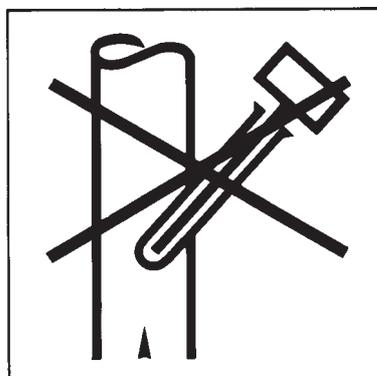
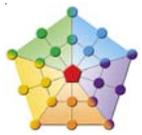


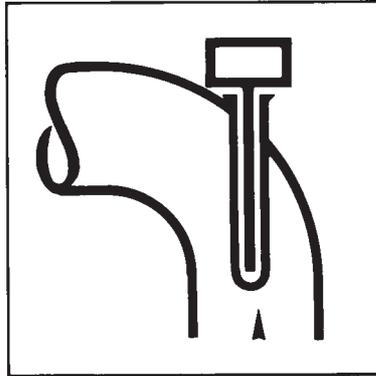
Abbildung 10:
Fühlereinbau

Fühler mit der ganzen aktiven Länge im Medium eintauchen.



Temperaturfühler Wasser

Abbildung 11:
Flussrichtung Wasser



Bei kleinen Rohrquerschnitten muss der Einbauort um eine Dimension erweitert werden, um einen möglichst grossen lichten Querschnitt zu erreichen (Druckverlust).

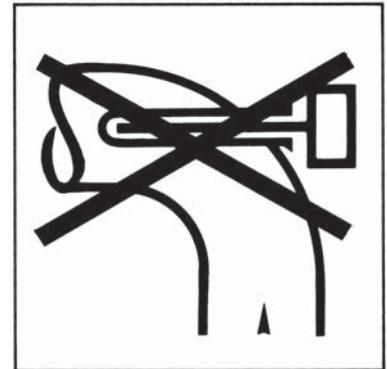
Die Fühler müssen gegen die Flussrichtung des Wassers eingebaut werden.

Abbildung 12:
Einbau

Richtig

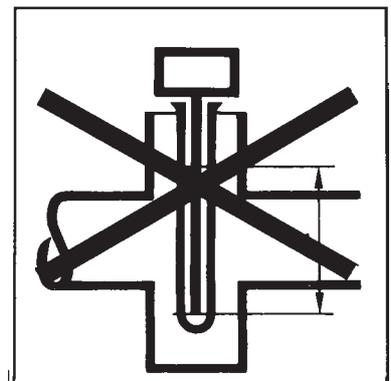
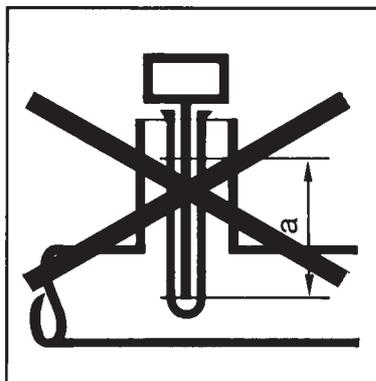


Falsch

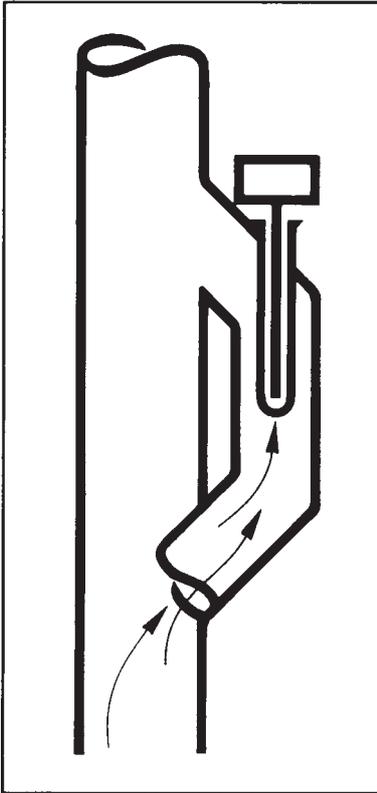


Beim Einbau ist auf die richtige Neigung zu achten.

Abbildung 13:
Fehlerhafter Einbau

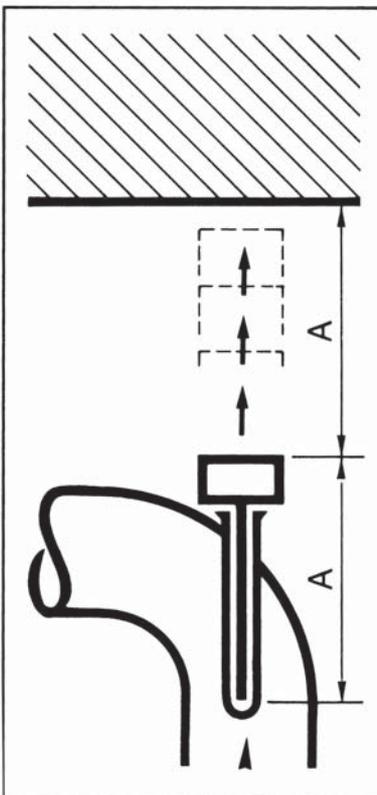


Wenn die aktive Länge (a) des Stabfühlers länger ist als der Leitungsdurchmesser, muss der Fühler schräg oder in ein Bypassrohr eingebaut werden, siehe Abbildung 12.



Die Wassereintrittsseite des Bypassrohres muss ins Hauptrohr hineinragen.

Abbildung 14:
Einbau in Bypassrohr

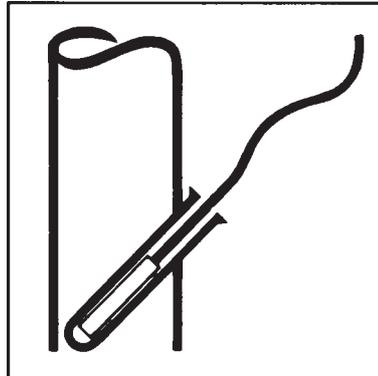


Die Distanz A bis zum nächsten Hinderniss muss freigehalten werden, damit der Fühler aus der Tauchhülse ausgefahren werden kann.

Abbildung 15:
Einbau mit Tauchhülse

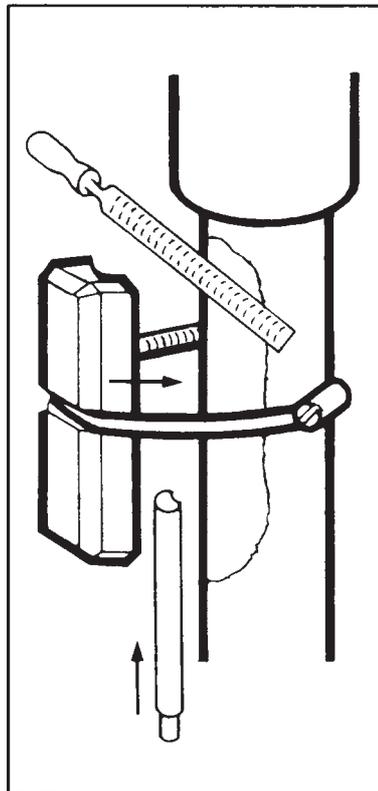


Abbildung 16:
Einbau mit Fühlerhülse



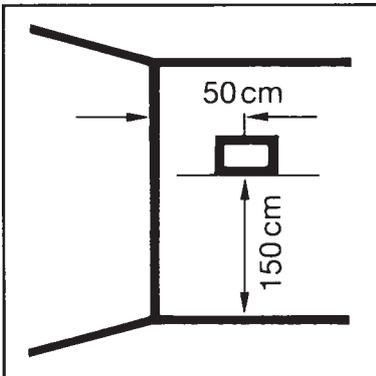
Das Fühlerelement ist lageunabhängig, muss aber in seiner ganzen Länge vom zu messenden Medium (Wasser-Luft) umspült sein.

Abbildung 17:
Anlagefühler



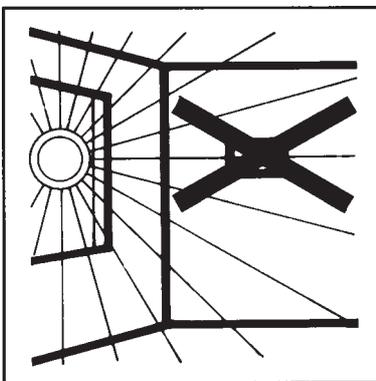
Kontaktfläche blank feilen und Hohlraum zwischen Fühler und Rohr mit Wärmeleitpaste ausfüllen, um die Wärmeleitung zu verbessern.

Raumfühler



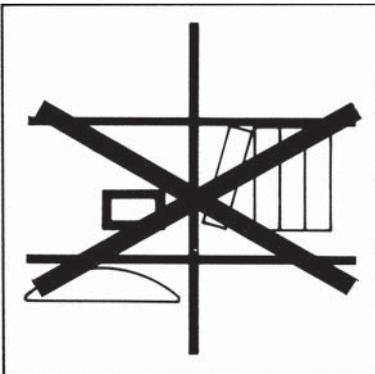
Fühler muss auf ca. 1.5 m Höhe in der Aufenthaltszone und mindestens 50 cm von der nächsten Wand entfernt montiert werden.

Abbildung 18:
Montageort innen



Fühler nicht an Stellen montieren, an denen sie von der Sonne angestrahlt werden.

Abbildung 19:
Falscher Montageort



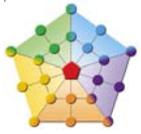
Fühler nicht in Nischen und Gestellen montieren!

Abbildung 20:
Falscher Montageort



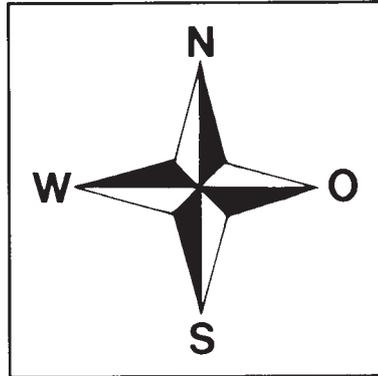
Fühler nicht in der Nähe von Lampen oder über Heizkörpern montieren.

Abbildung 21:
Falscher Montageort



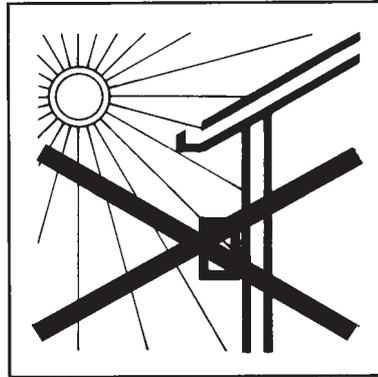
Aussenfühler

Abbildung 22:
Himmelsrichtung



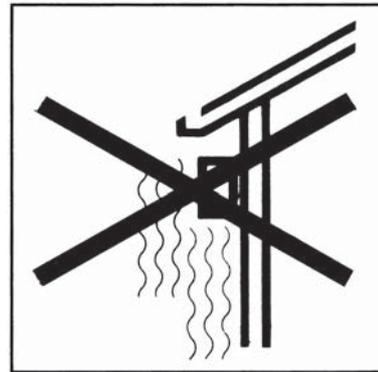
Der Montageort, bezogen auf die Himmelsrichtung, wird durch das Anlagekonzept bestimmt.

Abbildung 23:
Falscher Montageort



Der Fühler sollte nie der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt werden.

Abbildung 24:
Falscher Montageort

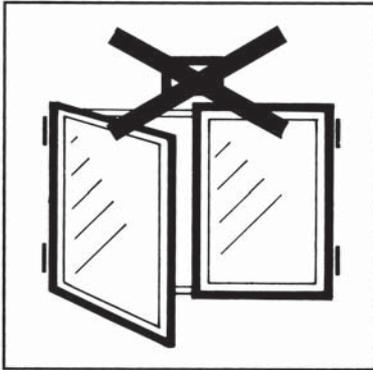


Nicht auf Fassaden mit grosser Auftriebswärme (Metall) montieren! Nicht auf Fassaden, die durch Sonneneinstrahlung aufgeheizt werden, montieren!

Abbildung 25:
Falscher Montageort



Nicht unter einem Dachvorsprung montieren!



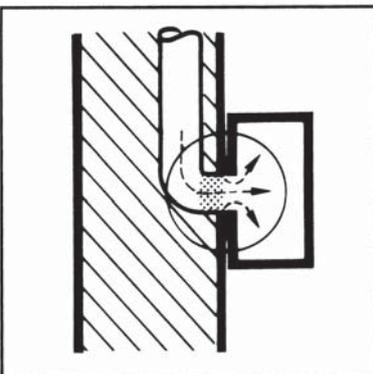
Nicht über den Fenstern montieren!

Abbildung 26:
Falscher Montageort



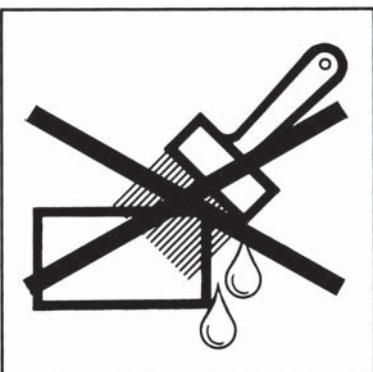
Nicht über Lüftungs-Austrittsschächten montieren!

Abbildung 27:
Falscher Montageort



Kunststoffschläuche/Panzerrohre abdichten.
(In diesen Rohren entsteht Zugluft)

Abbildung 28:
Verhinderung von Zugluft



Fühler nicht mit Farbe überstreichen!

Abbildung 29:
Oberfläche

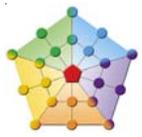
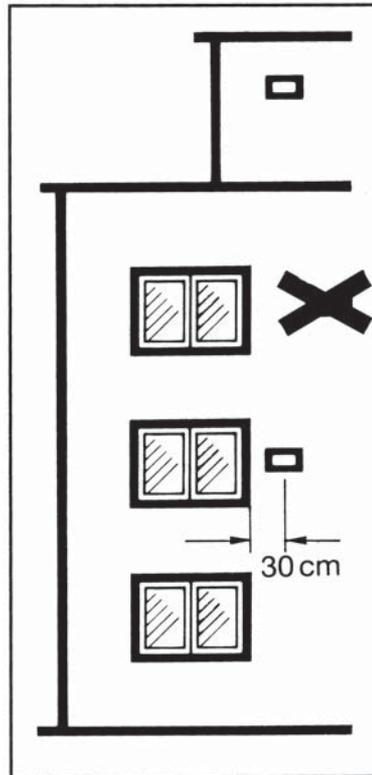
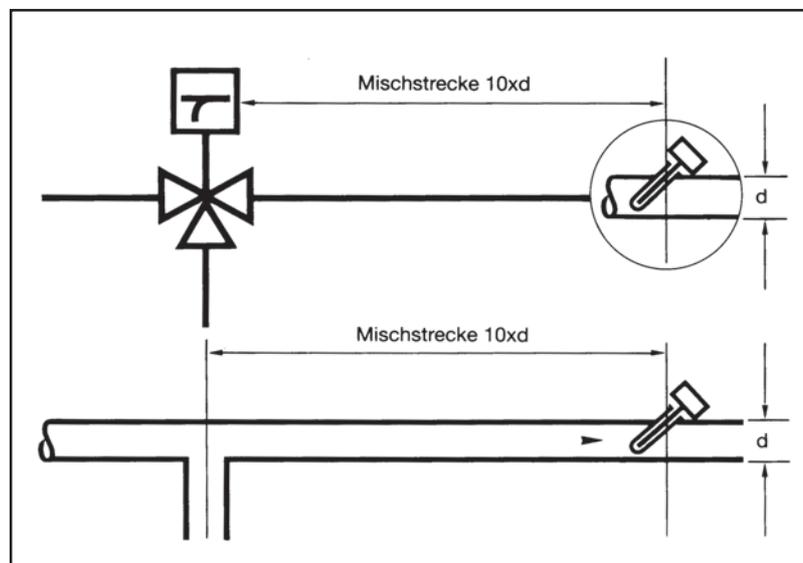


Abbildung 30:
Zugänglichkeit



Zugänglichkeit beachten (Kontrolle!)

Abbildung 31:
Mischstrecke



Mischstrecke

Nach Mischung zweier Wasserströme (oder Luftströme) mit unterschiedlichen Temperaturen muss eine genügend grosse Distanz zwischen Mischer und Fühler eingehalten werden.

3. Hydraulische Schaltungen

Funktionsweise von Grundsaltungen

Die wasserseitige Verknüpfung von Wärmeerzeugung, Wärmeabgabe und Stellorganen nennt man hydraulische Schaltung. Die unterschiedlichen Eigenschaften der Schaltungen lassen sie für bestimmte Anwendungen geeignet oder ungeeignet erscheinen. Dabei ist meist das Verhalten bei Teillast massgebend.

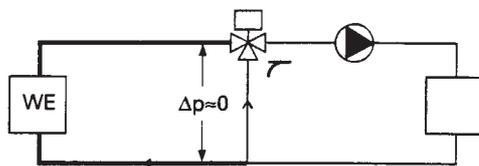
Kriterien zur Beurteilung

Kriterien zur Beurteilung von hydraulischen Schaltungen können sein:

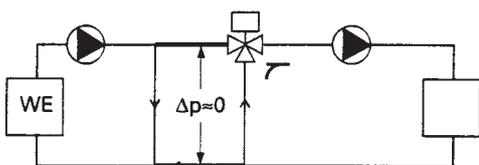
Konstanz des Durchflusses im Wärmeerzeuger und Verbraucher (beeinflusst die Wärmeübertragung in Wärmetauschern).

Höhe der Rücklauftemperatur zum Wärmeerzeuger bei Teillast (beeinflusst Korrosion, Wirkungsgrad, Leistungszahl, Eignung für Fernwärme-Anschluss).

3.1 Typische Schaltungen



Beimischschaltung:
Heizgruppe, Luftherhitzer



Beimischschaltung mit Hauptpumpe und drucklosem Verteiler:
mehrere Heizgruppen

Abbildung 32:
Schaltungen mit druckdifferenzlosen Anschlüssen

Typische Schaltungen und mögliche verbraucherseitige Anwendungen zeigen die Bilder 31 und 32. In diesen Schaltungen, ausgenommen Direktschaltungen, kann die WE-Temperatur konstant gehalten werden. Die dick ausgezogenen Linien stellen die sogenannte mengenvariable Strecke des Regelpfads dar. Darin ändert sich der Volumenstrom gleichsinnig mit der Last. „Offen“ bedeutet hier „Regelpfad offen“. Bei 3-Weg-Ventilen sind die Fließrichtungen angegeben, wobei beliebige Zwischenstellungen möglich sind. Die Schaltungen sind mit Mischventilen gezeichnet. Verteilventile können die selbe Funktion erfüllen, werden aber nicht am selben Ort eingebaut.

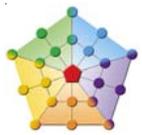
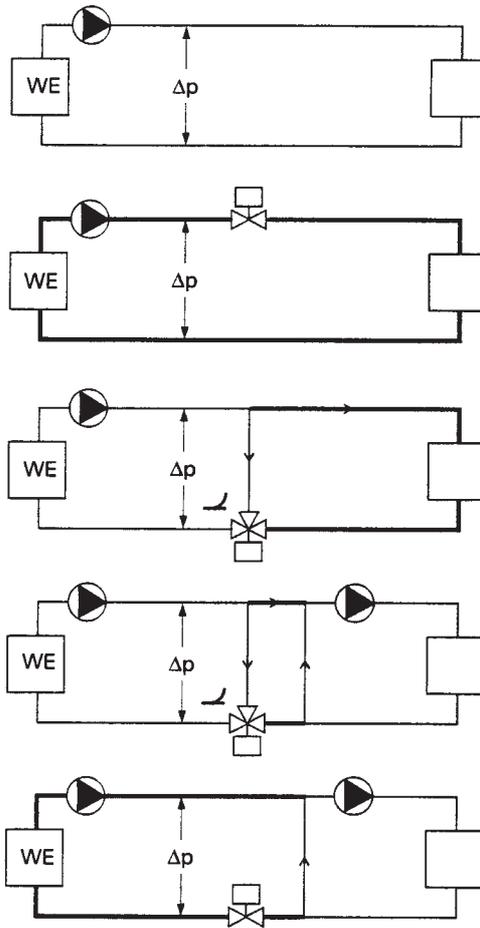


Abbildung 33:
Schaltungen mit druckdifferenzbehafteten Anschlüssen



Direktschaltung: gleitender Kessel, WP mit Fussbodenheizung

Drosselschaltung: Heizkörper mit Thermostatventil, Wassererwärmer, Anschluss Fernheizung

Umlenkschaltung: kleiner Luftnachwärmer

Einspritzschaltung 3-Weg: Heizgruppen, Luftherhitzer

Einspritzschaltung 2-Weg: Heizgruppen, Luftherhitzer

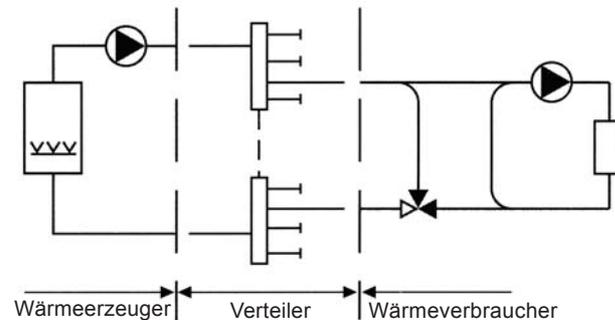
Jede Pumpe hat ihren klar definierten Wasserkreislauf

Verteilerarten

Ein Verteiler funktioniert immer als Bindeglied zwischen der Wärmeerzeugung und mehreren Verbrauchern.

Die Verteiler sind in den Bildern als dicke Balken dargestellt. Über dem Verteiler sind die Heiz-, Lüftungs- oder Wassererwärmergruppen aufgebaut. Die Gruppen können aus Pumpe, Ventil, Messeinrichtungen, Drossel- und Absperrorganen bestehen.

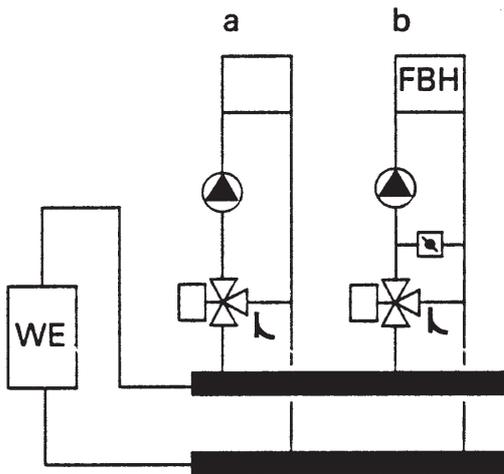
Abbildung 34:
Verteiler als Bindeglied



Wärmeerzeuger | Verteiler | Wärmeverbraucher

Verteiler ohne Hauptpumpe

Druckdifferenzlos heisst praktisch eine Druckdifferenz unter 3000 Pa. Unter dieser Bedingung und unter Beachtung gewisser Regeln für die Stellorgane arbeiten Beimischschaltungen störungsfrei. Bild 33 zeigt diese gebräuchliche Anordnung für kleinere Anlagen. Die Gruppenpumpen müssen den Druckverlust des Stellorgans und des WE-Kreises überwinden. Wenn die WE-Vorlauf-temperatur wesentlich über der vom Verbraucher maximal geforderten Temperatur liegt, so sollte eine feste Vormischung eingebaut werden. Andernfalls kann sich das Regelventil überhaupt nie ganz öffnen.



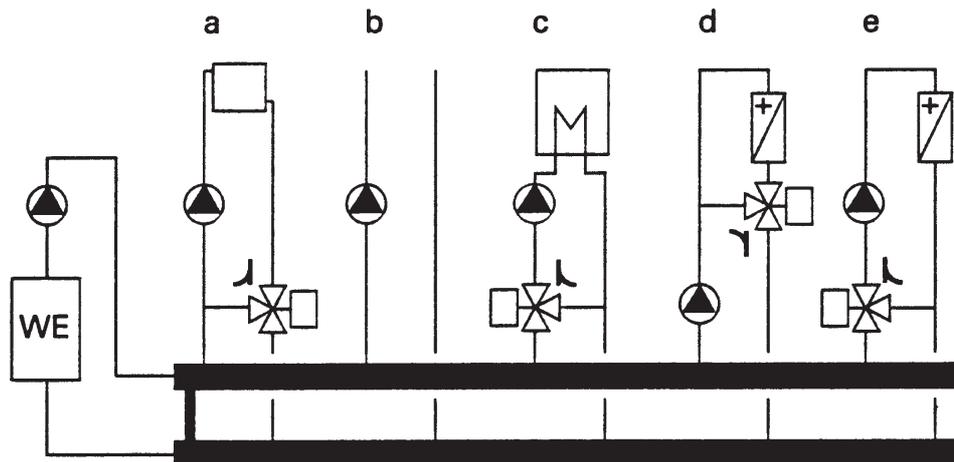
- a Heizkörper
- b Fussbodenheizung mit fester Vormischung

Abbildung 35:
Verteiler ohne Hauptpumpe

Druckdifferenzloser Verteiler mit Hauptpumpe

Die Hauptpumpe zirkuliert das Primärwasser im WE-Kreis: vom Wärmeerzeuger zum Verteiler und über den Verteilerbeipass zum Wärmeerzeuger zurück. Ab Verteiler ziehen die Verbraucher mit ihren eigenen Pumpen den benötigten Volumenstrom ab (Bild 34).

Abbildung 36:
Druckdifferenzloser Verteiler
mit Hauptpumpe (Auswahl
möglicher Schaltungen)

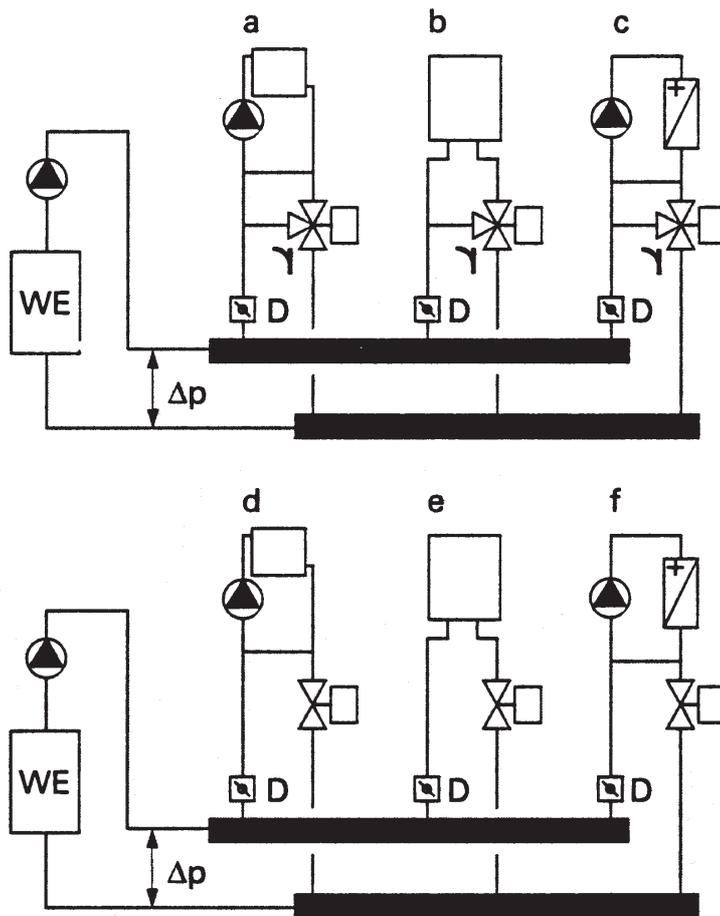


- a Heizkörper
- b Fernleitung zu weiteren Verbrauchern
- c Speicherwassererwärmer (externer Tauscher)
- d kleiner Luftnachwärmer
- e Luftherhitzer (mit Internpumpe)

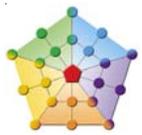
Der Druckverlust des Stellorgans wird von der Gruppenpumpe überwunden. Am drucklosen Verteiler ist kein hydraulischer Abgleich erforderlich. Dieser Verteiler bewirkt ein Hochmischen der WE-Rücklaufemperatur! Befindet sich der Beipass, wie gezeichnet, am Anfang des Verteilers, so sind alle Verbraucher hinsichtlich Wärmebezug gleichberechtigt. Wird der Beipass zwischen den Gruppen a und b angebracht, so erhält Gruppe a Priorität.

Verteiler mit Druckdifferenz

Die Hauptpumpe überwindet den Druckverlust des Stellorgans. Nicht jeder Verbraucher braucht eine Gruppenpumpe. Es ist aber ein hydraulischer Abgleich an den Drosseln (D) erforderlich (Bild). Wenn Verbraucherschaltungen mit Durchgangsventil vorhanden sind (unten), sollte eine Druckdifferenzregelung eingebaut werden. Solche Schaltungen sind dann nötig, wenn man auf tiefe WE-Rücklauftemperaturen angewiesen ist, z.B. beim Umbau von Heizsystemen auf Fernwärme oder Wärmepumpe. So werden oft bestehende Schaltungen nach a-b-c modifiziert gemäss d-e-f.


 Abbildung 37:
 Verteiler mit Druckdifferenz

- a + d Heizkörper
- b + e Speicherwassererwärmer
- c + f Luftherhizer (mit Internpumpe)

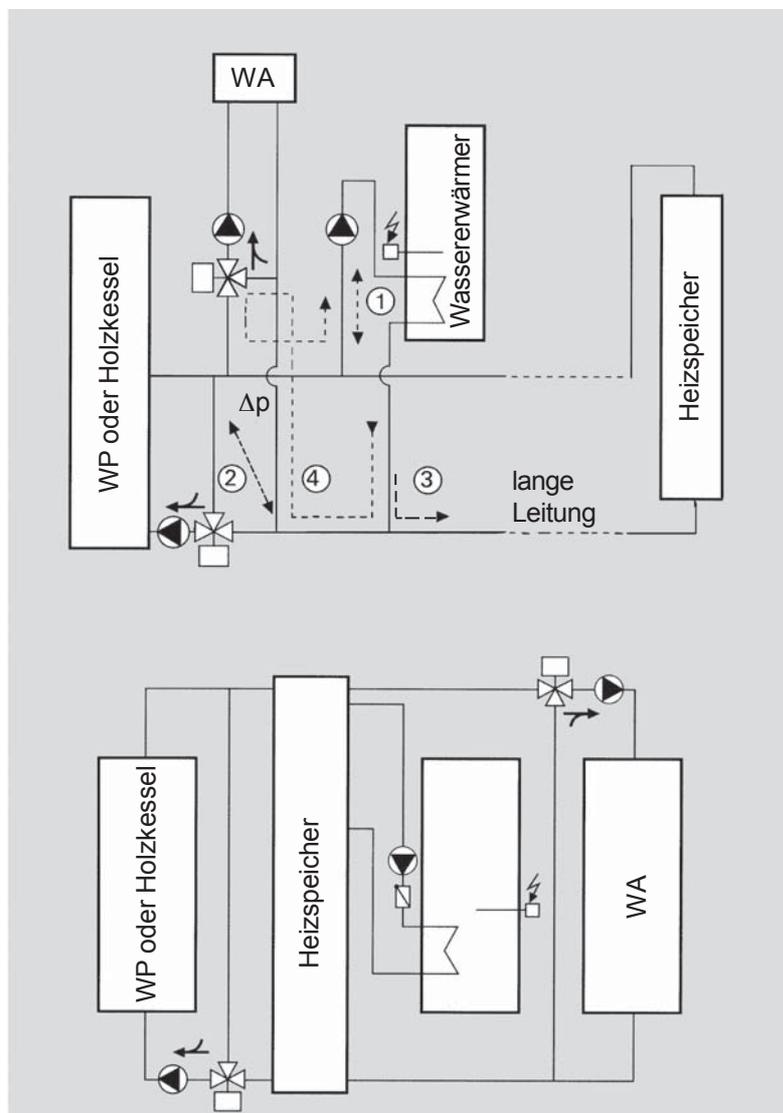


Hydraulische Entkopplung

Zwei Kreisläufe sind hydraulisch entkoppelt, wenn der Volumenstrom in jedem Kreislauf nur von der Pumpe im betreffenden Kreislauf abhängt. Das Beispiel (Bild oberer Teil) zeigt die Folgen mangelnder Entkopplung:

1. Fehlzirkulation über BWW in beiden Richtungen
2. Anschluss der Beimischschaltung nicht druckdifferenzlos
3. Bei BWW-Landung ab Heizspeicher zerstört der warme Rücklauf die Speicherschichtung.
4. Bei grosser BWW-Ladepumpe und grossem Mischventil entsteht Fehlzirkulation.

Abb. 38: Hydraulische Entkopplung schafft Klarheit



Der untere Teil des Bildes zeigt die gleiche Anlage, die Kreise sind durch den Speicher jedoch entkoppelt. Alle Anschlüsse werden separat in den Speicher geführt. Da sich die Kreise nicht mehr gegenseitig beeinflussen, sind die Mängel behoben.

Fehlzirkulation

Wasser strömt immer vom Ort des höheren Drucks zum Ort des niedrigeren Drucks und sucht sich dabei den Weg des geringsten Widerstandes. Da warmes Wasser spezifisch leichter als kaltes Wasser ist, strebt das wärmere Wasser innerhalb einer Wassersäule nach oben und das kältere nach unten. Dies führt zur sogenannten Schwerkraft-Zirkulation resp. Einrohrzirkulation.

Einrohrzirkulation ist auch in der mengenvariablen Strecke von Einspritz- und Beimischschaltungen zu beobachten.

Abhilfe: Faustregel $H = \text{mindestens } 10 d$ und mindestens 40 cm. Wenn die Faustregel nicht genügt oder die Montagehöhe nicht zur Verfügung stehen: Rückschlagklappe einbauen.

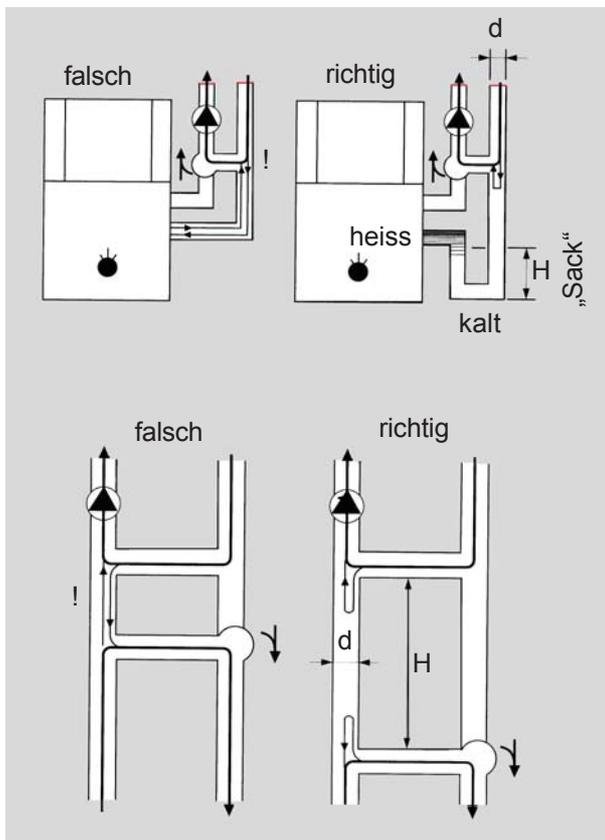
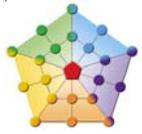


Abb. 39:
Fehlzirkulation am Verteiler

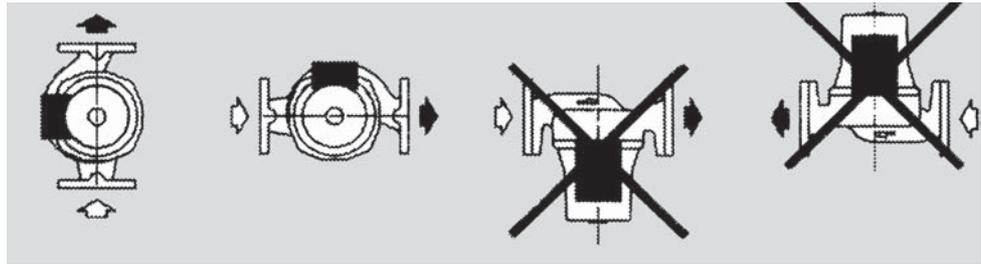


Einbau der Pumpe

- Pumpe immer zwischen zwei Absperrorgane einbauen (leichte Auswechslung, kein Entleeren der Anlage, wenig frisches Wasser nachfüllen - Sauerstoffkorrosion).
- Pumpe so einbauen, dass die Motorwelle waagrecht liegt, unabhängig von der Lage des Pumpengehäuses (gute Schmierung der Gleitlager, gute Entlüftung der Pumpe, Abb. 36).
- Pumpe möglichst nicht in horizontale Leitung einbauen (bessere Entlüftung der Pumpe).
- Pumpe spannungsfrei in die Rohrleitung einbauen.
- Bei eingebauter Pumpe nicht in der Nähe mit der Schweißflamme arbeiten (Beschädigung von Pumpe und Motor).
- Einbau von Heizungspumpen im Vorlauf (geringere Verschmutzungsgefahr). Bei sehr hoher Medientemperatur im Rücklauf einbauen.

Der Einbau von Kompensatoren vor und nach der Pumpe kann die Ausbreitung, der durch die Pumpe bewirkten Geräusche, nur teilweise eindämmen (Schallübertragung durch Wasser ist sehr gut).

Abbildung 40:
Einbau der Pumpe



Stellorgane

Das Stellorgan enthält einen beweglichen Teil, der den Volumenstrom beeinflusst. Wegen ihrer Eignung für Regelaufgaben und ihrer relativ guten Dichtigkeit kommen vor allem Ventile in Betracht. Ihr beweglicher Teil bewegt sich rein translatorisch (Bild 37). Verteilventile sind aufwändig und werden deshalb selten eingesetzt.

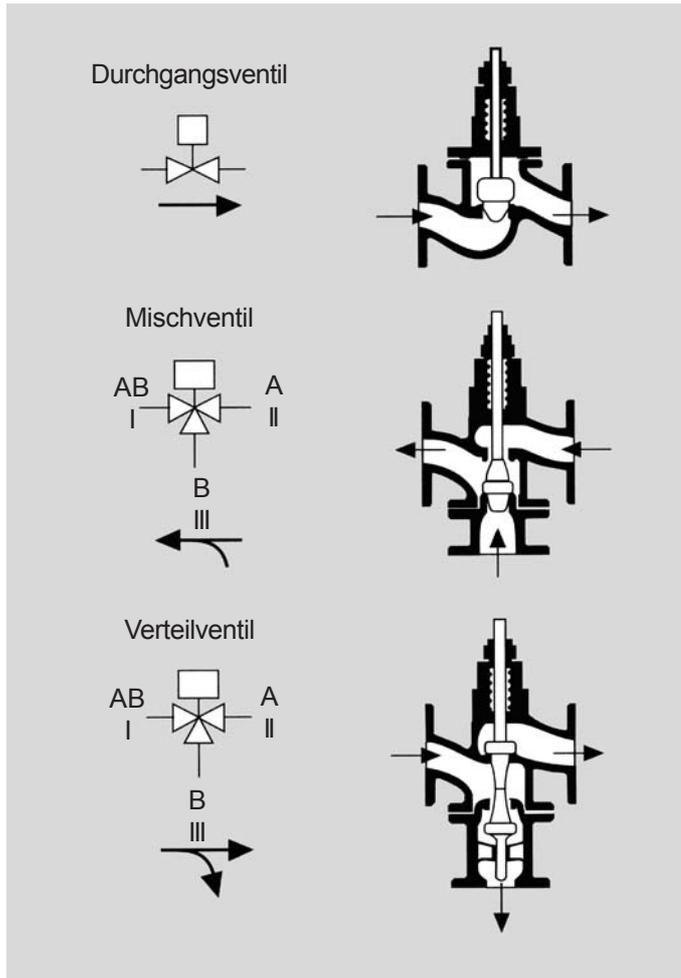


Abbildung 41:
Verschiedene Ventile

Hubrainweg 10, 8124 Maur, Tel. 01 908 40 80, Fax 01 908 40 88; info@pentaproject.ch www.pentaproject.ch

Träger: Arbeitsgemeinschaft für Solarenergie SWISSOLAR; Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz, FWS; Haustechnik-Fachlehrvereinigung SSSL; Hochschule Technik+ Architektur Luzern, FHZ; Holzenergie Schweiz; Holzfeuerungen Schweiz; Schweizer Agentur für erneuerbare Energien, AEE; Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA; Schweizerischer Kaminfegermeister-Verband, SKMV; Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec); Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren, SWKI; Schweizerischer Verein für Kältetechnik, SVK; Schweizerische Vereinigung Beratender Ingenieurunternehmungen, usic; Schweizerische Vereinigung für Geothermie, SVG; SOLAR - Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie; SOLAR SUPPORT; Schweizerischer Verband Dach und Wand, SVDW; Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, VSEI; Verband Schweizerischer Hafner- und Plattengeschäfte, VHP; Vereinigung Schweizerischer Sanitär- und Heizungsfachleute, VSSH

Unterstützt durch

