

Druckhaltung in Heiz-Kühl-Systemen

Change-Over-Systeme



Kompaktes Fachwissen für die
Hydraulikplanung in Versorgungssystemen
mit kombinierten Heiz-Kühl-Elementen

Reflex – seit Jahrzehnten eine starke Marke

Das Unternehmen Reflex Winkelmann GmbH – als Bestandteil des Geschäftsbereichs Building+Industry – gehört zu den führenden Anbietern hochwertiger Systeme für Heizungs- und Warmwasser-Versorgungstechnik. Das Unternehmen mit Hauptsitz im westfälischen Ahlen entwickelt, produziert und vertreibt unter der Marke Reflex neben Membran-Druckausdehnungsgefäßen innovative Komponenten und ganzheitliche Lösungen für Druckhaltung, Nachspeisung, Entgasung und Wasseraufbereitung, Warmwasserspeicher und Plattenwärmetauscher sowie Hydraulische Verteil- & Speicherkomponenten. Mit weltweit rund 2.000 Mitarbeitern ist die Reflex Winkelmann GmbH international in allen wichtigen Märkten präsent.

Mit einem klaren Bekenntnis zur Nachhaltigkeit und den von der Bundesregierung beschlossenen klimapolitischen Zielen leistet das Unternehmen mit energieeffizienten und nachhaltigen Produkten heute schon einen wesentlichen Beitrag. Bewährte Technologien sowie zukunftsweisende Innovationen bilden dabei die Grundlage. Partnerschaftliche Zusammenarbeit, konsequente Kundenorientierung sowie ergänzende Services wie eine eigene Werkskundendienstflotte sowie ein umfangreiches Schulungsangebot runden das Leistungsspektrum ab.





Inhalt

Allgemeine Hinweise

Grundlagen S. 4

Beispielhafte Schemata S. 4

Hydraulische Schaltungen

Anbindung der kombinierten Verbraucher S. 6

Beispiele für potenziell auftretende Probleme S. 7

Planungsgrundsätze S. 8

Wärmeträger-Massenverschiebung

Temperaturbedingte Wärmeträger-
Massenverschiebung S. 10

Gemeinsame Verbrauchereinhalte S. 10

Andere Ursachen S. 11

Beispielrechnung S. 12

Problemstellung Stillstand

Hydraulisch isolierte Heiz-Kühlfläche S. 14

Lösungen S. 15

Varianten zur Einbindung

Prinzipschaltbild S. 16

Installationsbeispiel S. 18

Dimensionierung einer Pendelleitung bei Master-Slave-Betrieb

S. 20

Services S. 22

Allgemeine Hinweise

Grundlagen

Das Heizen und Kühlen von Räumen mit ein und derselben Übertragerfläche ist insbesondere in komfortabel ausgestatteten Gebäuden eine zunehmend angewendete Methode.

Mit Heiz-/Kühldecken, aktivierte Bauteilen z. B. aus Beton oder Raumgeräten mit nur einem Wärmeübertrager zum Heizen und Kühlen, setzt man diesen architektonisch geprägten Komfortanspruch um. Logisch und einfach werden die Verbraucher dann oft mit einem Vierleiter-Versorgungssystem angebunden. Vor-/Rücklauf fürs Heizen und ebenso fürs Kühlen. In den meisten

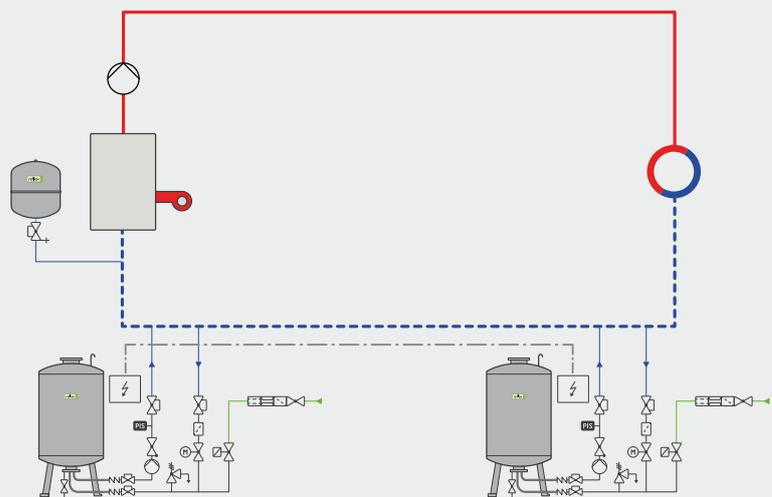
Fällen können so die Raumnutzer sehr individuell Raumtemperatur bzw. Klima zusammen mit entsprechender Regelungstechnik selbst beeinflussen. Entsprechende Komponenten wie z.B. sog. 6-Wege-Ventile bzw. Kugelhähne stellt der Markt in umfangreicher Weise zur Verfügung.

Vereinfacht betrachtet geht man in der Planungsphase aber trotz der gemeinsam genutzten Verbraucher von getrennten Erzeugerkreisen aus. Häufig werden in diesen komplexen Systemen auch noch parallel reine Heiz- bzw. Kühlkreisläufe von dort versorgt.

Beispielhafte Schemata vernetzter Verbraucher- / Erzeugerkreisläufe

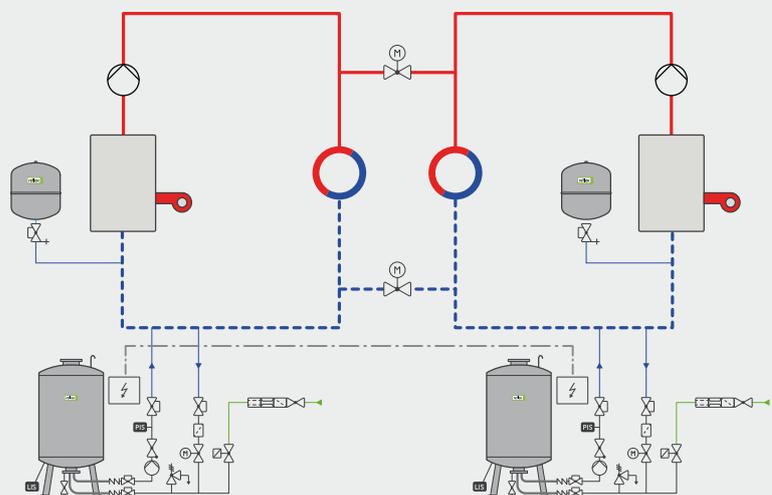
Erzeuger/Verbraucher

Redundante bzw. vernetzte Druckhaltung



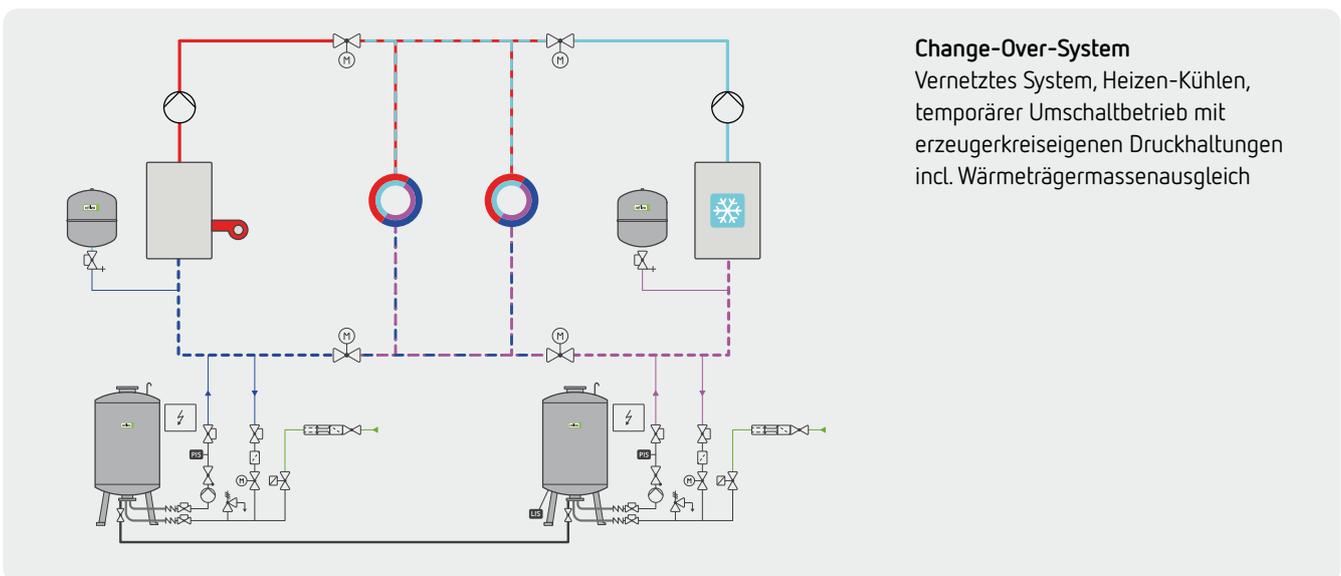
Vernetztes System, alternative/ redundante Wärmeversorgung

mit netzautarker oder vernetzter Druckhaltung



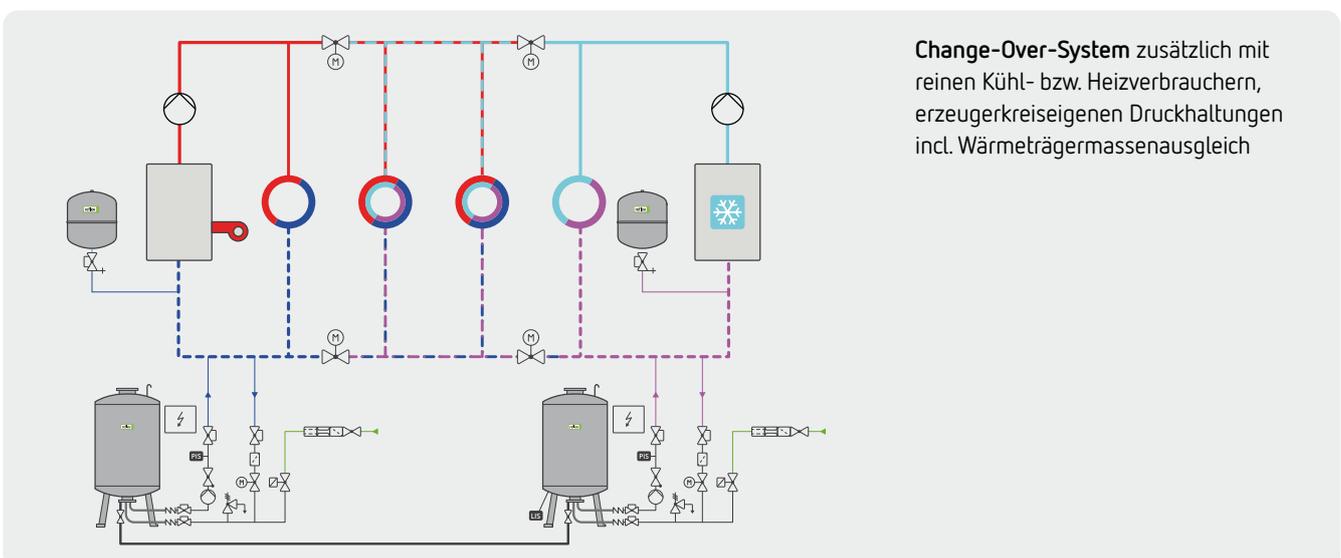
Achtung!

Spricht man von Heiz-Kühl-Systemen oder Change-Over-Systemen sind Versorgungsnetze mit Verbrauchern gemeint, die sowohl zu Heiz- aber auch Kühlzwecken eingesetzt werden und von separaten Erzeugerkreisen versorgt werden.



Change-Over-System

Vernetztes System, Heizen-Kühlen, temporärer Umschaltbetrieb mit erzeugerkreiseigenen Druckhaltungen incl. Wärmeträgermassenausgleich



Change-Over-System zusätzlich mit reinen Kühl- bzw. Heizverbrauchern, erzeugerkreiseigenen Druckhaltungen incl. Wärmeträgermassenausgleich

Hydraulische Schaltungen

Anbindung der kombinierten Verbraucher an die Erzeugerkreise

Abbildung 1

4-Leitersystem mit vier 2-Wege-Stellgliedern für Anschlüsse der Vor- und Rückläufe.

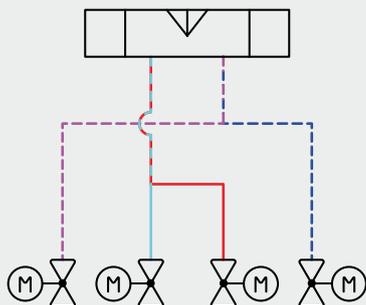


Abbildung 2

4-Leitersystem mit zwei motorgesteuerten 2-Wege-Stellgliedern und einem 3-Wege-Stellglied für die Rückläufe.

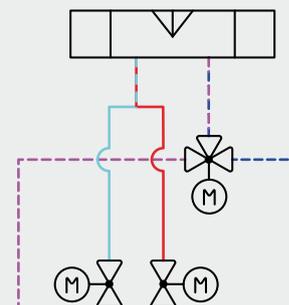


Abbildung 3

4-Leitersystem mit einem motorgesteuerten 6-Wege-Stellglied.

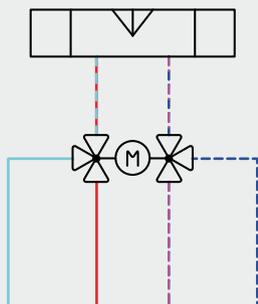
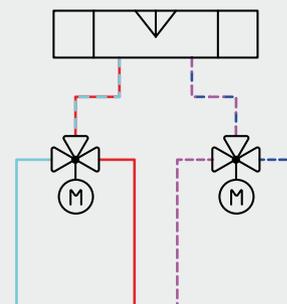


Abbildung 4

4-Leitersystem mit zwei motorgesteuerten 3-Wege-Stellgliedern.



Die Schemata dienen lediglich zur Veranschaulichung der Zusammenhänge. Sie sind den örtlichen Verhältnissen entsprechend anzupassen und zu konkretisieren.



Beispiele für potenziell auftretende Probleme im Betrieb

Werden die Beispiele der hydraulischen Schaltungen auf den vorangegangenen Seiten nicht vollständig umgesetzt oder fehlt es an einer korrekten Funktion, kommt es fast immer zu hydraulischen Problemen. Diese münden ebenso häufig in einer vermeintlichen Fehlfunktion der Druckhaltung.

1. Volumenstrom in Pendelleitung

Ein dauerhafter Volumenstrom in einer vorhandenen Pendelleitung, deutet auf eine gleichzeitig vorhandene aber negativ wirkende andere Verbindung zwischen Heiz- und Kühlnetz hin. Das kann u.a. ein Indikator für eine Fehlfunktion in der Heiz- und Kühlflächenhydraulik sein.

Beispiel:

Im Heizsystem fördert die entsprechende Pumpe das Medium zum Verbraucher. Am Verbraucher ist aber nicht das RL Ventil Heizung geöffnet sondern RL Ventil Kühlung und über die Pendelleitung wird hier der Kreislauf geschlossen. Die Folge ist eine Strömung über die Pendelleitung!

2. Druckhaltung ohne hydraulische Verbindung der Netze (Pendelleitung)

Wird bei statischer Druckhaltung in beiden Netzen oder bei Mischsystemen mit einer dynamischen und einer statischen Druckhaltung auf eine Pendelleitung verzichtet, kann es z.B. durch eine temperaturbedingte Massenverschiebung des Wärmeträgermediums zu temporären massiven Druckunterschieden zwischen den Netzen kommen.

Beispiel:

Diese werden dann u.U. beim Umschalten bzw. über die Ventilleckraten abgebaut. Das kann u.a. zu ungewünschten Druckschlägen mit Geräuschen führen. Kommt es im Umschaltfall durch entsprechende Ventilbauweise nicht zur Überströmung, ist mittelfristig mit einer Unterdruckbildung wegen Entleerung, vornehmlich im Kühlwassernetz, zu rechnen.

3. Füllgrad im Druckhaltesystem

Immer wieder auftretende Überfüllung bei der Heizwasserdruckhaltung bzw. erforderliche Nachspeisung im Kühlwassernetz.

Beispiel:

Die Rückführung des verschobenen Wassers ist nicht möglich, weil eine dauerhafte hydraulische Verbindung der Netze und die erforderliche Kommunikation der Druckhaltesysteme fehlt.

Planungsgrundsätze

Ausgangssituation

Hydraulisch offensichtlich getrennte Systeme (z. B. Heizkreis, Kühlwasserkreis), die temporär dieselben Verbraucher nutzen (Change-Over), sind allein schon bedingt durch die entstehenden

thermischen Lastfälle in den Verbrauchern in der Massenbilanz des Wärmeträgermediums verbundene Systeme und müssen auch so behandelt werden:



Grundsatz

1. Massenverschiebung

Bei jedem Umschalten der Verbraucher (von Kühl- auf Heizbetrieb bzw. von Heiz- auf Kühlbetrieb) wird Wärmeträgermedium (z.B. Wasser) von einem Kreislauf in den anderen verschoben. Aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen des Heiz- bzw. Kühlmediums weist dieses entsprechend dem vorhergehenden Betriebsfall dann eine abweichende Dichte auf.

Dadurch muss bei gleichbleibendem Medieninhalt (Volumen) in dem Heiz-/Kühlelement die entsprechende Differenzwassermasse vom jeweilig aktiven System ersetzt bzw. abgeführt werden. Beim Umschalten von Kühlen auf Heizen wird mehr Masse des Wärmeträgers verschoben als beim Umschalten von Heizen auf Kühlen. Insbesondere die letztere Variante der Umschaltung und der damit verbundenen Massenverschiebung, kann zu einem Druckabfall bzw. Störung der Druckhaltung, bis hin zur Mindestdruckunterschreitung im Kühlkreis führen.

Ebenso ist die dann vom Heizsystem aufgenommene Wassermasse u.U. aus druckhaltetechnischer Sicht nicht problemlos und überfüllt das System. Diesem üblichen Verhalten ist entsprechend Rechnung zu tragen.

 Entsprechende Empfehlungen siehe **Varianten zur Einbindung S. 16 – 19**

2. Medienvermischung

Aufgrund der auftretenden Massenverschiebung und der damit verbundenen Vermischung des Mediums aus beiden Erzeugerkreisen, muss dieses von vornherein dieselben Eigenschaften aufweisen (z.B. Wasserbeschaffenheit, Glykolkonzentration). Aus diesem Grund sind auch die entsprechenden zugrunde gelegten Planungsgrundsätze bzw. verwendeten Materialien anzupassen.

3. Druckhaltung bei Stillstand des Verbrauchers

Es ist sicherzustellen, dass ein kombiniertes Heiz-/Kühlelement mit Absperrungen jeweils in Vor- und Rücklauf insbesondere im Stillstand keinen unzulässigen hohen bzw. niedrigen Überdruck aufbauen kann (ventileigene Entlastungsschaltung, sichere permanente Verbindung zu einem Erzeugerkreis mit Druckhaltung).



Merksatz

- I. **Es ist möglich Versorgungsnetze mit thematisch getrennten Erzeugerhydrauliken, die aber temporär und separat auf dieselben Verbraucher wirken können, mit jeweils systemeigenen Druckhaltungen gleicher Bauart und Funktionsweise auszurüsten.**
 - a. Pumpendruckhaltungen mit verbundenen höhensymmetrischen Ausdehnungsgefäßen auf gleichem Aufstellungsniveau und am gleichen Aufstellort.
oder
 - b. Dynamische Druckhaltungen werden elektronisch (Master/Slave) verbunden und zwischen den Netzen wird am jeweiligen hydraulischen Nullpunkt eine Verbindung (Pendelleitung) geschaffen.
oder
 - c. Statische Druckhaltungen (Membran-Druckausdehnungsgefäße) sind indirekt über eine Pendelleitung, die die Netze am jeweiligen hydraulischen Nullpunkt verbindet, zu einem Druckhaltesystem zusammenzufassen.

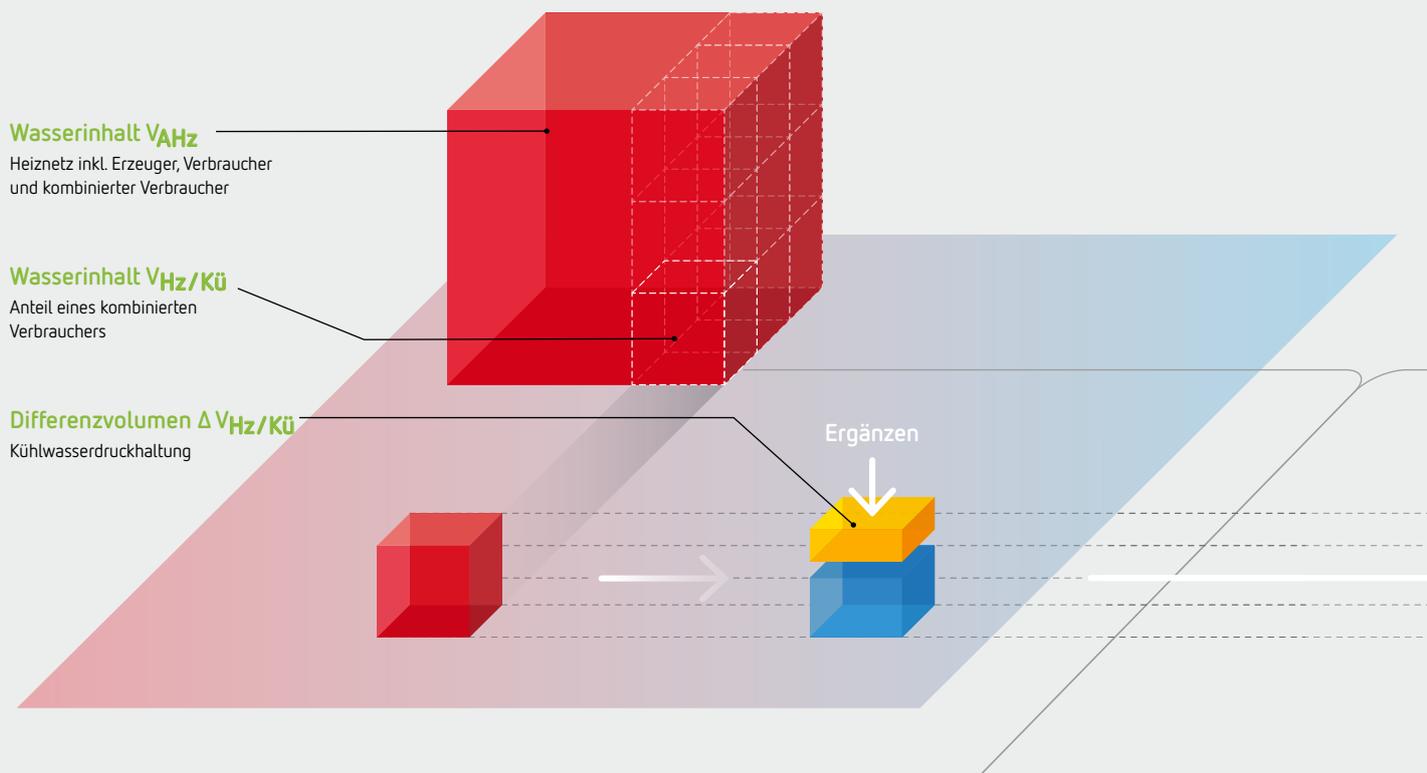
- II. **Es ist anzustreben, dass Netze mit thematisch getrennten Erzeugerhydrauliken die jedoch temporär und separat auf dieselben Verbraucher wirken, eine gemeinsame Druckhaltung erhalten und somit an einem definierten Punkt hydraulisch verbunden sind bzw. verbunden sein müssen.**

- III. **Heiz-Kühl-Systeme (Change-Over-Systeme) sollten hydraulisch so geplant werden, dass die beteiligten Erzeugerkreise gleiche hydraulische Grundprinzipien anwenden (Vordruckhaltung, Nachdruckhaltung, Lage des hydraulischen Nullpunktes im Netzverlauf, z.B. vor dem Erzeuger, an der hydraulischen Weiche usw.).**

Wärmeträger-Massenverschiebung

Temperaturbedingte Wärmeträger-Massenverschiebung im Heiz-Kühlbetrieb

Fall 1:
Umschalten vom Heiz- auf Kühlbetrieb



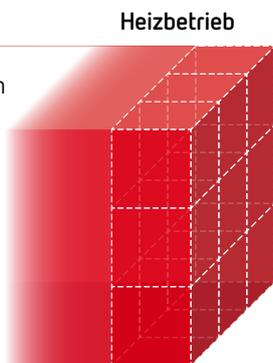
Gemeinsame Verbraucherinhalte

Gemeinsame Verbraucherinhalte können temporär dem Heizkreis, dem Kühlkreis oder keinem Kreis (Stillstand) zugeordnet sein. Zudem kann es auch mehrere Verbraucher in unterschiedlichen **Stadien** geben.

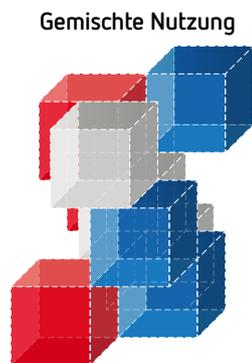
 Gemeinsamer Verbraucherinhalt, der dem **Heiznetz** zugeordnet ist

 Gemeinsamer Verbraucherinhalt, der dem **Kühlnetz** zugeordnet ist

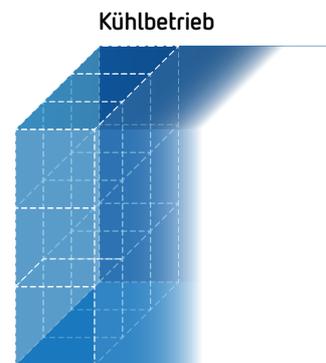
 Gemeinsamer Verbraucherinhalt, der sich im **Stillstand** befindet



Wasserinhalt $V_{AHz/Kü}$
kombinierte Verbraucher dem **Heiznetz** zugeordnet

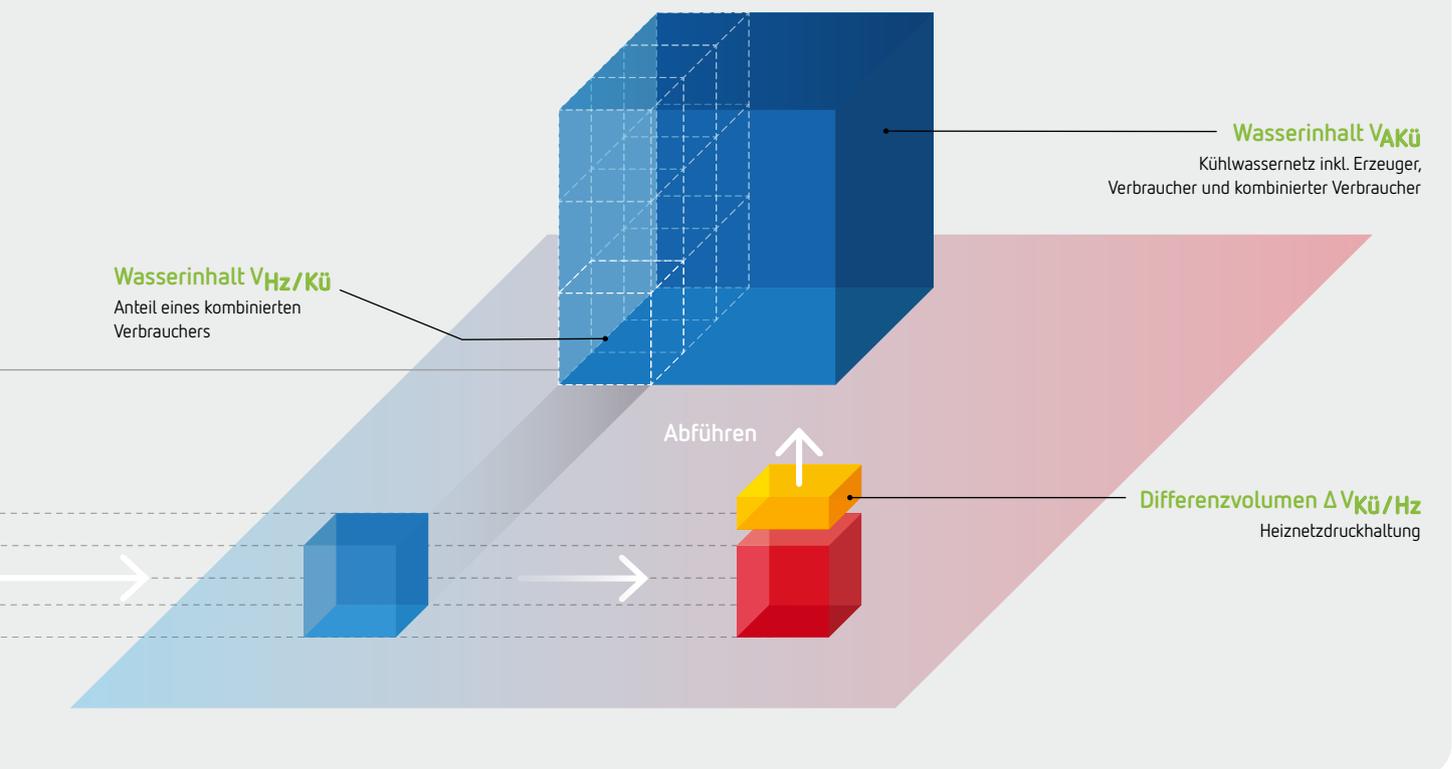


kombinierte Verbraucher **gemischte** Nutzung



kombinierte Verbraucher dem **Kühlnetz** zugeordnet

Fall 2:
Umschalten von Kühl- auf Heizbetrieb



Andere Ursachen für eine Wärmeträger-Massenverschiebung

- Falsches Timing beim hydraulischen Umschalten von Heiz- auf Kühlbetrieb
- Leckrate bei Regel- bzw. Absperreinrichtungen zwischen Heiz- und Kühlwassernetz
- Defekt an Regel- bzw. Absperreinrichtungen zwischen Heiz- und Kühlwassernetz
- Unbekannte bzw. undefinierte sonstige hydraulische Verbindungen der Netze
- Starke Druckunterschiede beim Zuschalten hydraulisch isolierter Heizflächen

Fazit:

Es muss bei Heiz-Kühlwassernetzen mit Change-Over-Betrieb eine Massenrückführung des Wärmeträgermediums vorgesehen werden



Beispielrechnung

zur möglichen temperaturbedingten Massenverschiebung

Eckdaten

Bürogebäude mit **120 Büroräumen** die mit einer Heiz-/Kühldecke im Change-Over Prinzip ausgestattet sind.

Temperaturprogramm Heizen	$t_{HVL}/t_{HRL} = 35^\circ\text{C} / 30^\circ\text{C}$	Anzahl der Büros	$n = 120$ Stk.
Temperaturprogramm Kühlen	$t_{KVL}/t_{KRL} = 16^\circ\text{C} / 19^\circ\text{C}$	mittlere Dichte des Heizwassers im Heizfall	$\rho_H = 993,0 \text{ kg/m}^3$
Deckentemperatur im Stillstand	$t_{DSt} = 20^\circ\text{C}$	mittlere Dichte des Heizwassers im Kühlfall	$\rho_K = 999,0 \text{ kg/m}^3$
Wasserinhalt Heiz-/Kühldecke-Büro	$V_D = 10 \text{ l/Stk.}$	Dichte des Heiz-/Kühlwassers im Stillstand	$\rho_{St} = 998,3 \text{ kg/m}^3$



Berechnungs-
beispiel

1. Stillstand → Heizbetrieb

Übergang von Stillstand in Heizbetrieb, Berechnung der möglichen Massenverschiebung in das aktive Heiznetz bei einem Aufheizvorgang in allen Büros pro Tag.

Das Heiznetz muss durch die Dichteänderung beim Aufheizvorgang **6,0 Liter pro Tag** aufnehmen bzw. mit der Druckhaltung kompensieren sofern in allen Büros dieser Vorgang stattfindet. In **10 Tagen** macht das dann **60 Liter** usw. Der Füllgrad in der Druckhaltung im Heiznetz steigt.

Rechenbeispiel

$$\Delta V_D = V_D \times \left(\frac{\rho_{St}}{\rho_H} \right) - V_D = 10 \text{ l} \times \left(\frac{998,3 \text{ kg/m}^3}{993,0 \text{ kg/m}^3} \right) - 10 \text{ l} = 0,05 \text{ l/Stk.}$$

$$\Delta V_{Dges} = \Delta V_D \times n = 0,05 \text{ l/Stk.} \times 120 \text{ Stk.} = \mathbf{6,0 \text{ l}}$$

2. Heizbetrieb → Kühlbetrieb

Übergang von Heizbetrieb in den Kühlbetrieb, Berechnung der möglichen Massenverschiebung in das aktive Kühlwassernetz bei einem Abkühlvorgang in allen Büros pro Tag.

Das Kühlnetz muss durch die Dichteänderung beim Abkühlvorgang **7,2 Liter pro Tag** zuführen bzw. mit der Druckhaltung kompensieren sofern in allen Büros dieser Vorgang stattfindet. In **10 Tagen** macht das dann **72 Liter** usw. Der Füllgrad in der Druckhaltung im Kühlwassernetz sinkt.

Rechenbeispiel

$$\Delta V_D = V_D \times \left(\frac{\rho_H}{\rho_K} \right) - V_D = 10 \text{ l} \times \left(\frac{993,0 \text{ kg/m}^3}{999,0 \text{ kg/m}^3} \right) - 10 \text{ l} = -0,06 \text{ l/Stk.}$$

$$\Delta V_{Dges} = \Delta V_D \times n = -0,06 \text{ l/Stk.} \times 120 \text{ Stk.} = \mathbf{-7,2 \text{ l}}$$

3. Kühlbetrieb → Stillstand

Übergang von Kühlbetrieb in den Stillstand, Berechnung der möglichen Massenverschiebung in das aktive Kühlwassernetz bei einem Abkühlvorgang in allen Büros pro Tag.

An dieser Stelle ist der Fokus auf die Tatsache zu richten, dass es auch zu einer Dichteänderung kommen kann. In der Neutralstellung der Regelorgane ist der mit der Dichteänderung verbundene Druckanstieg in der Heiz-Kühldecke zu kompensieren.

 Siehe auch **Planungsgrundsatz Nr. 3** auf **S. 7**

Rechenbeispiel

$$\Delta V_D = V_D \times \left(\frac{\rho_K}{\rho_{St}} \right) - V_D = 10 \text{ l} \times \left(\frac{999,0 \text{ kg/m}^3}{998,3 \text{ kg/m}^3} \right) - 10 \text{ l} = 0,007 \text{ l/Stk.}$$

$$\Delta V_{Dges} = \Delta V_D \times n = 0,007 \text{ l/Stk.} \times 120 \text{ Stk.} = \mathbf{0,8 \text{ l}}$$

4. Kühlbetrieb → Heizbetrieb

Übergang von Kühlbetrieb in den Heizbetrieb, Berechnung der möglichen Massenverschiebung in das aktive Heizwassernetz bei einem Lastfall dieser Art pro Tag in allen Büros.

Das Heiznetz muss durch die Dichteänderung beim Aufheizevorgang **7,2 Liter pro Tag** abführen bzw. mit der Druckhaltung kompensieren sofern in allen Büros dieser Vorgang stattfindet. In **10 Tagen** macht das dann **72 Liter** usw. Der Füllgrad in der heizwasserseitigen Druckhaltung steigt.

Rechenbeispiel

$$\Delta V_D = V_D \times \left(\frac{\rho_K}{\rho_H} \right) - V_D = 10 \text{ l} \times \left(\frac{999,0 \text{ kg/m}^3}{993,0 \text{ kg/m}^3} \right) - 10 \text{ l} = 0,06 \text{ l/Stk.}$$

$$\Delta V_{Dges} = \Delta V_D \times n = 0,06 \text{ l/Stk.} \times 120 \text{ Stk.} = \mathbf{7,2 \text{ l}}$$

Übersicht

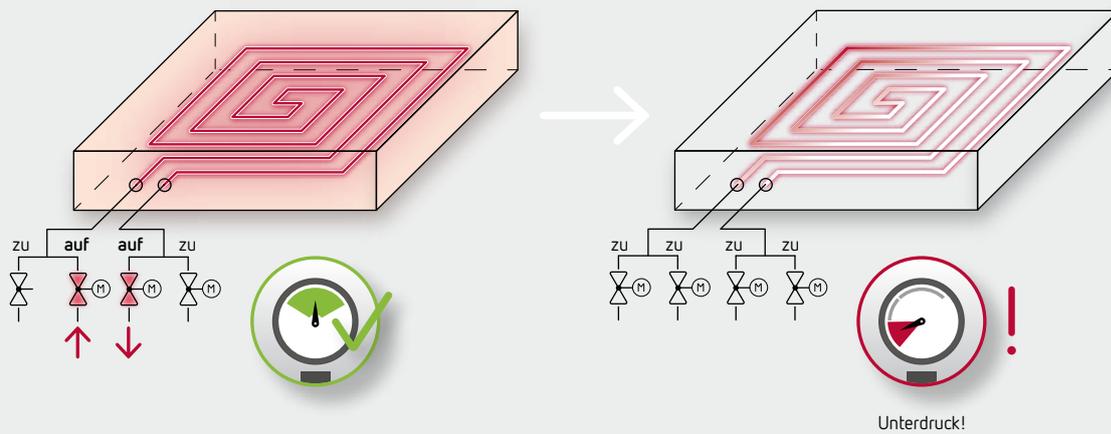
Lastfall	Umschaltfall	aktives Netz	Druckhaltung im aktiven Netz
1	Stillstand → Heizbetrieb	Heiznetz	Füllgrad nimmt zu
2	Heizbetrieb → Kühlbetrieb	Kühlnetz	Füllgrad nimmt ab
3	Kühlbetrieb → Stillstand	–	Gefahr von Über- oder Unterdruck im Verbraucher wenn keine Druckausgleichseinrichtung für Stillstandsfall/Abschaltbetrieb vorhanden ist.
4	Kühlbetrieb → Heizbetrieb	Heiznetz	Füllgrad nimmt zu

Die Betrachtung zeigt, dass es tendenziell allein durch die Dichteänderungen zu Massenverschiebung aus dem Kühlwassernetz ins Heiznetz kommt. Entsprechende Kompensationsmaßnahmen im Bereich der Druckhaltung sind also erforderlich.

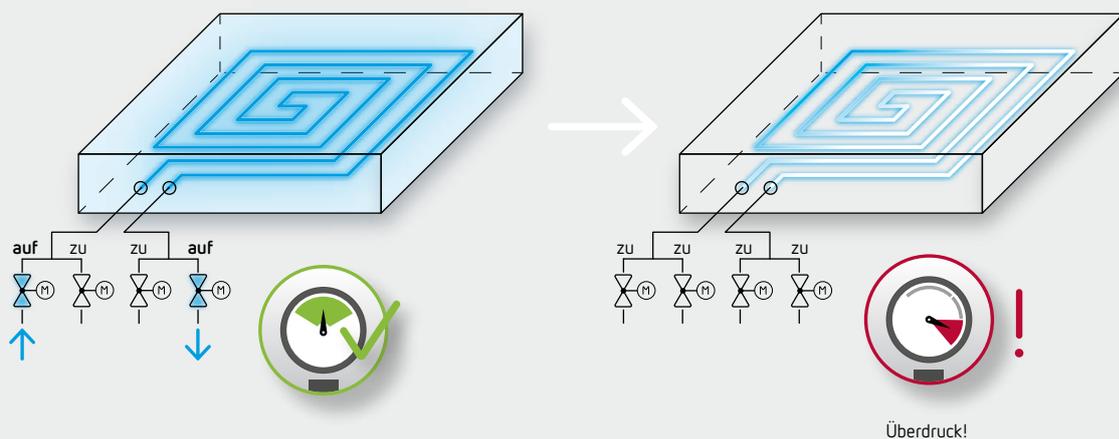
Problemstellung Stillstand

Hydraulisch isolierte Heiz-Kühlfläche (Verbraucher)

Fall 1:
Umschalten von Heizen auf Stillstand



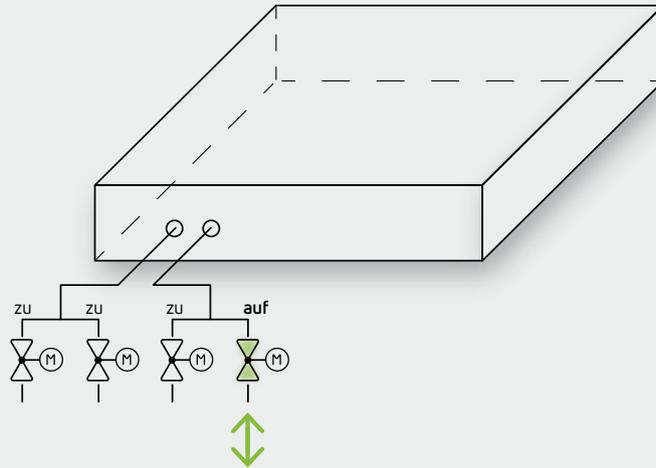
Fall 2:
Umschalten von Kühlen auf Stillstand



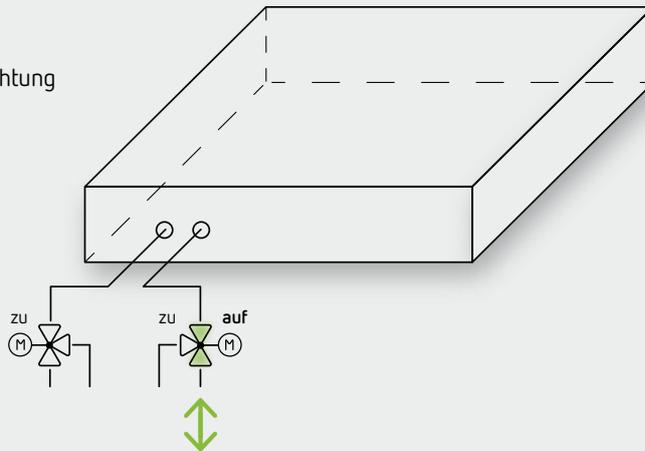
Um bei kombinierten Heiz-Kühl-Flächen für Druckentlastung zu sorgen, muss zu jeder Zeit gewährleistet sein, dass entsprechende Verbraucher mit einer Druckhaltung verbunden sind, da es sonst dort zu unerwünschten Unter- bzw. Überdrücken kommt.

Hydraulisch nicht isolierte Heiz-Kühlfläche – Lösungen

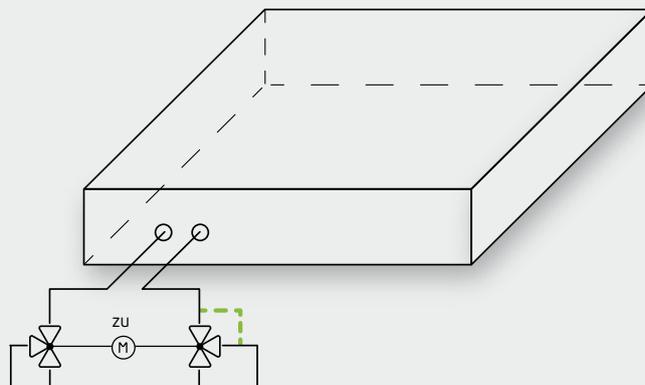
Lösung 1:
4 × 2-Wege-Ventile



Lösung 2:
2 × 3-Wege-Ventile
mit Druckausgleichseinrichtung

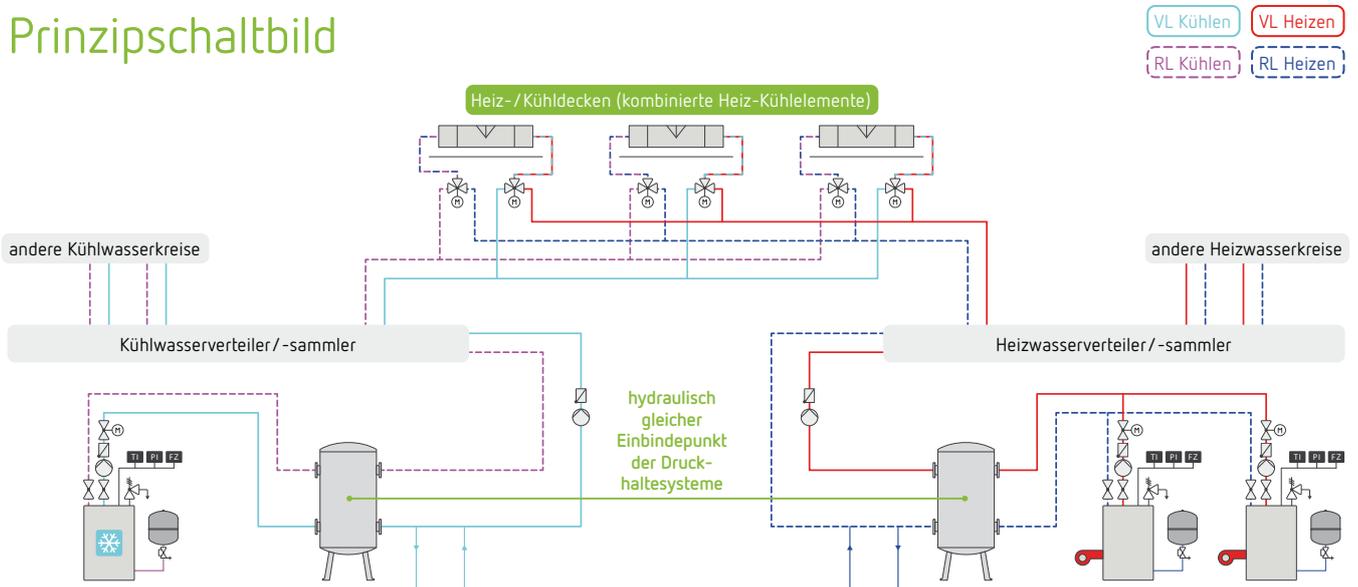


Lösung 3:
6-Wege-Motorkugelhahn
mit Druckentlastung



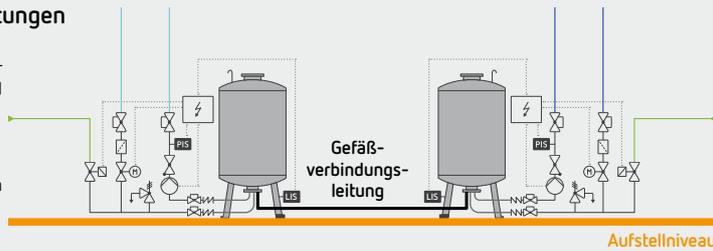
Varianten zur Einbindung

Prinzipschaltbild



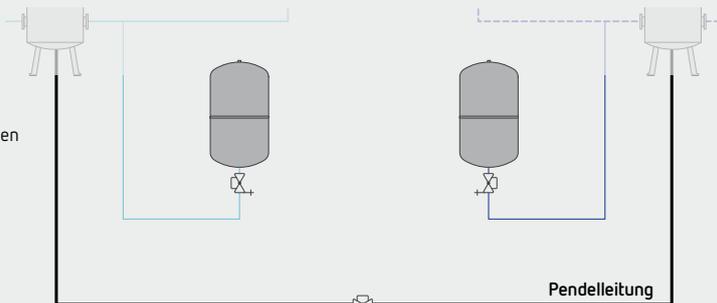
Autarke Pumpendruckhaltungen

- mit verbundenen Ausdehnungsgefäßen gleicher Geometrie und demselben Aufstellniveau
- ohne sonstige fest definierte Verbindung der Netzhydrauliken
- Nach Merksätzen
Ia II



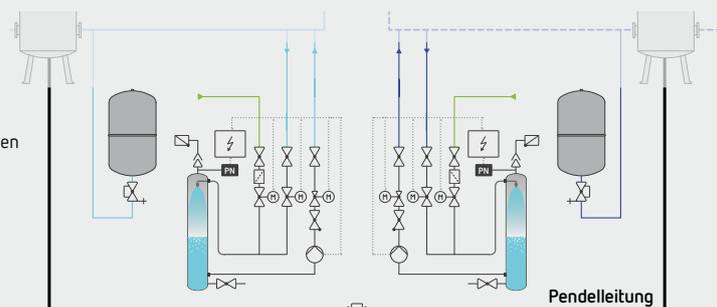
Statische Druckhaltung mittels MAG

- mit definierter Verbindung der Netzhydrauliken am hydraulischen Nullpunkt
- Nach Merksätzen
Ic III



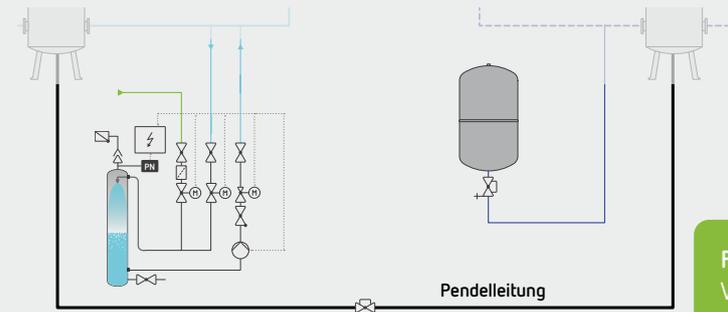
Statische Druckhaltung mittels MAG

- mit definierter Verbindung der Netzhydrauliken am hydraulischen Nullpunkt
- mit Entgasung in beiden Erzeugerkreisen
- Nach Merksätzen
Ic II III



**Autarke Druckhaltung
mittels MAG**

- mit definierter Verbindung der Netzhydrauliken am hydraulischen Nullpunkt
- mit Entgasung im Kühlwasserkreis
- Nach Merksätzen **II III**



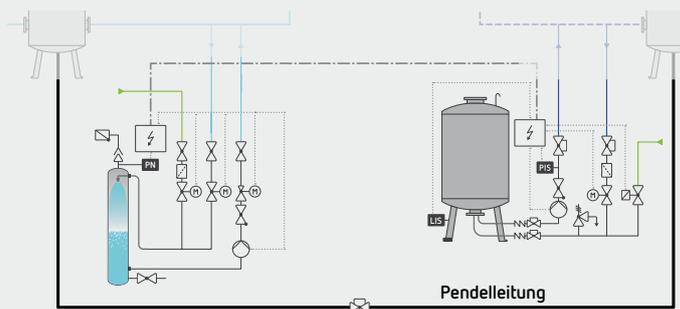
Fazit:

Verbundnetze mit thematisch getrennten Erzeugerkreisen und gemeinsamen Verbrauchern müssen bedingt durch unvermeidbare temperaturbedingte Wärmeträgermassenverschiebungsvorgänge gezielt an einer Stelle verbunden werden.



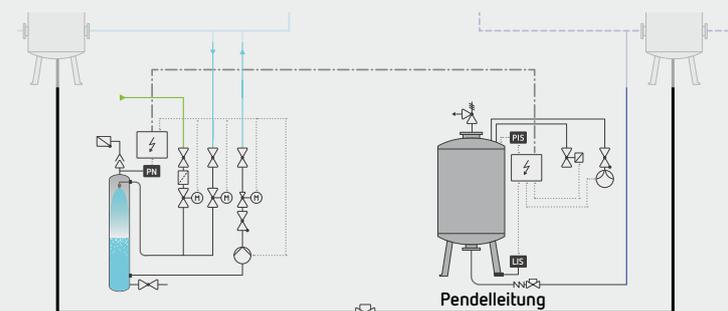
**Autarke Druckhaltung
pumpengesteuert**

- mit definierter Verbindung der Netzhydrauliken am hydraulischen Nullpunkt
- mit Entgasung im Kühlwasserkreis
- optional Druckhaltestation
- Nach Merksatz **II III**



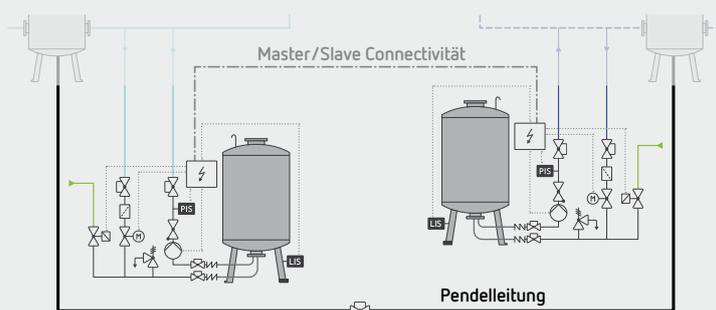
**Autarke Druckhaltung
kompressorgesteuert**

- mit definierter Verbindung der Netzhydrauliken am hydraulischen Nullpunkt und Entgasung im Kühlwasserkreis.
- Nach Merksätzen **II III**



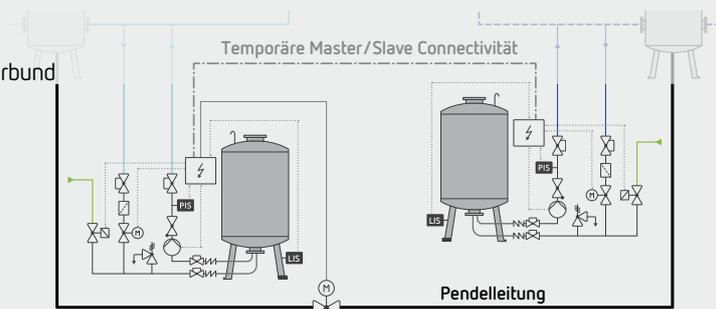
**Druckhaltestationen
im Master/Slave Verbund**

- mit definierter Verbindung der Netzhydrauliken am hydraulischen Nullpunkt
- Nach Merksätzen **Ia Ib III**



**Druckhaltestationen
im temporären Master/Slave Verbund**

- mit gesteuerter temporärer Verbindung der Netzhydrauliken am hydraulischen Nullpunkt
- Nach Merksätzen **Ia Ib III**



Die Schemata dienen lediglich zur Veranschaulichung der Zusammenhänge. Sie sind den örtlichen Verhältnissen entsprechend anzupassen und zu konkretisieren.

Installationsbeispiel

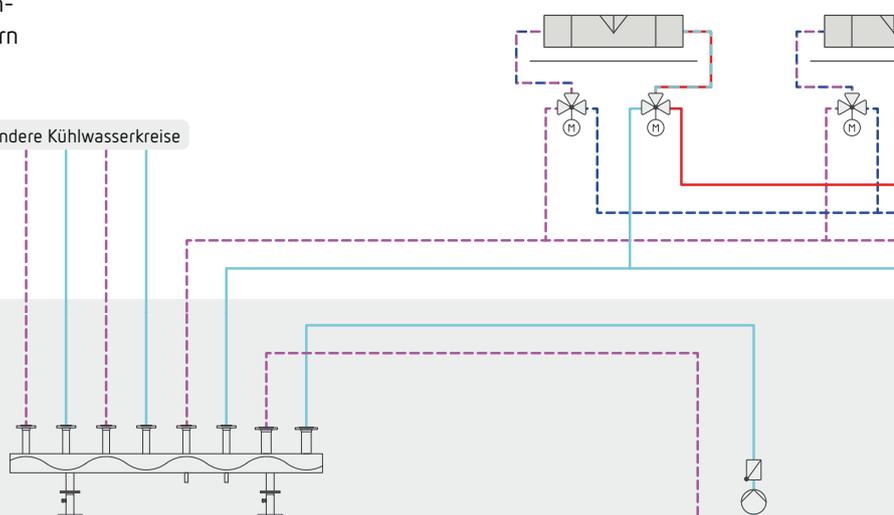
Druckhaltung, Entgasung, Nachspeisung und Wärmestromverteilung in einem Heiz- und Kühlsystem mit Verbrauchern im Change-Over Prinzip.

Gemeinsame Pumpendruckhaltung mit Vakuum-Sprührohrentgasung im Kühlwassernetz

Kompaktverteiler

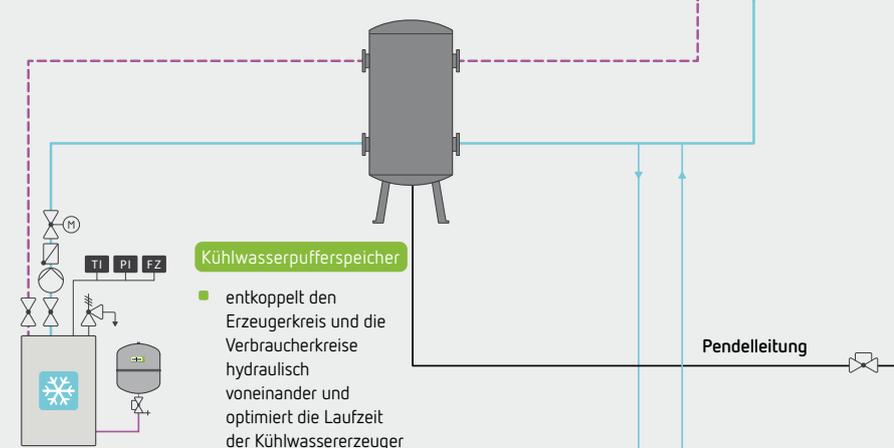
- als Bindeglied zwischen dem Erzeuger- und den Verbraucherkreisen
- platzsparende Anordnung der Vor- und Rückläufe
- gutes Strömungsverhalten durch sinusförmige Anordnung der Vor- und Rücklaufkammer
- montagefreundliche, kompakte Bauweise

andere Kühlwasserkreise



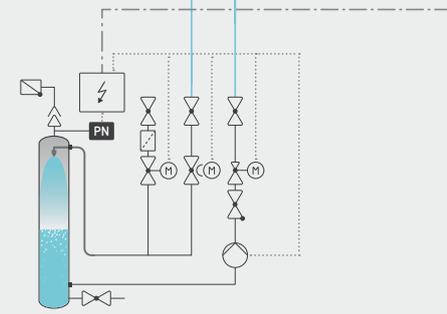
Kühlwasserpufferspeicher

- entkoppelt den Erzeugerkreis und die Verbraucherkreise hydraulisch voneinander und optimiert die Laufzeit der Kühlwassererzeuger

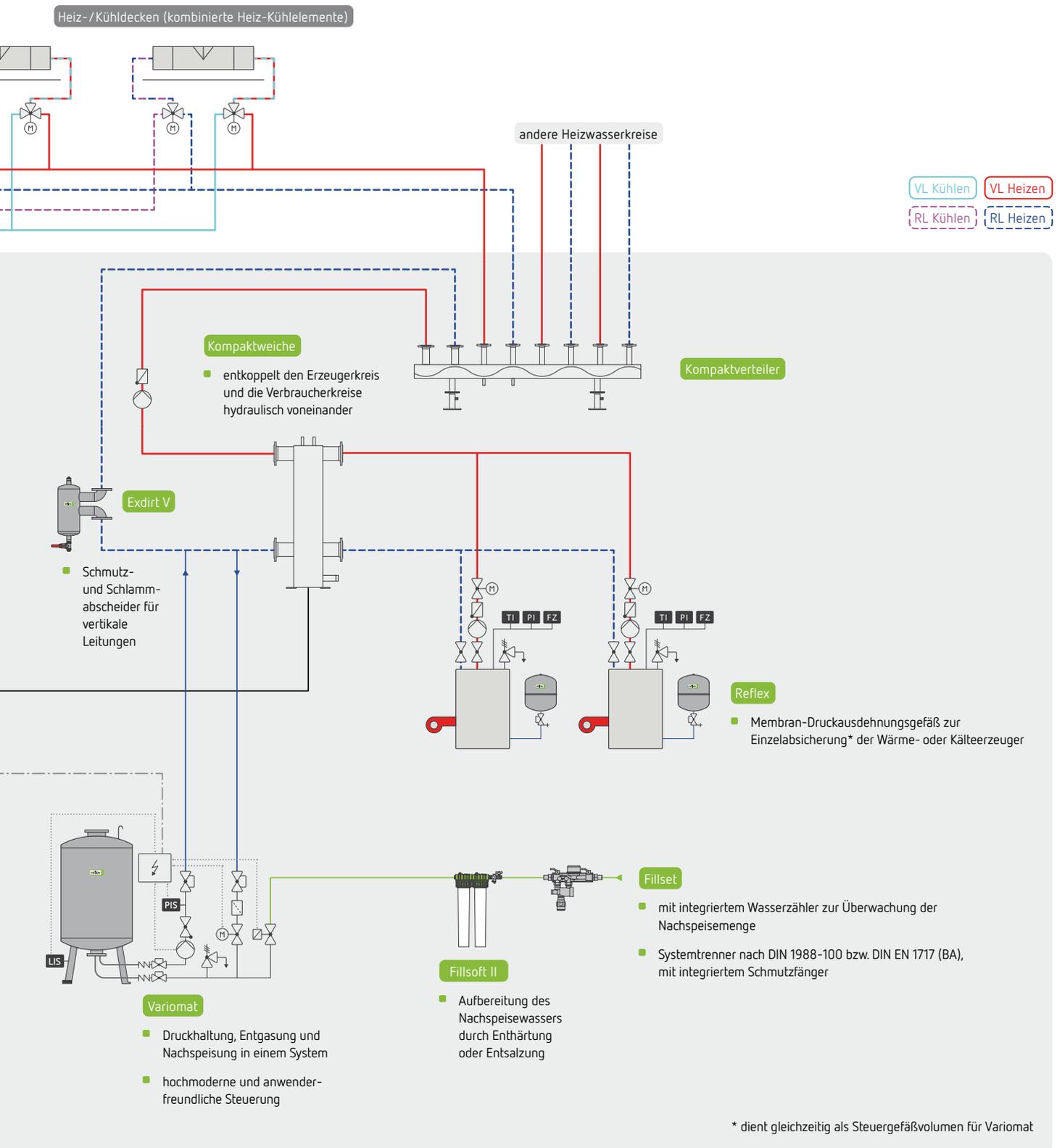


Servitec

- leistungsstarke, zentrale Entgasung des Inhaltswassers (opt. auch des Nachspeisewassers)
- dauerhafte Betriebssicherheit des gesamten Heiz-Kühl-Systems



Die Schemata dienen lediglich zur Veranschaulichung der Zusammenhänge. Sie sind den örtlichen Verhältnissen entsprechend anzupassen und zu konkretisieren.



Dimensionierung einer Pendelleitung bei Master-Slave-Betrieb

Eckdaten

Voraussetzung:

Definierter bzw. maximaler Druckanstieg in der Pendelleitung Δp_{Ges} von max. $\leq 0,1$ bar*.

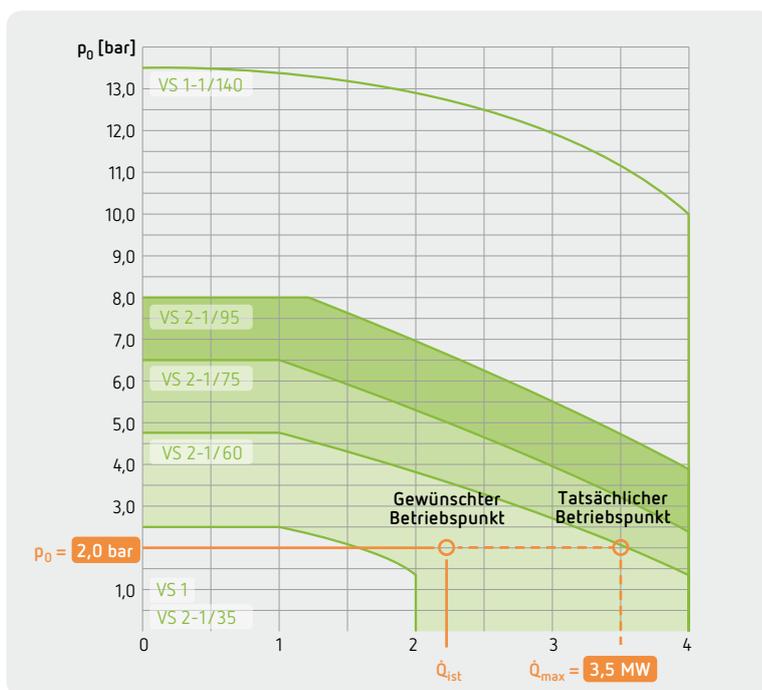
*Durch Arbeitsbereich der Druckhaltung angestrebter Grenzwert zur Vermeidung eines Taktbetriebs während der Volumenverschiebung



Schematischer Verlauf Pendelleitung inkl. Ausdehnungsleitungen

1. Bestimmung der möglichen Gesamtwärmeleistung für das Druckhaltesystem

Anhand der Anlagenkennlinie aus Diagramm 1 bestimmen



Anleitung

1. Gewünschten Betriebspunkt über Gesamtwärmeleistung* und p_0 bestimmen
2. Tatsächlichen Betriebspunkt entlang der Anlagenkennlinie bestimmen:

$$\dot{Q}_{max} = 3,5 \text{ MW}$$

Der gewünschte Betriebspunkt entspricht u.U. nicht dem tatsächlichen Betriebspunkt!

* Gesamtwärmeleistung des Heiz- / Kühlwassersystems

2a. Pauschale Dimensionierung der Pendelleitung

Aus Tabelle 1

Pendel- und Ausdehnungsleitung Ausgleichsstrecke	\dot{Q}_{max} Maximal mögliche Gesamtwärmeleistung Heizfall [MW]			
25 m (15 Bogen)	$\leq 2,5$	$\leq 4,0$	$\leq 6,0$	$\leq 10,0$
40 m (25 Bogen)	$\leq 1,8$	$\leq 3,5$	$\leq 4,8$	$\leq 8,5$
60 m (40 Bogen)	$\leq 1,5$	$\leq 3,0$	$\leq 4,0$	$\leq 7,0$
Dimension Pendelleitung	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50

Länge Pendelleitung inkl. Ausdehnungsleitung Netz A/Netz B	$l = 40 \text{ m}$	Dichte des Mediums	$\rho = 988 \text{ kg/m}^3$
Bogenanzahl	$n = 25 \text{ Bogen}$	Längenspezifischer Druckverlust durch Reibung in einem geraden Stahlrohr DN 32	$R = 145 \text{ Pa/m}$
Mindestbetriebsdruck	$p_0 = 2,0 \text{ bar}$		
Gesamtwärmeleistung	$\dot{Q}_{\text{ist}} = 2,2 \text{ MW}$		



Berechnungsbeispiel

2b. Genaue Dimensionierung mittels differenzierter Druckverlustberechnung

bei Massenverschiebung über eine Pendelleitung

Berechnung / Herleitung	Beispiel
<p>Gesamtdruckverlust für Volumenstrom Massenverschiebungsstrecke</p> $\Delta p_{\text{Ges}} = \Delta p_{\text{AdIA}} + \Delta p_{\text{AdIB}} + \Delta p_{\text{Pl}}$ <p>Δp_{AdIA} = Druckverlust in Ausdehnungsleitung Druckhaltung Netz A Δp_{AdIB} = Druckverlust in Ausdehnungsleitung Druckhaltung Netz B Δp_{Pl} = Druckverlust in Pendelleitungsabschnitt</p>	$= \boxed{\text{XX}} + \boxed{\text{XX}} + \boxed{\text{XX}} = \leq 0,1 \text{ bar}$
<p>Summe der Einzelwiderstandsbeiwerte</p> $\sum \xi = 5 + n \times 0,5$	$= 5 + \boxed{25 \text{ Bogen}} \times 0,5 = \boxed{17,5}$
<p>Herleitung des Volumenstroms aus der max. möglichen Wärmeleistung für die Ermittlung der Fließgeschwindigkeit w</p> $\dot{V} = \dot{Q}_{\text{max}} \times 0,68 \frac{l}{\text{kW} \times h} \times \frac{h}{3.600 \text{ s}}$ $w = \frac{\dot{V}}{A_r}$ <p>A_r = Lichter Rohrquerschnitt</p>	$= \boxed{3.500 \text{ kW}} \times 0,68 \frac{l}{\text{kW} \times h} \times \frac{\text{m}^3}{1.000 \text{ l}} = \boxed{2,38 \text{ m}^3/\text{h}}$ $= \frac{2,38 \text{ m}^3/\text{h} \times 4}{3.600 \text{ s}/\text{h} \times (0,0359 \text{ m})^2 \times \pi} = \boxed{0,67 \text{ m/s}}$
<p>Druckverlust durch Einzelwiderstände</p> $Z = \sum \xi \times \frac{w^2}{2} \times \rho$ <p>Hinweis: Ausdehnungsleitungen und Pendelleitungen sollten gemeinsam dimensioniert werden</p>	$= \boxed{17,5} \times \frac{(\boxed{0,67 \text{ m/s}})^2}{2} \times \boxed{988 \text{ kg/m}^3} = \boxed{3.880 \text{ Pa}^*}$ <p>* 1 Pa = 1 kg/(m × s²)</p>
<p>Gesamtdruckverlust für Volumenstrom Massenverschiebungsstrecke</p> $\Delta p_{\text{Ges}} = R \times l + Z$	$= \boxed{145 \text{ Pa/m}} \times \boxed{40 \text{ m}} + \boxed{3.880 \text{ Pa}} = \boxed{9.680 \text{ Pa}}$ $\rightarrow \boxed{0,0968 \text{ bar}}$

Reflex Mehr-Werte

Digitale Service-Angebote



Reflex Solutions Pro –

Einfach und schnell zur kompletten Projektlösung

Mit der nächsten Generation des bewährten Auslegungstools können Produkte aus dem gesamten Reflex Portfolio individuell zusammengestellt und in jeglicher Größenordnung passend zur relevanten Anlage ausgelegt werden – vom Einfamilienhaus über den Wohnbau bis zum industriellen Gewerbe. Ob einzelnes

Produkt oder komplettes System: Nach Wahl der Anwendung erfolgt die Eingabe der relevanten Anlagenparameter. Schnell und passgenau ermittelt Reflex Solutions Pro die entsprechende Konfiguration. Mit einem Klick kann die vollständige Dokumentation wie Produktdaten, Ausschreibungstexte und BIM-Daten heruntergeladen werden.

Jetzt kostenlos Ihre Auslegung starten:

 rsp.reflex.de

Reflex Training – Vorsprung durch Know-how



Nahe des Unternehmenssitzes in Ahlen werden Fachhandwerker, Planer und Betreiber auf die Herausforderungen der Heizungs- und Warmwasserversorgung in der modernen Gebäudetechnik vorbereitet. Von der Installation über Planung und Beratung bis hin zum technischen Betrieb orientiert sich das Reflex Training Center und sein Team an jenen Partnern, die aus erster Hand über Technik, Normen und Service informiert werden möchten.

Im modern sanierten, ehemaligen westfälischem Gutshof wird gelerntes Know-how direkt an Reflex Anlagen umgesetzt, trainiert und erlebt. Realitätsgetreue Simulationen und ein umfangreiches Anlagenportfolio tragen zu einer erlebbaren Umsetzung der Inhalte bei, wobei theoretische und praktische Aspekte effektiv miteinander verknüpft werden. Die Reflex4Experts Schulungen gibt es jetzt auch Online. Zum Beispiel als Webinars für PC, Tablet oder Smartphone. Mit kurzen interessanten Lerneinheiten zu aktuellen und spannenden Themen, welche ganz unkompliziert im Büro, von zuhause oder unterwegs verfolgt werden können.

Weitere Informationen finden Sie unter
www.reflex4experts.com

Reflex Training Center

+49 2382 7069-9581
seminare@reflex.de



Unser Leistungsversprechen – Reflex After Sales & Service

Versorgungstechnische Anlagen werden immer komplexer. Das gilt für die Technik ebenso, wie für Dokumentations- und Prüfpflichten. Mit dem Reflex After Sales & Service sind Sie auch nach dem Kauf in guten Händen. Unsere jahrelange Expertise, spezialisiert auf die Reflex-Lösungswelt, bietet Ihnen höchste Sicherheit und Funktionalität Ihrer Anlage.

- Expertise und langjährige Erfahrung mit allen Reflex Produkten
- Deutschlandweiter Werkskundendienst – reaktionsschnell für Sie vor Ort

- Qualifiziertes Personal mit Know-How zu aktuellsten Produkten und Richtlinien
- Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und damit der Haftungs- und Gewährleistungsbestimmungen
- Optimal eingestellte Anlagen für maximale Effizienz und Funktionalität



QR-Code scannen und Angebot zum Wartungsvertrag einholen!
Weitere Informationen zu allen unseren Services erhalten Sie außerdem unter www.reflex-winkelmann.com/services-downloads/after-sales-service



Garantieverlängerung auf 5 Jahre

Ab sofort haben Sie die Möglichkeit, Ihre Anlage nach Inbetriebnahme durch uns oder durch einen von uns zertifizierten Servicepartner zu registrieren. Bei gleichzeitigem Abschluss eines Wartungsvertrags haben Sie damit Anspruch auf eine Garantieverlängerung auf 5 Jahre. Nutzen Sie diese Möglichkeit ganz einfach über www.reflex-winkelmann.com/services-downloads/after-sales-service/garantie auf unserer Homepage oder über den Aufkleber auf Ihrem Produkt und gelangen ganz einfach zur Registrierung.

Eine Registrierung ist nicht nur bei Inbetriebnahme möglich, sondern gilt für alle Anlagen mit einem Herstellungsdatum von bis zu 6 Monaten ab Herstellungsjahr 2020.

Mit der neuen Online-Service-Beauftragung optimieren wir den Service für unsere Kunden noch weiter. Mit wenigen Klicks ist das Auftragsformular erstellt und kann direkt in unserem System weiterverarbeitet werden. So wird unser Service noch schneller und kundenfreundlicher.



Werkskundendienst

+49 2382 7069-9505
aftersales@reflex.de



Technische Hotline

+49 2382 7069-9546
aftersales@reflex.de



Kaufmännische Abwicklung

+49 2382 7069-7505
aftersales@reflex.de



Immer auf dem aktuellen Stand

Weitere Broschüren und Materialien können Sie unter www.reflex.de/services-downloads herunterladen sowie als gedruckte Unterlage bestellen:



RE1993deB / 9129618 / 11-2022
Technische Änderungen vorbehalten



Thinking solutions.

Reflex Winkelmann GmbH

Gersteinstraße 19
DE-59227 Ahlen
+49 2382 7069-0
Technische Hotline: +49 2382 70699546

www.reflex-winkelmann.com

Reflex Schweiz GmbH

Rührbergweg 7
CH-4133 Pratteln
+41 61 825 6950
info@reflexch.ch

www.reflex-winkelmann.com/ch

Reflex Austria GmbH

Hirschstettnerstrasse 19–21, Bt.i, 3.OG
AT-1220 Wien
+43 1 6160250
office@reflex-austria.at

www.reflex-winkelmann.com/at