

# Chiller / Hydraulik-Basics



- Angst vor Hydraulik?
- Grundlegende Anforderungen für Wasserinstallationen
- Hydraulische Hauptkomponenten
- Überlegungen zum Betrieb des KWS
- Überlegungen zu Verteilsystemen
- ECOi-W Pumpensteuerung / Antriebe



Um die richtige Energiemenge bereitzustellen und gleichmäßig an die Verbraucher zu verteilen, ist es wichtig:

- die **richtige Kaltwassersatz-/Wärmepumpengröße** auszuwählen,
- **geeignete Wasserpumpen** auswählen
- die **richtigen Rohrgrößen** berechnen,
- die **Mindestwassermenge** berücksichtigen und
- die **richtigen Volumenstrom** berücksichtigen.

Klingt vertraut? Natürlich, denn das Kältemittel ist nur eine weitere Flüssigkeit, denn was macht sonst eine VRF-Wärmepumpe → als die **erzeugte Energie durch Rohre zu den Verbrauchern** (VRF-Inneneinheiten) zu transportieren?

Auch wenn unser Verständnis unterschiedlich sein mag, kann Wasser auch als Kältemittel betrachtet werden, es gibt viele Gemeinsamkeiten. Sie brauchen also keine Angst vor Wassersystemen zu haben...

**....solange wir die Regeln befolgen...**



# Grundlegende Anforderungen für Wasserinstallationen



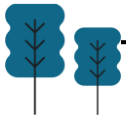


ATTENTION

Für einen ordnungsgemäßen Betrieb des Systems ist es unerlässlich, sicherzustellen, dass die im primären Wasserkreislauf enthaltene Wassermenge ausreichend ist.

Dies ist aus 2 Hauptgründen wichtig:

- Ein großes Wasservolumen im Hydrauliksystem sorgt für eine optimale Verdichter-Laufzeiten und verhindert ein **unnötig häufiges Schalten der Verdichter**.
- Im Heizbetrieb liefert ein großes Wasservolumen genügend Wärmeenergie für ein **schnelles abtauen** des/der Wärmetauscher(s) bei **gleichbleibendem Heizkomfort** auf der Lastseite. Die Energiemenge, die vom System gehalten werden kann, ist direkt an das Wasservolumen im System gekoppelt (abhängig von Rohrdurchmessern, Vorhandensein eines Pufferspeichers usw.)





ATTENTION

Minimale Gesamtwassermenge im primären Wasserkreislauf im Falle von ECOi-W:

1. Für reine Kühlanwendungen:

a) Komfortklima:

**3.5 l/kW** Kühlleistung

b) Prozesskühlung:

**10.0 l/kW** Kühlleistung

2. Für Wärmepumpenanwendungen:

**12.5 l/kW** Heizleistung



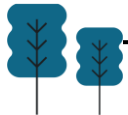
Wenn das Gesamtvolumen des primären Hydraulikkreislaufs es nicht erlaubt, diese Empfehlungen zu erreichen, muss der Anlage ein **Puffertank** hinzugefügt werden, um das Wasservolumen auf den erforderlichen Wert zu erhöhen.

Wenn das Gerät mit einem geringen Wasservolumen betrieben wird (z. B. Lüftungsgerät ...) oder wenn es für industrielle Prozesse eingesetzt wird, ist ein Puffertank **obligatorisch**, um eine ausreichende thermische Trägheit und eine zufriedenstellende Temperaturstabilität zu gewährleisten.

Minimale Wassermenge für **reine Klima-Kühlanwendungen**:

ECOi-W Gerätegröße		20	25	30	35	40	45	55	65	75	90	105	125	140	150	170	190	210
Komfortklima	I	71	93	99	132	137	172	196	242	263	336	390	448	469	515	565	658	731
Prozesskühlung	I	204	266	283	376	393	491	560	691	751	960	1115	1280	1340	1470	1612	1878	2088

Die Größen 20 bis 40 werden mit einem 100-l-Tank geliefert, ab 45 bis 210 mit einem 300-l-Puffertank



Minimales Wasservolumen für Heizanwendungen:

ECOi-W Gerätegröße	20	25	30	35	40	45	55	65	75	90	105	125	140	150	170	190	210
Minimales Wasservolumen	244	336	371	466	520	606	728	840	949	1101	1263	1489	935	1000	1106	1268	1415

Hinweis: Aufgrund der 2-Kreis-Ausführung der Modelle 140 bis 210 kann ein Kältemittelkreis für die Abtauung verwendet werden, so dass die für die Abtauung benötigte Wassermenge geringer ist als bei Systemen mit 1 Kreis.

Hinweis: Puffertanks können als Option bestellt werden. Kaltwassersätze der Größen 20 bis 40 werden mit einem 100-l-Tank geliefert, größere Gerätegrößen mit einem 300-l-Puffertank.



ATTENTION

Selbst wenn der Kaltwassersatz mit der Option Puffertank bestellt wird, kann das gesamte Systemwasservolumen kleiner als das erforderliche Mindestwasservolumen sein!  
Stellen Sie sicher, dass die Mindestwassermenge unbedingt eingehalten wird!



- Auch als Druckausgleichsbehälter oder Membranausdehnungsgefäß (MAG) bekannt, hat das Ausdehnungsgefäß die Aufgabe, wie ein **Polster bei der Volumenänderung von Wasser** zu wirken.
- Denn das Volumen des Wassers nimmt bei Temperaturabsenkung ab und bei Temperaturerhöhung zu.



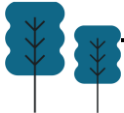
Ausdehnungsgefäße müssen so dimensioniert sein, dass sie in der Lage sind, eine Ausdehnung aufzunehmen, **die 2 % des gesamten in der Anlage** (Wärmetauscher, Rohrleitungen, Installationen und Pufferbehälter, falls vorhanden) enthaltenen Wasservolumens entspricht.

Das **Ausdehnungsgefäß sollte auf der Saugseite der Pumpe** installiert werden. Sein **Vorfülldruck** sollte unter Berücksichtigung des gesamten Wasservolumens im Hydraulikkreislauf eingestellt werden.

Das Volumen der Ausdehnungsgefäße, die mit den optionalen Hydrauliksets mit Einzelpumpe und Doppelpumpe geliefert werden, beträgt :

Unit size	20	25	30	35	40	45	55	65	75	90	105	125	140	150	170	190	210
Volume of the expansion vessel (hydraulic option)	1	8			12			18			25						

**Beispiel:** Für Heizungsanwendungen beträgt das Mindestwasservolumen des **Modells 125 1489 l**. Gemäß der oben genannten **2 %-Faustformel** beträgt die zu berücksichtigende Ausdehnung ca. **30 l**. Da das Ausdehnungsgefäß mit der optionalen Pumpe des Modells 125 ein Volumen von **18 l** hat, muss bauseits ein zusätzliches Ausdehnungsgefäß von **12 l** vorgesehen werden.





CAUTION

Bei Betrieb im Kühlen mit Austrittswassertemperaturen unter 5 °C muss das Wasser im Hydraulikkreislauf durch Zugabe von Glykol vor Frost geschützt werden.

Die Wasserlösung auf Glykolbasis muss ausreichend konzentriert sein, um einen angemessenen Schutz zu gewährleisten und Eisbildung bei den minimalen Außentemperaturen, für die die Anlage ausgelegt ist, zu verhindern.



CAUTION

Der Glykolanteil im Hydraulikkreislauf der Anlage muss bei der Inbetriebnahme am Regler eingestellt werden. Diese Parametereinstellung ändert die Sicherheits- und Alarmauslöseschwellenwerte. Ein falscher Wert kann zu Fehlfunktionen führen und die Zerstörung des Wärmetauschers der Einheit zur Folge haben.

Es wird dringend empfohlen, den Glykoltyp und die Konzentration im Schaltschrank des Geräts zu hinterlegen.

## Frostschutz

in Abhängigkeit von der Konzentration

Frostschutz bis -9 °C bei 20%



Frostschutz bis -16 °C bei 30%



Frostschutz bis -25 °C bei 40%



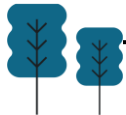
Frostschutz bis -38 °C bei 50%



Frostschutz bis -51 °C bei 58%



Hinweis: Weitere Informationen über die Verwendung von Glykol finden Sie im Installations- und Wartungshandbuch.



Minimale Außentemp.		°C	5 > T > 0	0 > T > -5	-5 > T > -10	-10 > T > -30
Monoethylenglykolkonzentration		%	10	20	30	45
Korrekturfaktor	Druckverlust		1,070	1,160	1,235	1,368
	Wasserdurchfluss		1,015	1,050	1,085	1,169
	Thermodynamische Leistung		0,995	0,985	0,970	0,949

Minimale Außentemp.		°C	5 > T > 0	0 > T > -5	-5 > T > -10	-10 > T > -27
Monopropylenglykolkonzentration		%	10	20	30	45
Korrekturfaktor	Druckverlust		1,112	1,175	1,290	1,520
	Wasserdurchfluss		1,005	1,030	1,067	1,162
	Thermodynamische Leistung		0,991	0,977	0,945	0,894



- Ethylen hat die besten Wärmeübertragungseigenschaften und ist daher die richtige Wahl für die meisten industriellen Anwendungen. Es ist jedoch sehr giftig: Die Einnahme von 30 ml Ethylenglykol kann für einen Erwachsenen bereits tödlich sein. Daher sollte es nicht in Prozessen eingesetzt werden, bei denen die Flüssigkeit mit Lebensmitteln, Getränken oder Trinkwasser in Berührung kommt. Das gilt sowohl für Menschen als auch für Tiere.
- **Ethylenglykol kann daher nur verwendet werden, wenn keine Anforderungen an die geringe Toxizität gestellt werden.**
- **Verwenden Sie Propylenglykol, wenn das Kältemittel mit Menschen, Tieren oder Lebensmitteln in Berührung kommen kann.**
- Propylenglykol hat ähnliche Eigenschaften wie Ethylenglykol. Es hat jedoch eine geringere Toxizität. Es ist auch schneller im Abbau und sicherer in der Verarbeitung als Ethylenglykol. Propylenglykol wird daher in der pharmazeutischen Industrie, der Tierzucht, der Lebensmittelindustrie, im Gastgewerbe und anderen Anwendungen, in denen man mit dem Kühlmittel in Berührung kommen kann, weit verbreitet eingesetzt.





CAUTION

Die ECOi-W Kaltwassersätze dürfen nicht in einem offenen Wasserkreislaufsystem, das Probleme mit der Sauerstoffanreicherung verursachen könnte, oder mit unbehandeltem Grundwasser betrieben werden.

Die Verwendung von unsachgemäß behandeltem oder unbehandeltem Wasser kann zu Verkalkung, Erosion, Korrosion oder Algen- oder Schlammablagerungen in den Wärmetauschern führen. Wenden Sie sich an einen Spezialisten für Wasserbehandlung, um die richtige Behandlung zu bestimmen.

**Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die durch unbehandeltes oder unsachgemäß behandeltes Wasser, entmineralisiertes Wasser, Salzwasser oder Meerwasser verursacht werden.**

Hinweis: Einzelheiten zu den Anforderungen an die Behandlung des Wassers entnehmen Sie bitte dem Installations- und Wartungshandbuch.





## ACHTUNG

Der ECOi-W darf nicht in einem Netz mit offenen Schleifen betrieben werden, die Störfälle durch Sauerstoffzuführung oder durch nicht aufbereitetes Grundwasser verursachen können.

Die Benutzung von falsch oder nicht aufbereitetem Wasser im ECOi-W kann zu Verkalken, Erosion, Korrosion oder die Ablagerung von Algen oder Schlamm in den Wärmetauschern führen. Sie sollten einen qualifizierten Fachmann für Wasseraufbereitung zu Rate ziehen, um die eventuell erforderliche Aufbereitung zu ermitteln. Der Hersteller kann nicht haftbar gemacht werden für Schäden durch die Benutzung von nicht oder falsch aufbereitetem Wasser, entmineralisiertem Wasser, Salzwasser oder Meerwasser.

Zur Information hier unsere Empfehlungen ohne Anspruch auf Vollständigkeit :

- Keine Ammonium-Ione  $\text{NH}_4^+$  im Wasser, sehr schädlich für das Kupfer.  $< 10 \text{ mg/l}$ .
- Chlorid-Ionen  $\text{Cl}^-$  sind schädlich für das Kupfer, mit Lochfraßgefahr.  $< 10 \text{ mg/l}$ .
- Sulfat-Ionen  $\text{SO}_4^{2-}$  können zu Lochkorrosion führen.  $< 30 \text{ mg/l}$ .
- Keine Fluorid-Ionen ( $< 0,1 \text{ mg/l}$ )
- Keine Ionen  $\text{Fe}^{2+}$  und  $\text{Fe}^{3+}$  vor allem bei gelöstem Sauerstoff.  $\text{Fe} < 5 \text{ mg/l}$  mit gelöstem Sauerstoff  $< 5 \text{ mg/l}$ . Wenn diese Ionen zusammen mit gelöstem Sauerstoff vorhanden sind, bedeutet dies eine Korrosion der Stahlteile. Dies kann vor allem in Rohrbündel-Wärmetauschern Korrosionen der Kupferteile unter Fe-Ablagerungen nach sich ziehen.
- Gelöstes Siliciumdioxid: Siliciumdioxid ist ein saures Element des Wassers und kann auch zu Korrosionsgefahr führen. Gehalt  $< 1 \text{ mg/l}$ .
- Härte des Wassers: Es können Werte zwischen  $10^\circ\text{fH}$  und  $25^\circ\text{fH}$  empfohlen werden. So wird die Ablagerung von Kalk erleichtert, welche die Korrosion des Kupfers begrenzen kann. Zu hohe GH-Werte können im Laufe der Zeit die Leitungen verstopfen.
- m-Wert  $< 100$
- Gelöster Sauerstoff: Von sämtlichen drastischen Änderungen der Sauerstoffbedingungen im Wasser ist abzuraten. Sowohl das Entziehen von Sauerstoff aus dem Wasser durch Einleiten von Edelgas als auch das Anreichern des Wassers mit Sauerstoff durch Einleiten von reinem Sauerstoff ist gefährlich. Gestörte Sauerstoffbedingungen führen zu instabilen Kupfer(II)-hydroxiden und zur Aussalzung der Partikel.
- Spezifischer Widerstand - Elektrische Leitfähigkeit: Je höher der spezifische Widerstand, desto geringer die Korrosionsgeschwindigkeit. Werte über  $3000 \text{ Ohm/cm}$  sind wünschenswert. Ein neutrales Milieu begünstigt maximale spezifische Widerstandswerte. Für die elektrische Leitfähigkeit können Werte um  $200\text{-}600 \text{ S/cm}$  empfohlen werden.
- pH: neutraler pH-Wert bei  $20^\circ\text{C}$  ( $7 < \text{pH} < 8$ )



# Hydraulische Hauptkomponenten





ATTENTION

Der Haupthydraulikkreislauf sorgt für einen konstanten Volumenstrom auf dem Kältemittel/Wasser-Plattenwärmetauscher, sowohl im Dauerbetrieb als auch bei Lastschwankungen.

Das Rohrnetz muss so ausgelegt sein, dass die Gesamtzahl der Bögen, hydraulischen Komponenten und Höhenunterschiede reduziert wird. Dadurch werden die Installationskosten gesenkt und eine optimale Systemleistung gewährleistet. Das Rohrnetz umfasst:

- **Umwälzpumpe**, die den nötigen Volumenstrom für den Betrieb des KWS bereitstellt.
- **Strömungswächter**, zur Absicherung des min. erforderlichen Volumenstroms.
- **Schmutzfänger**, zur Vermeidung einer Verstopfung des Plattenwärmetauschers.
- **Regulierventil**, im Vorlauf, um den Volumenstrom einzustellen
- **Absperrventile**, um im Wartungs- und Servicefall, den KWS abzusperren
- **Manuelle oder automatische Entlüfter**, an den höchsten Punkten im System.
- **Entleerungsanschlüsse**, an den tiefsten Punkten, um eine vollständige Entleerung zu ermöglichen.
- **Membranausdehnungsgefäß**, dass mit einem Sicherheitsventil und einem Entleerungsventil ausgestattet ist.
- **Wasserseitiger Niederdrucksensor**, um die Pumpe gegen Kavitation zu sichern, wenn der Wasserdruck absinkt.
- **Kontinuierliche Erdung**, an allen Rohrleitungen muss gesichert sein, sonst kann elektrolytische Korrosion entstehen
- Die Installation von **Thermometern und Manometern** am Ein- und Ausgang des Kühlers wird für Wartungs- und Servicezwecke empfohlen.
- **Kompensatoren**, sind an den Anschlüssen am KWS empfohlen, um Vibrationen und Geräusche zu reduzieren



Auf den folgenden Seiten werden Details zu den hydraulischen Hauptkomponenten des KWS gezeigt. Diese Komponenten werden wie folgt unterschieden:

## Standardteile

Solche Teile werden standardmäßig mit dem KWS geliefert und sind montiert. **Einzige Ausnahme:** Der Wasserfilter, welcher ebenfalls zur Standardausführung gehört, wird lose beigelegt und muss außerhalb des KWS montiert werden.

## Optionale Teile (Zubehör)

Diese Teile müssen bei der Bestellung des KWS angegeben werden und selbst montiert werden.

## Bauseitige Teile

Solche Teile werden **nicht von Panasonic** angeboten und müssen bauseits beschafft werden.

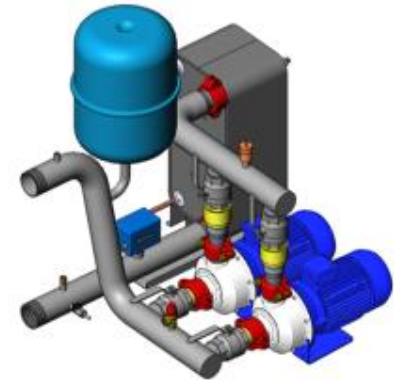


Für ECOi-W-KWS gibt es mehrere Hydrauliksätze, die als Option bestellt werden können.

KWS Option	Pumpe	Pumpenantrieb
KWS ohne Hydraulikkit	Keine Pumpe	Kein Pumpenantrieb
KWS mit Hydraulikkit	Einzelpumpe	– Variable doppelte Drehzahl – Konstanter Ausgangsdruck
	Doppelpumpe	

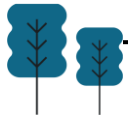
Die Pumpenantriebsvarianten und ihre Auswirkungen auf das Hydrauliksystem werden später beschrieben..

## Optionale Komponente



Doppel Pumpe

(der in dieser Abbildung gezeigte Wärmetauscher ist Teil des KWS und gehört nicht zum Hydraulikset)





ATTENTION

Die Wasserdurchflussrate ist eine der wichtigsten Komponenten in der Kaltwassertechnik.

Im Kühlbetrieb und bei der Abtauung im Heizbetrieb senken die Plattenwärmetauscher die Wassertemperatur drastisch.

Die Wassertemperatur kann schnell unter den Gefrierpunkt fallen, wenn die Wasserdurchflussrate zu niedrig ist.

Letztendlich kann dies den Plattenwärmetauscher irreversibel beschädigen, es sei denn, es wird ein Frostschutz durch Zugabe von Glykol aufgebracht.

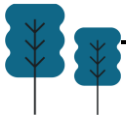
Um zu verhindern, dass die Durchflussraten unter einen Mindestwert fallen, wird ein **Strömungswächter als Sicherheitseinrichtung** eingesetzt. Er schaltet den Kühlbetrieb sofort ab, wenn die Durchflussmenge zu gering wird.

## Standard Komponente

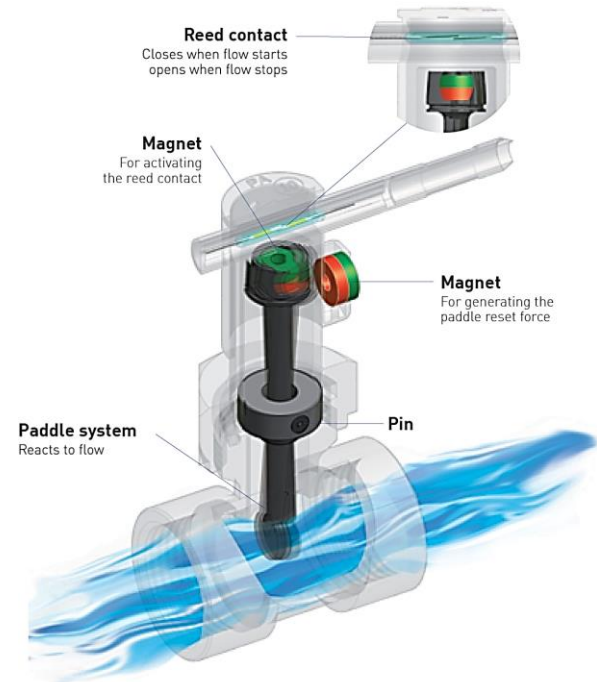


Strömungswächter

Symbole:



- Paddelausführung
- Der Strömungswächter ist ein Sicherheitsorgan, das den Verdampfer vor niedrigen Wasserdurchflussmengen schützt.
- Im Werk vorkonfiguriert und installiert
- Unbegrenzte Lebensdauer dank Reed-Kontakt
- Geringer Druckverlust
- Keine Beeinflussung durch Temperatur und hohen Druck





CAUTION

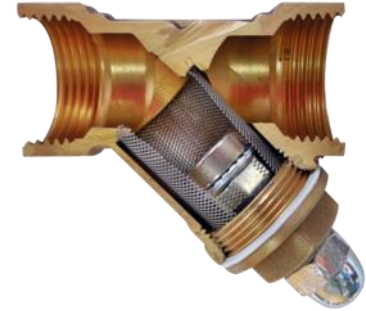
Um jegliches Risiko des Eindringens von Fremdkörpern in das Gerät zu vermeiden und die Lebensdauer und Leistung des Kaltwassersatzes zu gewährleisten, wird ein Wasserfilter lose mit dem Kaltwassersatz geliefert. Es ist **obligatorisch**, diesen Filter in der Wasserrücklaufleitung zu installieren.

Andernfalls würde sich der Plattenwärmetauscher schon bald nach der Inbetriebnahme zusetzen. Der ordnungsgemäße Betrieb des KWS würde durch einen reduzierten Wasserdurchfluss oder die teilweise Blockierung des PWT gestört werden. Der PWT könnte bei einem unzureichenden Wasserdurchfluss irreversibel beschädigt werden. Eine Maschenweite kleiner oder gleich 800 µm wird empfohlen.



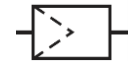
Verschmutzter Filter

## Standard Komponente



Schnittansicht

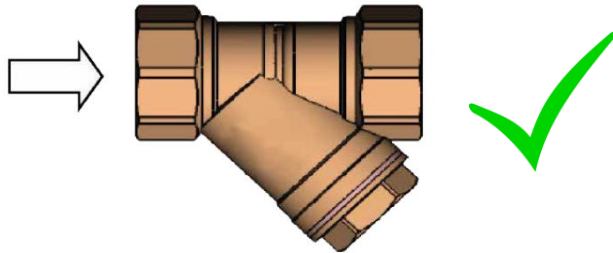
Symbole:



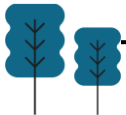
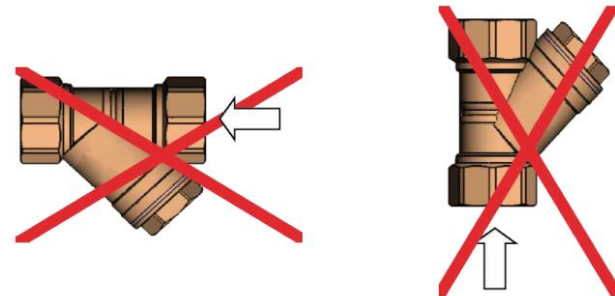
**Die Herstellergarantie erlischt:**

- Wenn der beigelegte Filter nicht installiert ist oder
- Wenn der Filter nicht korrekt installiert ist!

Korrekte Installation

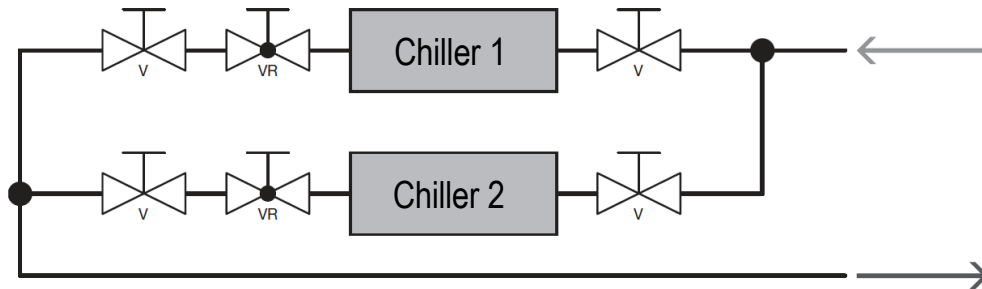


Inkorrekte Installation



Regulierventile werden installiert, um den Wasserdurchfluss so einzustellen, dass eine ausgeglichene Durchflussmenge gewährleistet ist.

Sie werden in der Regel am KWS Ausgang verwendet, wenn mehrere KWS parallel geschaltet sind. Sie können auch verwendet werden, um die Auslegungsdurchflussmenge für jeden Verbraucher bereitzustellen.



VR: Regulierventil

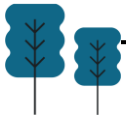
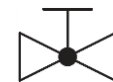
V: Absperrventil

## Lokale Zulieferteile



Regulierventil

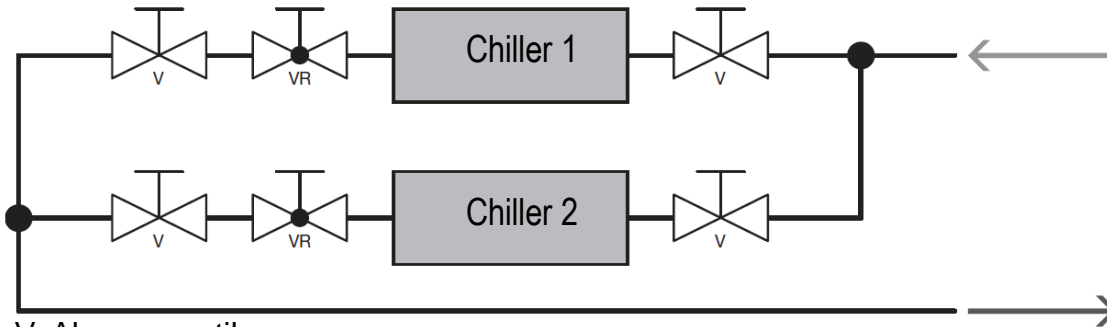
Symbole:



# Hydraulikkomponenten – Absperrventile

**Absperrventile** werden zum Absperrn von Teilen des Hydraulikkreislaufs verwendet, um Wartungs- oder Servicearbeiten (z. B. an einer Kältemaschine) zu ermöglichen, ohne dass das gesamte Wassersystem entleert werden muss.

Diese Ventile haben nur die Funktion auf/zu:



V: Absperrventile

VR: Regulierventile

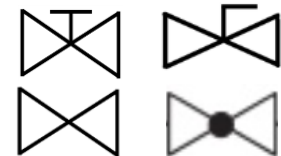
Hinweis: Alle im Hydrauliksystem verwendeten Ventile sollten Ventile mit vollem Durchgang sein, um niedrige Reibungs- und Druckverluste zu ermöglichen.

Optional oder  
Zubehör



Absperrventil

Symbole:



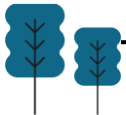
**Automatische Entlüftungsventile** werden auch Entlüftungsventile genannt. Dabei handelt es sich um Sicherheitsvorrichtungen, die dazu dienen, im geschlossenen Wasserkreislauf eingeschlossene Luft automatisch abzulassen, um luftbedingte Probleme im Wassersystem zu vermeiden. Solche Probleme können Korrosion, instabile Wasserdurchflussraten, Lärm, Pumpenschäden und Abnahme der Energieeffizienz sein. Diese Ventile werden an Hochpunkten des Wassersystems installiert, wo sich Luft sammeln und eingeschlossen werden kann. Sie werden hauptsächlich während der Installations- und Inbetriebnahmephase des Systems verwendet, bleiben aber während der gesamten Lebensdauer des Systems an ihrem Platz.

Standard Komponente



Automatikentlüfter

Symbole:

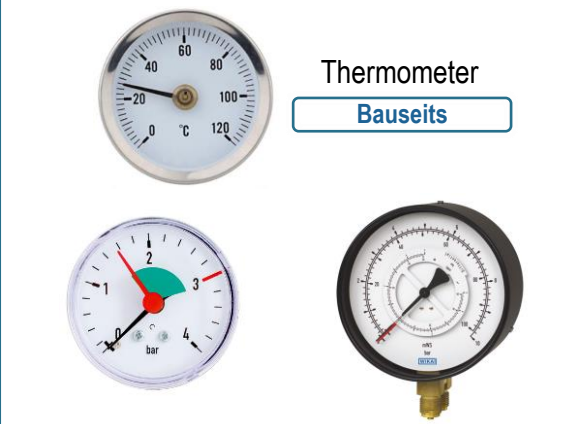


Die Installation von Thermometern und Manometern am Ein- und Ausgang des KWS wird empfohlen, um eine schnelle Überwachung des Betriebs und eine einfachere Wartung des KWS zu ermöglichen.

In einem korrekt ausgelegten System wird die Nennwasserdurchflussmenge auf der Grundlage einer spezifischen Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Auslass, normalerweise 5 K, berechnet.

Bei einer gegebenen, von der Kältemaschine erzeugten Leistung, basierend auf der thermodynamischen Gleichung  $\dot{Q} = \dot{m} \times c \times \Delta T$ , nimmt die Wasserdurchflussmenge bei zunehmender Temperaturdifferenz ( $\Delta T$ ) ab. Dies kann z.B. ein Anzeichen dafür sein, dass das Sieb mit Schmutz verstopft ist.

Hinweis: Anstatt 2 Manometer (Ein- und Ausgang) zu installieren, ist es bequemer, ein Differenzdruckmessgerät zu verwenden.





Thermometer  
Bauseits

Manometer  
Option (2 x)

Differenzdruck manometer  
Bauseits

Symbole:

Thermometer: 

Manometer: 

Abhängig vom Kühl- oder Wärmebedarf und der von dem KWS gelieferten Leistung können die Wassertemperaturen in geschlossenen hydraulischen Systemen variieren. Solche Temperaturänderungen führen zu Schwankungen des im System enthaltenen Wasservolumens.

Um solche Veränderungen des Wasservolumens auszugleichen, sind in geschlossenen hydraulischen Systemen Ausdehnungsgefäße vorgeschrieben.

**Membranausdehnungsgefäße** sind in den ECOi-W-KWS eingebaut, die mit einem optionalen Hydraulikset (1 oder 2 Pumpen) geliefert werden.



ATTENTION

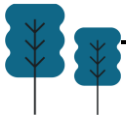
Die Größe der Ausdehnungsgefäße, die mit den Hydrauliksets (optionale Pumpen) geliefert werden, ist für den KWS selbst ausgelegt. Während dies für Komfortkühlung ausreichend sein kann, ist der Installateur dafür verantwortlich, ein geeignetes Ausdehnungsgefäß für den Hydraulikkreislauf auszulegen und bereitzustellen, insbesondere für Prozesskühlanwendungen.

Optional enthalten im  
Hydraulikkit



Ausdehnungsgefäß

Symbole:



Niedrige Wasserdrücke am Einlass der Kältemaschine können sich negativ auf die Pumpe auswirken. Es besteht die Gefahr, dass die Pumpe durch ein Phänomen zerstört wird, das als "**Kavitation**" bezeichnet wird. Bei solchen niedrigen Drücken bilden sich an den Laufradspitzen der Pumpe kleine dampfgefüllte Hohlräume. Sobald der Druck steigt, kollabieren diese Hohlräume oder Blasen und beschädigen so das Laufrad.

Beispiel für  
Kavitation an einem  
Pumpenlaufrad



Der optionale **Niederdruckschalter**, der auf der Saugseite der Pumpe installiert ist, vermeidet solche Zustände durch Abschalten der Maschine.

Hinweis: Es wird empfohlen, einen Niederdruckschalter für alle KWS zu montieren!

Optional



Symbol:



Kompensatoren an den KWS Anschlüssen werden empfohlen, um Vibrationen und Geräusche zu reduzieren, die auf die Wasserleitungen und die Gebäudestruktur übertragen werden.

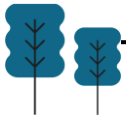
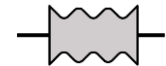
Darüber hinaus können sie Änderungen der Rohrleitungslängen kompensieren, die durch Temperaturänderungen hervorgerufen werden können.

Bauseits



Schwingungsdämpfer

Symbole:



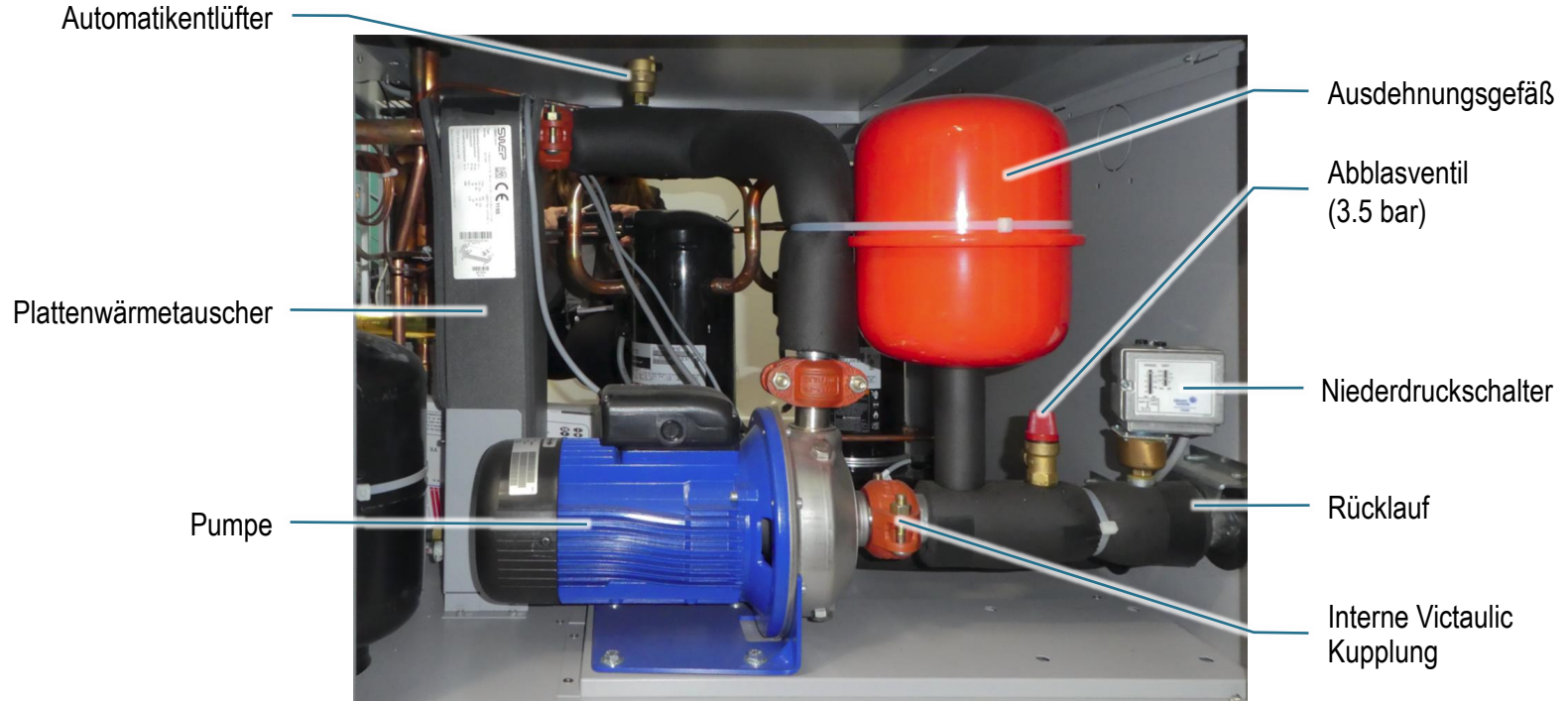
Victaulic  
Rohranschlüsse  
(CZ-SYSVICTH)



Hinweis: Die Modelle 140 bis 210 sind mit Victaulic-Anschlüssen versehen. Der Victaulic-Satz PAW-SYSVICTH (Kupplungen + kurzes Rohr) ist für diese Modelle als Option erhältlich, um Wasserrohre mit Gewinde anzuschließen.



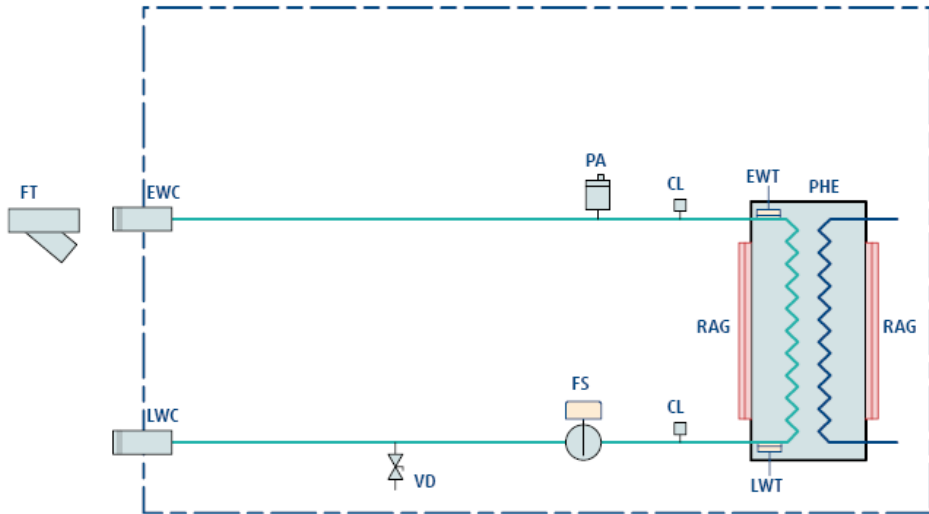
Beispiel bei den KWS Größen 20 bis 40:



# Komponenten – Einfache Ausführung ohne Hydraulikkit **Panasonic**

Installation

KWS



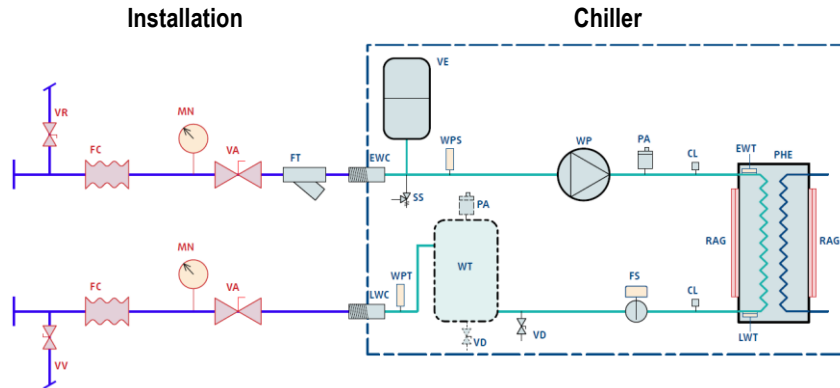
## Komponenten des Kreislaufs

CL	Messtutzen 3/8"
EWC/LWC	Rohranschluss BSPP ISO 228:
	• 20 – 40: 1 ½"      • 45 – 75: 2"      • 90 – 125: 2 ½"
EWC/LWC	Victaulic:
	• 140 – 210: 2 ½"
EWT	Rücklauftemperatursensor
FS	Strömungswächter
FT	Wasserfilter (lose beiliegend)
LWT	Vorlauftemperatursensor

## Komponenten des Kreislaufs

PA	Automatikentlüfter
PHE	Plattenwärmetauscher
RAG	Frostschutzheizung
VD	Ablassventil





## Empfohlene Komponenten außerhalb des KWS

FC	Flexibler Anschluss
MN	Manometer
VA	Absperrventil (optional)
VR	Wasserfüllanschluss
VV	Ablassventil

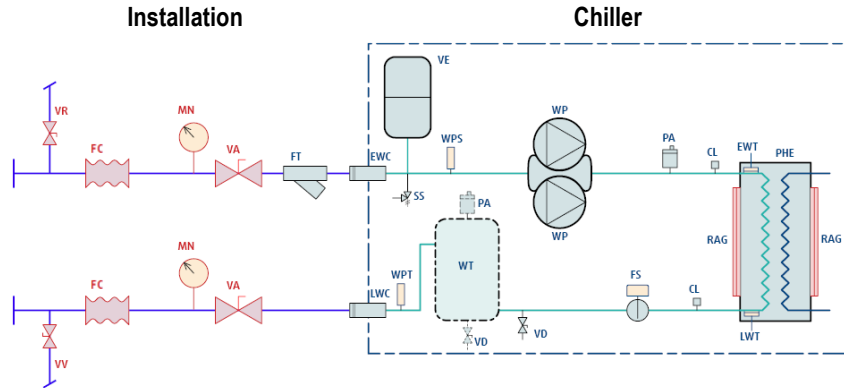
## Komponenten des Kreislaufs

CL	Messstutzen 3/8"
EWC/LWC	Rohranschluss BSPP ISO 228:
	• 20 – 40: 1 1/2"    • 45 – 75: 2"    • 90 – 125: 2 1/2"
EWC/LWC	Victaulic:
	• 140 – 210: 2 1/2"
EWT	Rücklauftemperatursensor
FS	Strömungswächter
FT	Wasserfilter (lose beiliegend)
LWT	Vorlauftemperatursensor

## Komponenten des Kreislaufs

PA	Automatikentlüfter
PHE	Plattenwärmetauscher
RAG	Frostschutzheizung
SS	Druckabblasventil
VD	Ablasventil
VE	Druckausdehnungsgefäß (optional mit Pumpe)
WP	Pumpe (optional)
WPS	Niederdruckschalter für Wasserleckagen (optional)
WPT	Druckaufnehmer für Pumpensteuerung (optional)
WT	Puffertank (optional)





## Empfohlene Komponenten außerhalb des KWS

FC	Flexibler Anschluss
MN	Manometer
VA	Absperrventil (optional)
VR	Wasserfüllanschluss
VV	Ablassventil

## Komponenten des Kreislaufs

















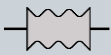















CL	Messstutzen 3/8"
EWC/LWC	Rohranschluss BSPP ISO 228:
	• 20 – 40: 1 1/2"    • 45 – 75: 2"    • 90 – 125: 2 1/2"
EWC/LWC	Victaulic:
	• 140 – 210: 2 1/2"
EWT	Rücklauftemperatursensor
FS	Strömungswächter
FT	Wasserfilter (lose beiliegend)
LWT	Vorlauftemperatursensor

## Komponenten des Kreislaufs

PA	Automatikentlüfter
PHE	Plattenwärmetauscher
RAG	Frostschutzheizung
SS	Druckabblasventil
VD	Ablasventil
VE	Druckausdehnungsgefäß (optional mit Pumpe)
WP	Pumpe (optional)
WPS	Niederdruckschalter für Wasserleckagen (optional)
WPT	Druckaufnehmer für Pumpensteuerung (optional)
WT	Puffertank (optional)



# Symbole des Hydraulikkreislaufs

Komponente	Symbol	Alternative Symbole	Komponente	Symbol	Alternative Sysmbole
Regulierventil			Rückschlag- klappe		
Entlüfter		 	Abblasventil		
Puffertank			Manometer		
Abblasventil			Druckschalter		
Schwingungs- dämpfer		 	Pumpe		
Ausdehnungs- gefäß			Filter		 
Strömungs- wächter		 	Thermometer		
Absperrventil		  			



# Überlegungen zum Betrieb des KWS



Drei Regeln zur  
Gewährleistung eines  
korrekten Betriebs

1

Reduzieren der Anzahl der Kompressor-Starts/Stopps auf ein Minimum

2

Volumenstrom innerhalb der Einsatzgrenzen an den Wärmetauschern

3

Konstante Betriebsbedingungen



## Anforderungen für die Verbindung eines KWS mit einem Wasserverteilungssystem

- Kurze Zyklen: Begrenzung der Anzahl der Ein / Aus Zyklen des Verdichters (z.B. 12 Zyklen/h)
- Ölzirkulation: Minimale Laufzeit Zeit berücksichtigen (z.B. 90 s)
- Minimale AUS Zeit berücksichtigen (z.B. 120 s)
- Geräteleistung muss zur Anfrage passen
- Optimale Laufzeiten:
  - kühlen: 5 min (Mindestlaufzeit)
  - heizen: 10 min
- Minimales Wasservolumen berücksichtigen (vorher spezifiziert)



## **Kühlmodus** – plötzliche Verringerung der Wasserdurchflussmenge

Das Kältemittel wird nicht mehr ausreichend verdampft, der Druck sinkt (Low Pressure Alarm) und EEV (oder TEV) öffnet zum Ausgleich. Solange die Stabilität nicht erreicht ist, besteht die Gefahr, dass der Verdichter Flüssigkeit ansaugt und der Verdampfer aufgrund der niedrigen Verdampfungstemperaturen einfriert.

## **Heizmodus** – plötzliche Verringerung der Wasserdurchflussmenge

Das Kältemittel wird zu stark überhitzt (High Pressure Alarm), der Druck steigt an und es kann zu einer Hochdruckabschaltung des/der Verdichter(s) führen.

## **Heizmodus** – plötzlicher Anstieg der Wasserdurchflussmenge

Das Kältemittel wird nicht mehr ausreichend verdampft, der Druck sinkt (Low Pressure Alarm) und EEV (oder TEV) öffnet zum Ausgleich. Solange die Stabilität nicht erreicht ist, besteht die Gefahr, dass der Verdichter Flüssigkeit ansaugt.



Die Leistung eines Erzeugers oder Verbrauchers ist **proportional** zum Produkt aus **Massenstrom** und **Temperaturdifferenz** über den Erzeuger oder Verbraucher.

Mit der untenstehenden Gleichung lässt sich die Leistung leicht berechnen:

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c \times \Delta T$$

Wobei

$\dot{Q}$  = Leistung (kW oder kJ/s)

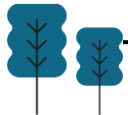
$\dot{m}$  = Massenstrom (kg/s)

$c$  = Spezifische Wärmekapazität (kJ/kg\*K)

$\Delta T$  = Temperaturdifferenz zwischen Eingang und Ausgang (K)

Spezifische Wärmekapazität von Wasser (~ 4.19 kJ/kg\*K) kann als konstant angesehen werden, ist o.g. Formel simpel zu beschreiben:

$$\text{Leistung} = \text{Massenstrom} \times \Delta T$$



Folglich können wir sagen:

1. Bei gegebener Leistung nimmt die **Temperaturdifferenz (also das Delta T) zu, wenn die Massenstrom abnimmt.**
2. Bei gegebener Leistung **steigt der Massenstrom, wenn die Temperaturdifferenz abnimmt.**

Beispiele:

a) Was ist die bereitgestellte Leistung bei gegebenen Bedingungen?

- Massenstrom: 5000 kg/3600 s = **1.39 kg/s**  
(also 5 m<sup>3</sup>/h)
- Vorlauftemperatur: 7 °C
- Rücklauftemperatur: 12 °C
  - Temperaturdifferenz: 5 K
- Sp. Wärmekapazität von Wasser: 4.19 kJ/kg\*K

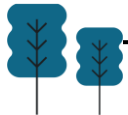
$$\dot{Q} = \dot{m} \times c \times \Delta T$$

$$\dot{Q} = 1.39 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * \frac{4.19 \text{ kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 5 \text{ K}$$

$$\dot{Q} = 1.39 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * \frac{4.19 \text{ kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 5 \text{ K}$$

$$= 29.19 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

$$\underline{= 29.12 \text{ kW}}$$



b) Was ist der benötigte Massenstrom bei gegebenen 55 kW Kühlleistung?

- Leistung: 55 kW (kJ/s)
- Vorlauftemperatur: 7 °C
- Rücklauftemperatur: 12 °C
  - Temperaturdifferenz: 5 K
- Sp. Wärmekapazität von Wasser: 4.19 kJ/kg\*K

Anmerkung: Dieses Beispiel soll leicht erklären, dass, bei einer Leistung von 55 kW, eine Durchflussmenge von 9,45 m³/h erzeugt werden muss.

Die zu wählende Pumpe muss groß genug sein, um den Druckverlust der Anlage zu überwinden und den Volumenstrom zu schaffen.

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{\Delta T \times c}$$

$$\dot{m} = \frac{55 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{5 \text{ K} * 4.19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}}}$$

$$= 2.63 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$= 9.45 \text{ m}^3/\text{h}$$



c) Welche Temperaturdifferenz stellt sich ein, wenn der KWS 29.12 kW bei einem Massenstrom von 4 m<sup>3</sup>/h erzeugt?

- Leistung: 29.12 kW (kJ/s)
- Massenstrom: 4000 kg/3600 s = 1.1 kg/s
- Sp. Wärmekapazität von Wasser: 4.19 kJ/kg\*K

$$\Delta T = \frac{\dot{Q}}{\dot{m} \times c}$$

$$\Delta T = \frac{29.19 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{1.1 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * 4.19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}}}$$

$$= 6,32 \text{ K}$$



Folglich können wir die folgende Regel für eine gegebene Kapazität festhalten:

**Je höher die Massenstrom, desto geringer die Temperaturdifferenz und umgekehrt**





ATTENTION

Temperatur- und/oder Druckschwankungen können die Leistung der Einheit beeinflussen. Es ist daher wichtig, solche Schwankungen zu vermeiden.

## **Konstanter Nieder- und Hochdruck am Verdichter:**

Jegliche Veränderung der Nieder- und Hochdrücke führt zu einer Veränderung der Kältemitteldurchflussmenge am Expansionsventil.

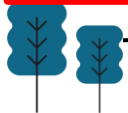
## **Luftgekühlter KWS:**

Verflüssigungsdrücke und -temperaturen sind von den äußeren Bedingungen (Außenlufttemperatur) abhängig. Schnelle Schwankungen dieser äußeren Bedingungen werden möglicherweise nicht schnell genug durch das Expansionsventil ausgeglichen.

## **Windabweiser:**

Starke Winde können plötzliche Schwankungen der Außenlufttemperatur verursachen. Dies kann den Wärmeaustauschkoeffizienten der Wärmetauscher stark beeinflussen. Es ist daher notwendig, Windabweiser zu verwenden, insbesondere im Heizbetrieb bei winterlichen Bedingungen.

Daher werden gerade in Nord-Europa auch Verflüssigungsdruck-Regelungen eingesetzt. Bei Wahl der EC-Verflüssigermotoren, bei den R32 Chillern, ist diese Option damit auch enthalten.

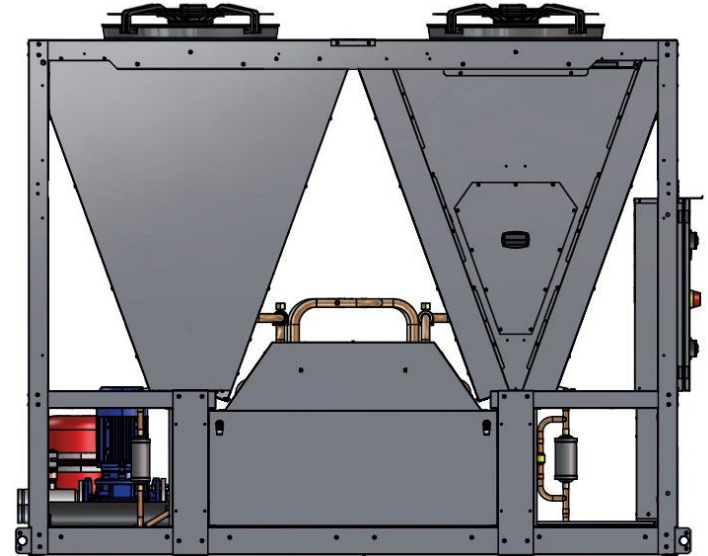


# Überlegungen zu Verteilsystemen

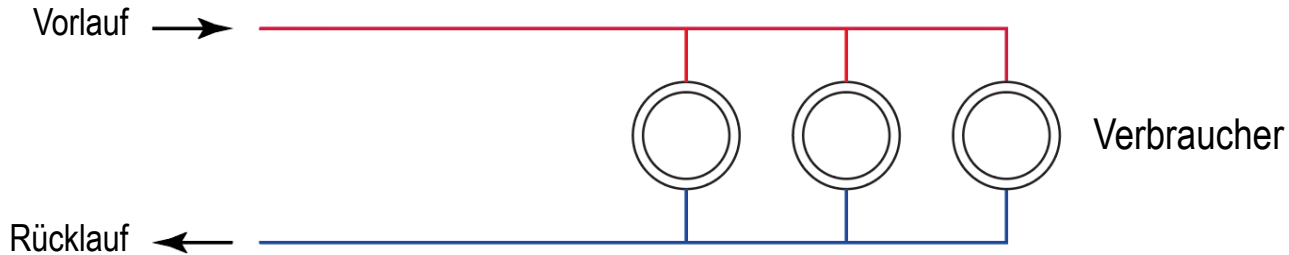


Wie wir bereits gesehen haben, bestehen Kalt- (oder Warm-) Wasserverteilsysteme aus einer Reihe von Komponenten wie Pumpen, Rohren, Verbrauchern, Steuerungen und vielen anderen.

Wir müssen verstehen, wie solche Verteilsysteme auf unterschiedliche Belastungen reagieren und wie ihre Komponenten zusammenwirken, um energieeffiziente und kostengünstige hydraulische Systeme planen zu können.



Wie bei VRF-Systemen müssen wir auch bei hydraulischen Systemen sicherstellen, dass alle "Verbraucher" die von ihnen benötigte Menge an Wasser erhalten.



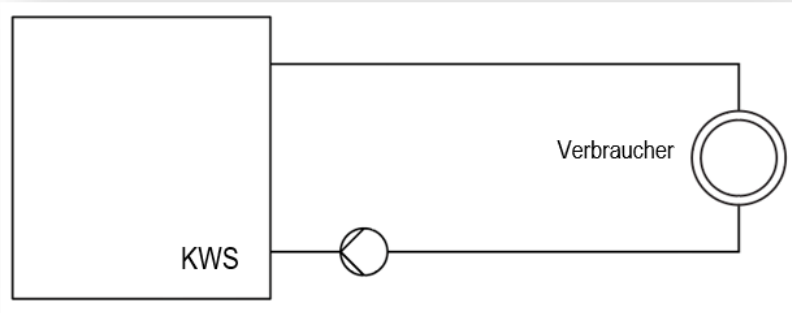
Die Art und Weise, wie das Wasser verteilt wird, hängt von einer Reihe von Faktoren ab, wie z.B. Art der Anwendung, Budget, verfügbarer Raum, Mindestwassermenge, konstanter oder variabler Wasserfluss usw.

Während bei VRF-Systemen der Rohrdurchmesser bei gleicher Leistung kleiner wird, ist diese Methode bei Wassersystemen normalerweise nicht anwendbar. Die Verteilung muss daher durch Anwendung verschiedener Lösungen realisiert werden.

Die folgenden Seiten zeigen einige typische hydraulische Systeme und erläutern deren Vor- und Nachteile.

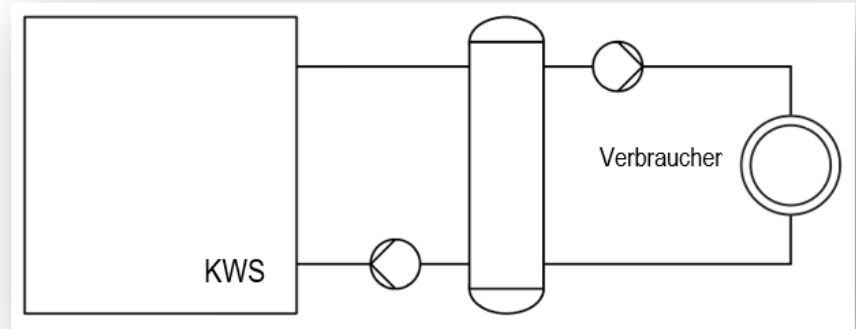


## Nur Primär\*



In einem einfachen Primärkreislauf besteht das System aus nur einem Kreislauf und das Wasser wird von nur einer Pumpeneinheit umgewälzt. Diese Pumpe kann im Kaltwassersatz (oder Wärmepumpe) integriert oder extern installiert sein

## Primär-Sekundär\*



Diese Konstellation bewirkt eine hydraulische Trennung in einen Primärkreislauf und in einen Sekundärkreislauf (Verbraucherkreislauf). Die „Vorrichtung“ die diese beiden Kreise trennt, ist eine hydraulische Weiche. Aufgrund der Trennung muss auf der Primär- und auf der Sekundärseite eine Pumpe vorhanden sein. Die Durchflussmengen können hier unterschiedlich sein



# Rein Primär mit 3-Wege (Umschalt-) Ventilen

Die Wasserdurchflussrate über den KWS ist konstant.

Die an den Verbrauchern erforderliche Leistung wird durch die Wasserdurchflussmenge gesteuert, die durch **3-Wege-Ventile** geregelt wird.

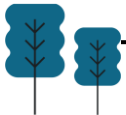
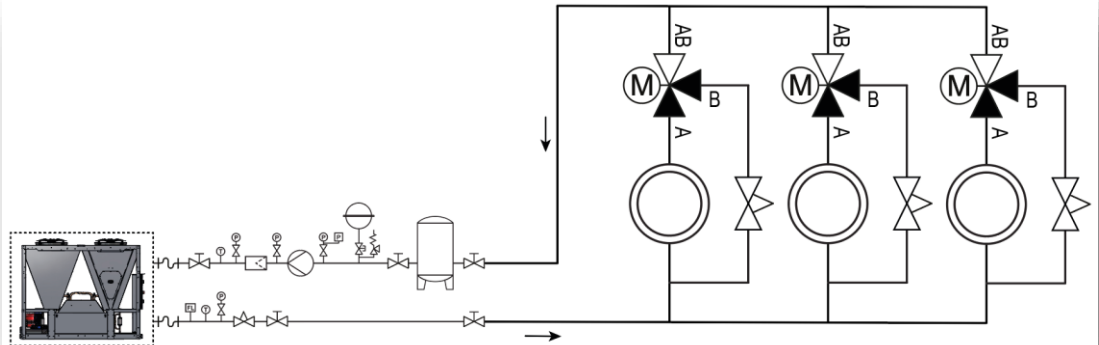
Bei maximaler Leistung eines Verbrauchers (d. h. bei Volllast) befindet sich das Ventil in Position A - AB, während der Bypass geschlossen ist. Wenn die Last am Verbraucher sinkt, wird der Bypass (B - AB) geöffnet, nicht verbrauchtes Wasser kehrt im Wesentlichen mit der Vorlauftemperatur zurück.

Diese Konfiguration stellt sicher, dass jederzeit eine konstante Wasserdurchflussmenge beibehalten wird, unabhängig davon, wie hoch oder niedrig die Belastung sein mag.

Ein **Regulierventil** begrenzt die Wasserdurchflussmenge auf den berechneten Nennwert.

## Durchflussmengen:

- KWS Seite: konstant
- Verbraucherseite: variabel

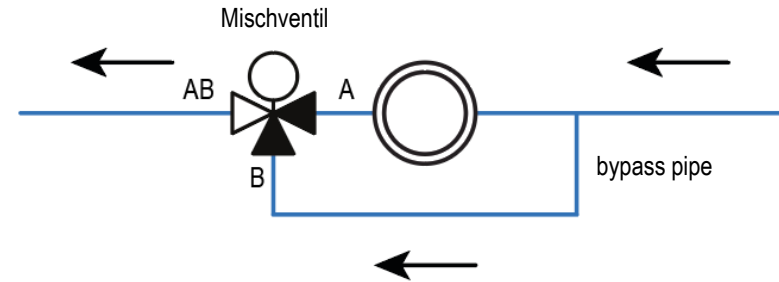


## Vorteile:

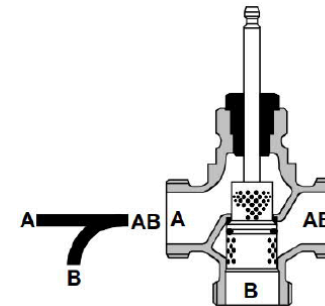
- Reduziert Kosten (Material und Installation)
- Keine Pumpensteuerung notwendig
- Verbraucher haben keine Einfluss aufeinander

## Nachteile:

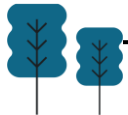
- Regulierventil ist notwendig, um den korrekten Nennvolumenstrom zu gewährleisten (kann vermieden werden, wenn die Pumpendrehzahl eingestellt werden kann).
- Hohe Pumpenleistungsaufnahme.
- Die an die Verbraucher abgegebene Temperatur entspricht der eingestellten Temperatur des KWS (=max. bzw. Min. Temperatur)
- Mit geöffnetem Bypass wird die Effizienz des KWS gemindert, da kaltes oder warmes Wasser zurück strömt.



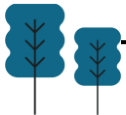
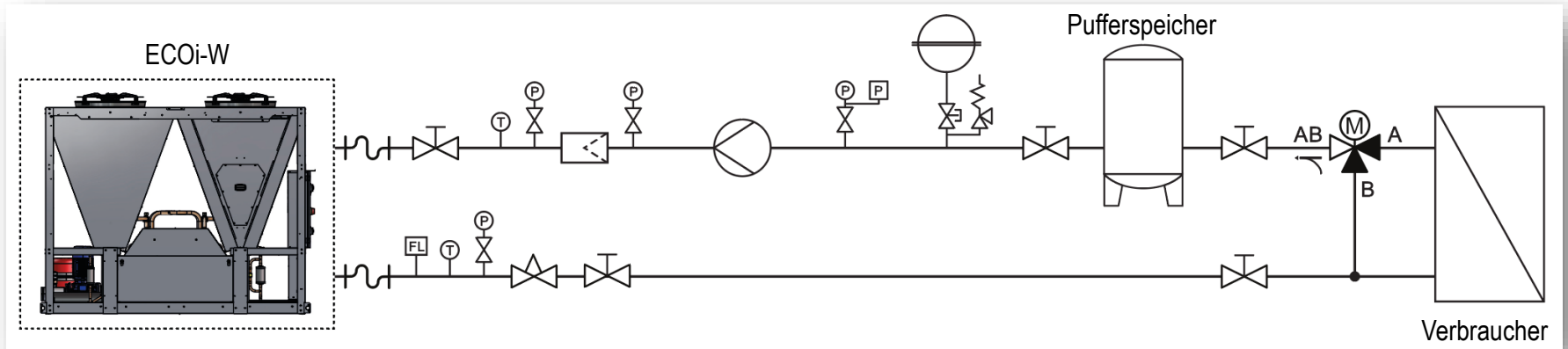
Alternativ kann des Mischventil auch in den Vorlauf installiert werden.



3-way control valve



Beispiel mit einem Verbraucher:



# Rein Primär mit 2-Wege-Ventil

In dieser Konfiguration, regeln **2-Wege-Ventile** den Durchfluss der Verbraucher (und die Leistung), so dass der Volumenstrom an den Verbrauchern variabel ist.

Wenn die Last abnimmt, werden die Ventile entsprechend geschlossen.

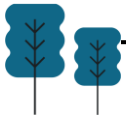
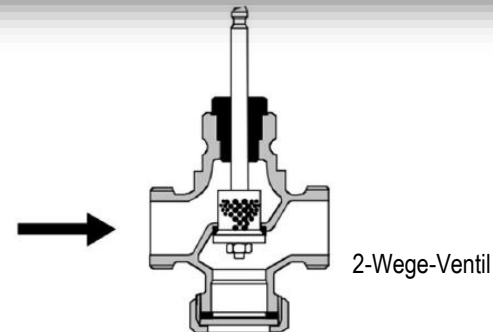
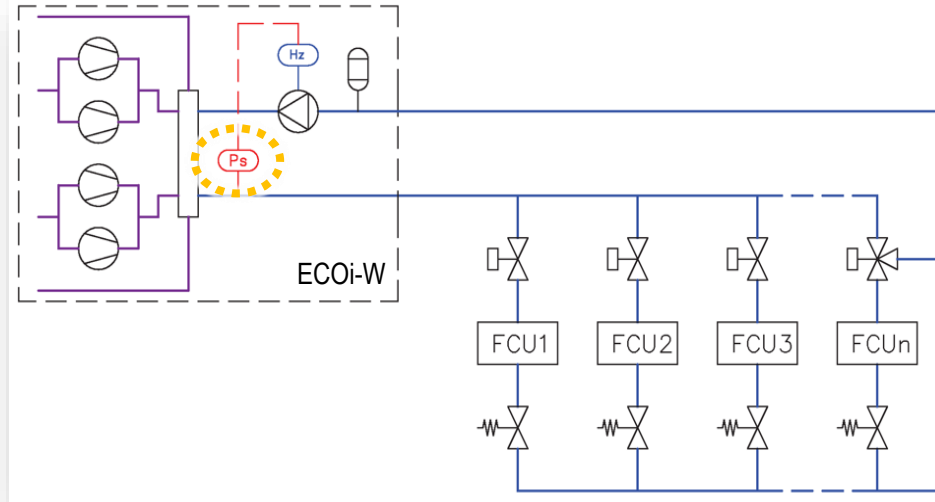
Infolgedessen ändert sich der Druckverlust über die Verbraucher.

Die Pumpe muss gesteuert werden, um diesen Druckverlust auszugleichen.

Im Beispiel rechts wird die Pumpe im Modus mit konstantem Ausgangsdruck verwendet, ihre Geschwindigkeit wird durch einen Druckwandler gesteuert.

## Strömung:

- KWS Seite: variabel
- Verbraucher Seite: variabel

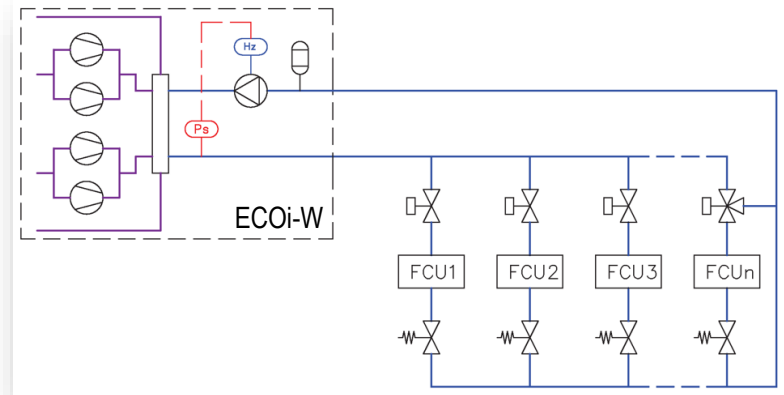


# Rein Primär mit 2-Wege-Ventil

Wenn die Last sinkt, kann es vorkommen, dass die Durchflussmenge unter die **erforderliche Mindestdurchflussmenge** des KWS absinkt. In diesem Fall würde der **Strömungsschalter** den KWS stoppen.

Um dies zu vermeiden, müssen ein oder mehrere **3-Wege-Ventile** vorgesehen werden, die einen Bypass zurück zum KWS schaffen, um die Mindestwasserdurchflussmenge jederzeit aufrechtzuerhalten.

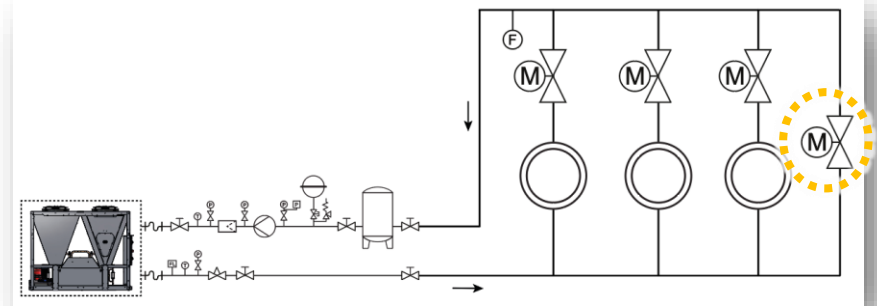
Im nebenstehenden Beispiel wird die Pumpendrehzahl so geregelt, dass ein konstanter Wasserdruck erreicht wird.



# Rein Primär mit 2-Wege-Ventil

Eine weitere Möglichkeit zur Aufrechterhaltung der Mindestwasserdurchflussmenge besteht darin, ein **Bypass-Ventil** zwischen Vor- und Rücklaufleitung hinzuzufügen, das von einem **Durchflussmesser** oder einem **Differenzdruckschalter** über den KWS gesteuert wird. Die Pumpe muss eine Pumpe mit fester Drehzahl sein.

Das Beispiel auf der rechten Seite zeigt ein Bypassventil, das von einem Durchflussmesser gesteuert wird.



Hinweis: Neben dem einzuhaltenden **Mindestwasserdurchfluss** muss auch das **Wasservolumen** berücksichtigt werden, wenn die Verbraucher geschlossen sind, insbesondere dann, wenn das System keinen Puffertank enthält (was zu vermeiden ist). Um das Volumen zu maximieren, werden solche Bypassventile in der Regel so weit wie möglich von der Kältemaschine entfernt installiert.

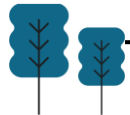
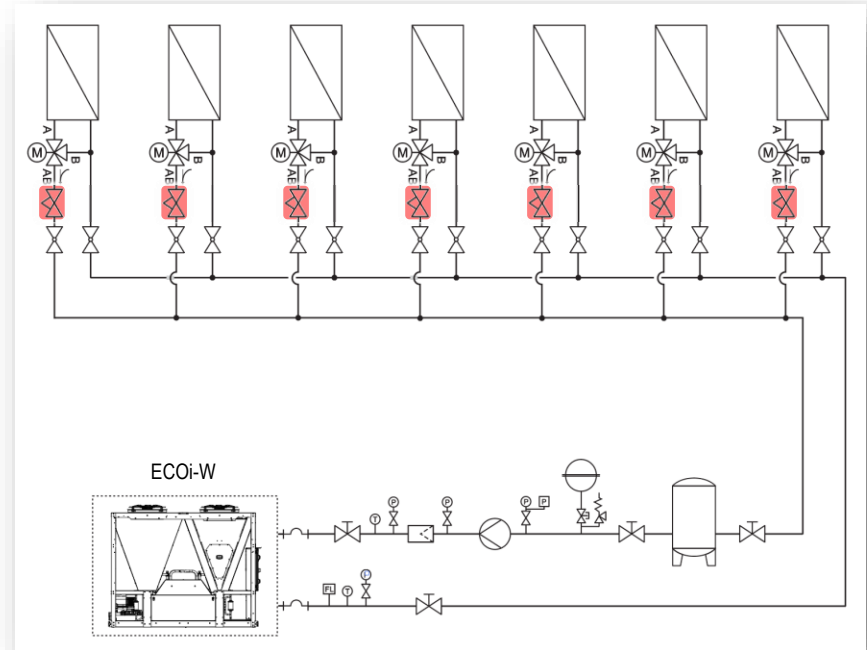


Wasser geht immer den Weg des geringsten Widerstands.

Aufgrund der Widerstände des Rohrleitungssystems wird der Wasserdurchfluss bei Verbrauchern, die weit von der Pumpe entfernt installiert sind, kleiner und bei Verbrauchern, die sich näher an der Pumpe befinden, größer sein.

Folglich wird die von der Wärmequelle bereitgestellte Energie nicht gleichmäßig verteilt. Um dieses Problem zu lösen, ist ein **hydraulischer Abgleich** erforderlich.

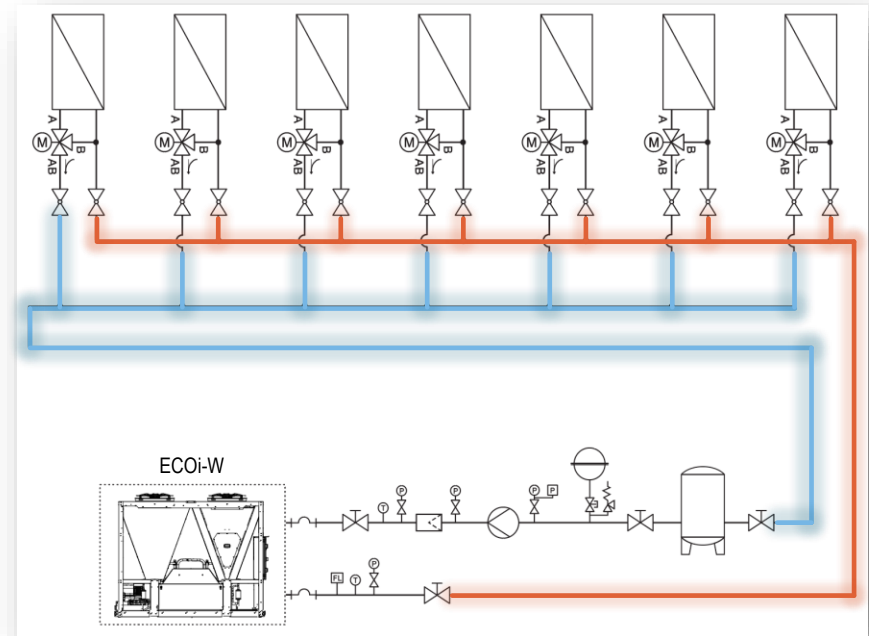
Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, besteht darin, eine Art "Widerstände" in den Rohren zu installieren, kleinere an entfernten Verbrauchern, größere an Verbrauchern in der Nähe der Pumpen. Solche Widerstände werden als **Regulierventile** bezeichnet. Ihre richtige Einstellung stellt sicher, dass alle Verbraucher die benötigte Wassermenge erhalten.



Eine weitere Möglichkeit, einen hydraulischen Abgleich durchzuführen, ist die Anwendung des so genannten **Tichelmann-Systems**.

Dieses System stellt sicher, dass jeder Verbraucher die gleiche Gesamtverteilerrohrlänge hat (= Vorlauf (rot) + Rücklauf (blau)). Folglich sind die Widerstände (d. h. die Druckverluste) mehr oder weniger identisch, was auch für die Wasserdurchflussmengen gilt.

Das Tichelmann-System kann angewendet werden, wenn die Verbraucher identische Kapazitäten haben. Es können nur Pumpen mit fester Drehzahl verwendet werden.

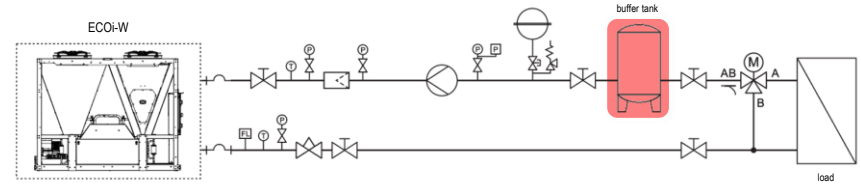




Der auf den vorhergehenden Folien gezeigte **Puffertank** wird verwendet, um dem System eine Volumenerweiterung zu ermöglichen. Er wird normalerweise in der **Rücklaufleitung** vor der Pumpe installiert.

## Vorteile:

- Erhöhung des Wasservolumens in Fällen, in denen das Volumen der Rohrleitungen nicht ausreicht, um das erforderliche Mindestvolumen abzudecken.
- Erhöhung der thermischen Masse des Wassersystems. Diese thermische Masse gewährleistet einen schnellen Abtauzyklus im Wärmepumpenbetrieb.
- Im Wärmepumpenbetrieb Überbrückung der Stillstandszeiten
- Eliminiert das "Takten".
- Geringere Temperaturschwankungen aufgrund erhöhter Masse.

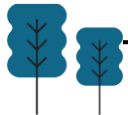
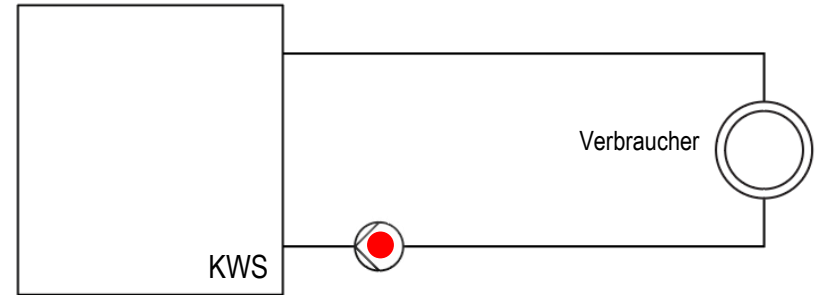


In **reinen Primärsystemen**, bei denen die Pumpe das Wasser sowohl durch den KWS als auch durch die Verteilungsleitungen zirkulieren lässt, haben wir ein **festes Verhältnis zwischen KWS und Systemvolumenströmen**.

Der Volumenstrom muss gut kontrolliert werden, um die Anforderungen sowohl des KWS als auch der Last zu erfüllen.

Es ist von grundlegender Bedeutung, **jederzeit einen Mindestvolumenstrom zu gewährleisten**.

Reiner Primärkreis\*



\* Rein schematisch, keine Steuerung, keine Ventile, keine Puffertanks abgebildet.

# Primär – Sekundär Systeme

Wenn wir die **Produktionsseite** von den **Verteilungsseite** hydraulisch entkoppeln können, ist es möglich, die beiden Kreisläufe getrennt zu steuern.

Solche entkoppelten Systeme werden auch als **primäre - sekundäre Systeme bezeichnet**.

Als Entkopplungsvorrichtung wird normalerweise entweder eine **hydraulische Weiche** oder ein **Zweikreis-Puffertank** verwendet. Beide erzeugen sehr geringe Druckverluste von oben nach unten und von Seite zu Seite.

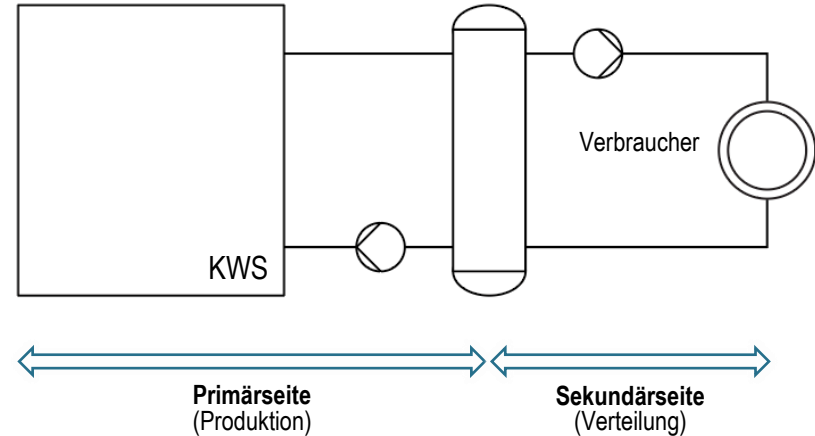
Hydraulische Weiche



Zweikreis-Puffertank



Primär – Sekundär System\*



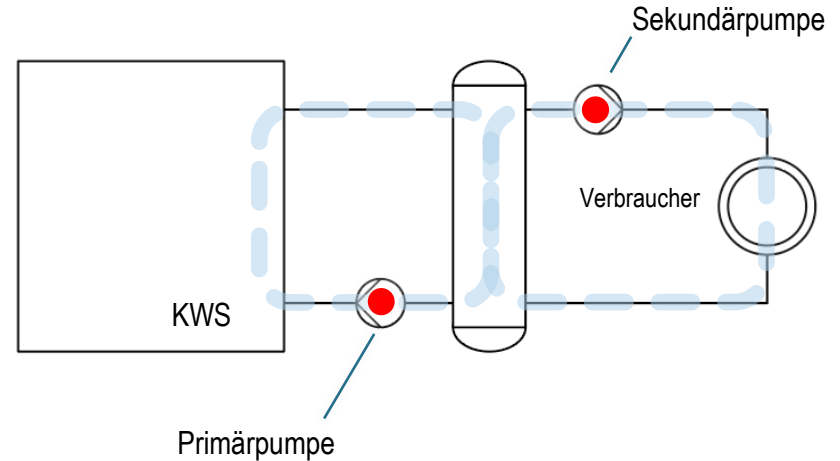
\* Rein schematisch, keine Steuerung, keine Ventile, keine Puffertanks abgebildet.

Im Prinzip zirkuliert die **Primärpumpe** das Wasser durch den KWS...

... während die **Sekundärpumpe** sie zu den Verbrauchern umwälzt.

## Aber ...

Primär – Sekundär System\*

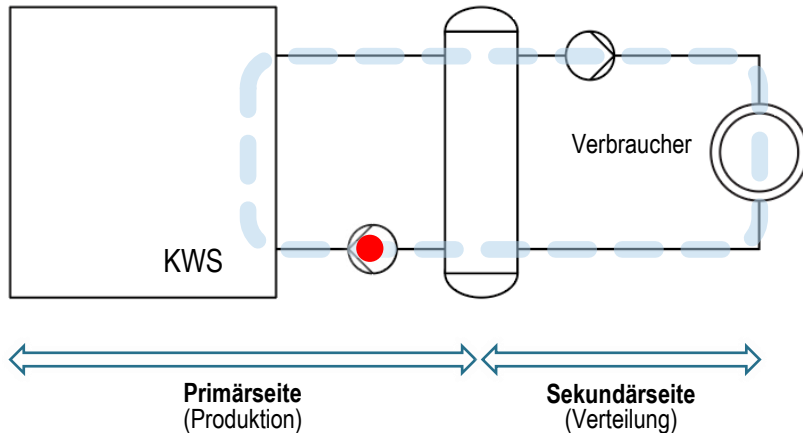


\* Rein schematisch, keine Steuerung, keine Ventile, keine Puffertanks abgebildet.

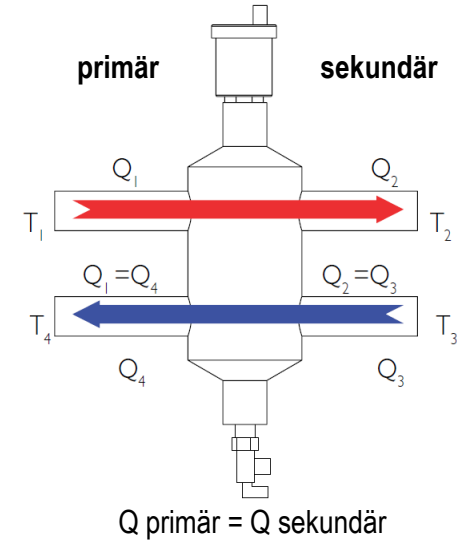
# Primär – Sekundär Systeme

In Wirklichkeit unterscheiden wir drei verschiedene Betriebsbedingungen:

1. Der Volumenstrom im Sekundärkreislauf ist gleich dem Volumenstrom im Primärkreislauf. Es gibt somit keine Trennung der Kreisläufe.



Beispiel:  
Heizbetrieb



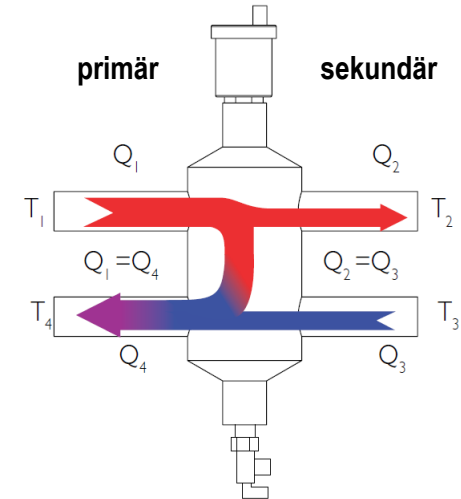
- Sehr geringe Durchmischung aufgrund ausgeglichener Strömung.
- $T_1 = T_2$
- $T_4 = T_3$

\* Rein schematisch, keine Steuerung, keine Ventile, keine Puffertanks abgebildet.

In Wirklichkeit unterscheiden wir drei verschiedene Betriebsbedingungen:

1. Der Volumenstrom im Sekundärkreislauf ist gleich dem Volumenstrom im Primärkreislauf. Es gibt somit keine Trennung der Kreisläufe.
2. Der Volumenstrom ist im Sekundärkreislauf kleiner als im Primärkreislauf.

Beispiel:  
Heizbetrieb



$Q_{\text{primär}} > Q_{\text{sekundär}}$

$$T_4 = \left[ \frac{(Q_1 - Q_2)T_1 + (Q_3)T_3}{Q_1} \right]$$

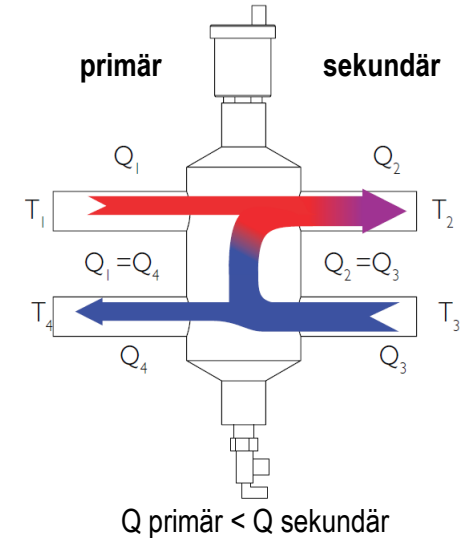
- $T_1 = T_2$
- Die Vermischung erfolgt in der hydraulischen Weiche.
- $T_4$  steigt



In Wirklichkeit unterscheiden wir drei verschiedene Betriebsbedingungen:

1. Der Volumenstrom im Sekundärkreislauf ist gleich dem Volumenstrom im Primärkreislauf. Es gibt somit keine Trennung der Kreisläufe.
2. Der Volumenstrom ist im Sekundärkreislauf kleiner als im Primärkreislauf.
3. Der Volumenstrom ist im Sekundärkreislauf größer als im Primärkreislauf.

Beispiel:  
Heizbetrieb



$$T_2 = \left[ \frac{(Q_3 - Q_1)T_3 + (Q_1)T_1}{Q_3} \right]$$

- $T_1 > T_2$
- Vermischung erfolgt in der hydraulischen Weiche.
- $T_2$  sinkt



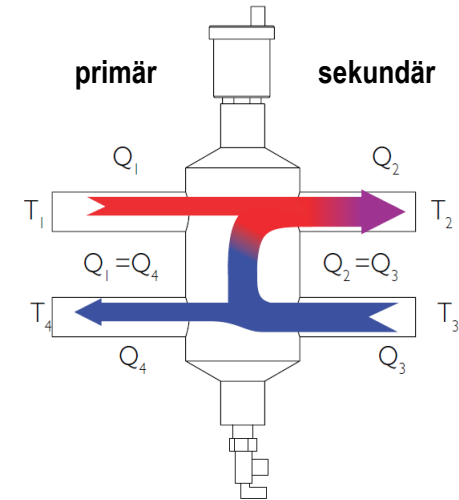
Es lässt sich also erahnen, dass sich der Volumenstrom im Sekundärkreislauf häufig von dem im Primärkreislauf unterscheidet.

Um die vom KWS bereitgestellte Energie zu übertragen, während der Volumenstrom im Sekundärkreislauf unterschiedlich ist, müsste das  $\Delta T$  auf der Sekundärseite entsprechend angepasst werden...

Ist dies nicht der Fall, bedeutet es, dass die Last zu- oder abnimmt. Infolgedessen wird der KWS versuchen seine Leistung anzupassen, um der Last auf der Sekundärseite zu entsprechen.

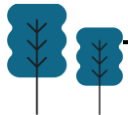
Wenn der KWS nicht weiter ausgelastet werden kann, bedeutet dies, dass seine Kapazität nicht groß genug ist, um die erhöhte Last zu befriedigen.

Beispiel:  
Heizbetrieb

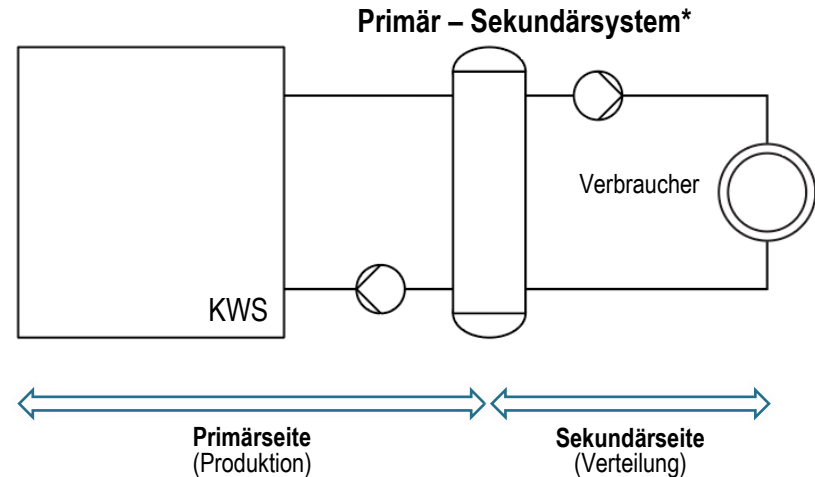


$Q_{\text{primär}} < Q_{\text{sekundär}}$

$$T_2 = \left[ \frac{(Q_3 - Q_1)T_3 + (Q_1)T_1}{Q_3} \right]$$



- Beste Wahl für Anwendungen, bei denen ein **ausfallsicherer Betrieb** entscheidend ist.
- Auf der Primärseite können Pumpen mit **fester Drehzahl** bei niedriger Pumpendrehzahl eingesetzt werden, was einen konstanten Volumenstrom über den KWS gewährleistet.
- **Hohe Flexibilität auf der Verteilseite durch:**
  - Möglichkeit zur Verwendung von Pumpen mit variable Drehzahl
  - Möglichkeit zur Verwendung von 2-Wege oder 3-Wege Regelventilen
  - Verteilkreise mit unterschiedlichen Vorlauftemperaturen
  - Verteilkreise mit unterschiedlichen Leistungen / Volumenströmen
- **Einfachere Kombination mehrerer KWS.**



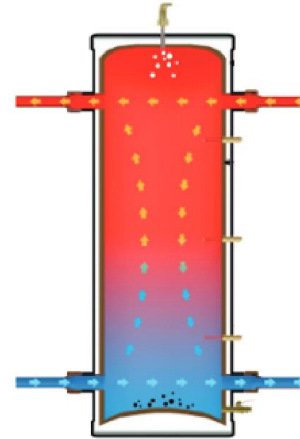
\* Rein schematisch, keine Steuerung, keine Ventile, keine Puffertanks abgebildet.

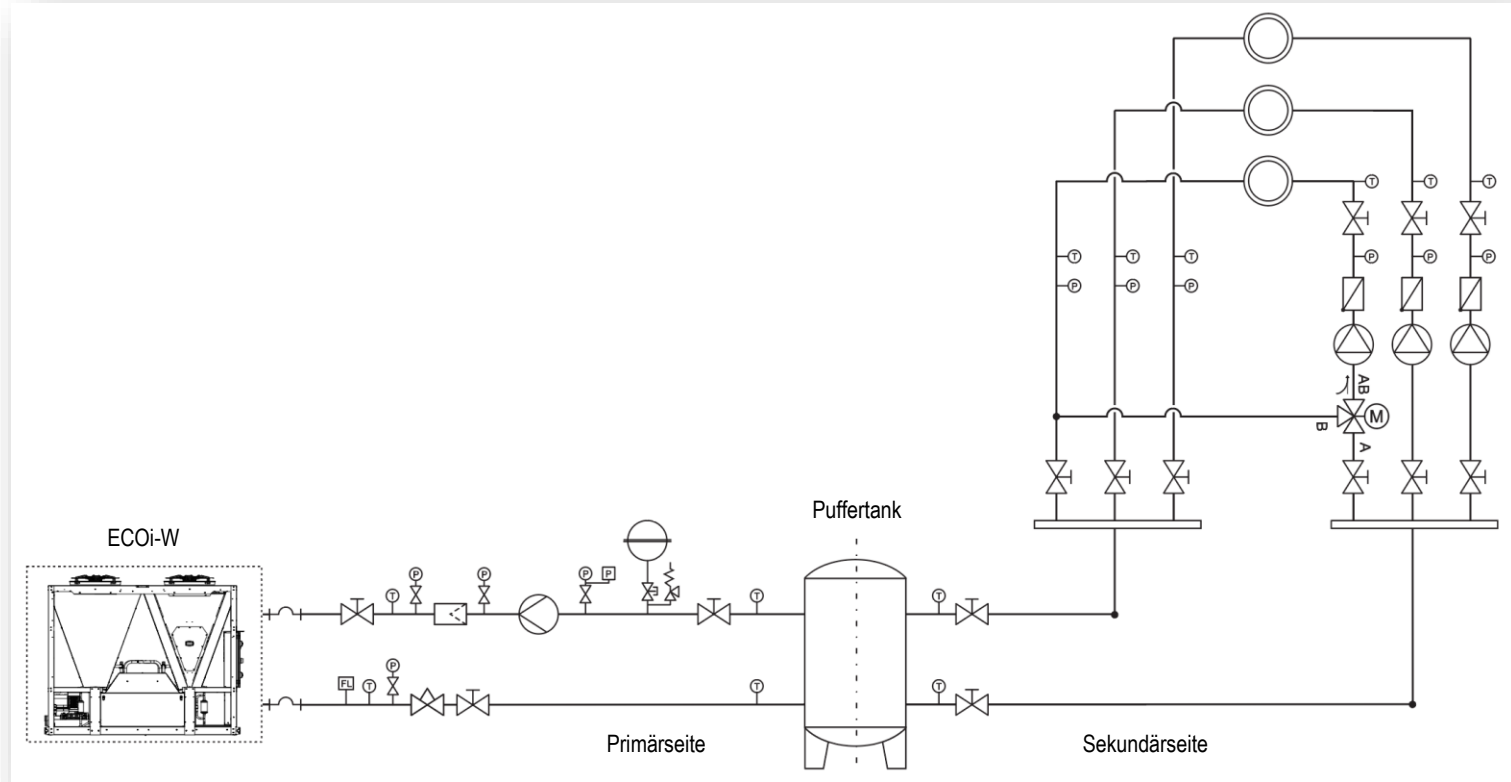
Die Verwendung eines **Zweikreis-Puffertanks** als hydraulische Weiche bietet zusätzliche Vorteile:

## Erhöhung des Wasservolumens.

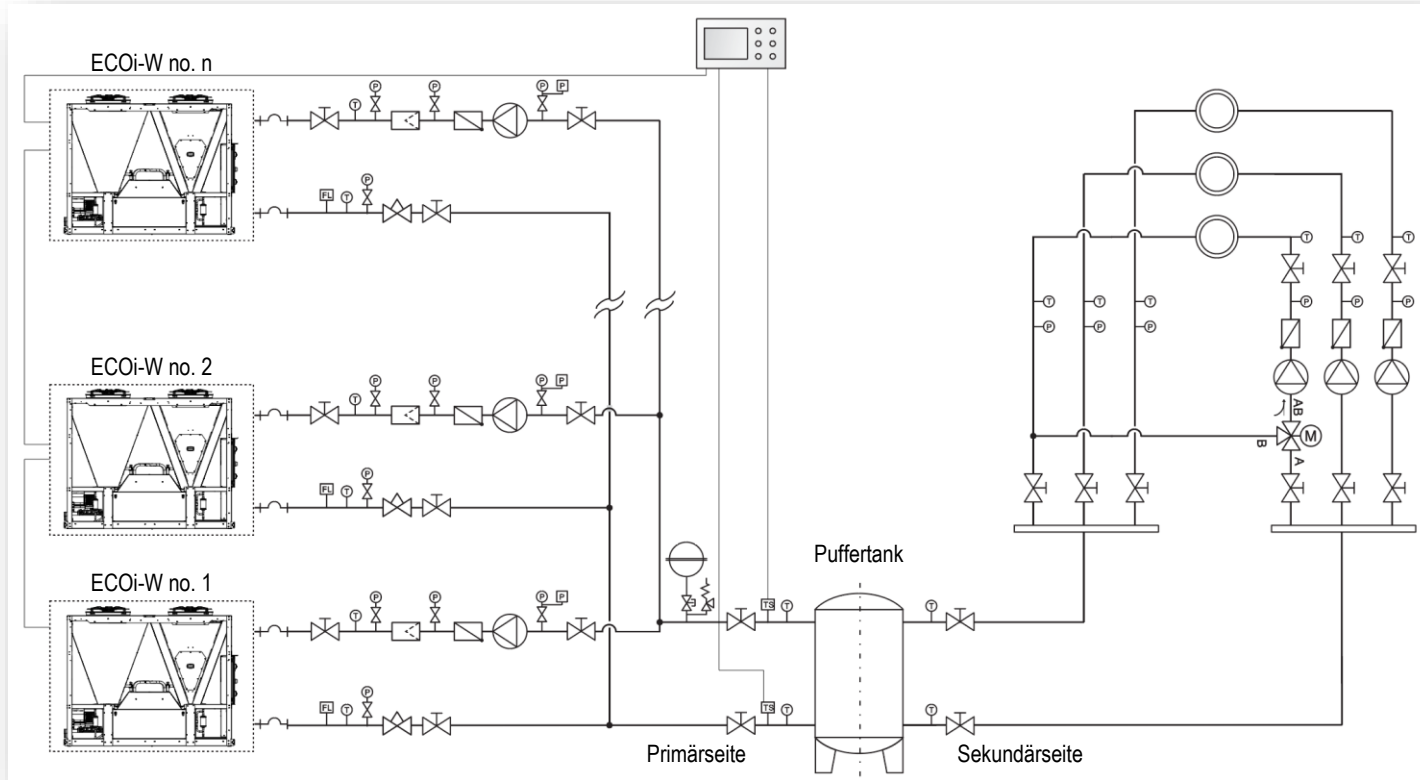
Bei entkoppelten Systemen wird das Volumen im sekundären Kreis bei der Bestimmung des minimalen Systemvolumens nicht berücksichtigt. Nur das Volumen im Primärkreis und im Puffertank wird berücksichtigt. Ein richtig dimensionierter Puffertank trägt also dazu bei, das erforderliche minimale Systemvolumen zu erreichen.

- Puffertanks bieten eine erhöhte thermische Masse, die einen schnellen Abtauzyklus im Wärmepumpenbetrieb gewährleistet.
- Die erhöhte thermische Masse eliminiert schnelle Temperaturschwankungen, so dass übermäßige **Kühl- und/oder Verdichterzyklen** vermieden werden.
- Keine Probleme mit **minimalen Verdichterlaufzeiten**.

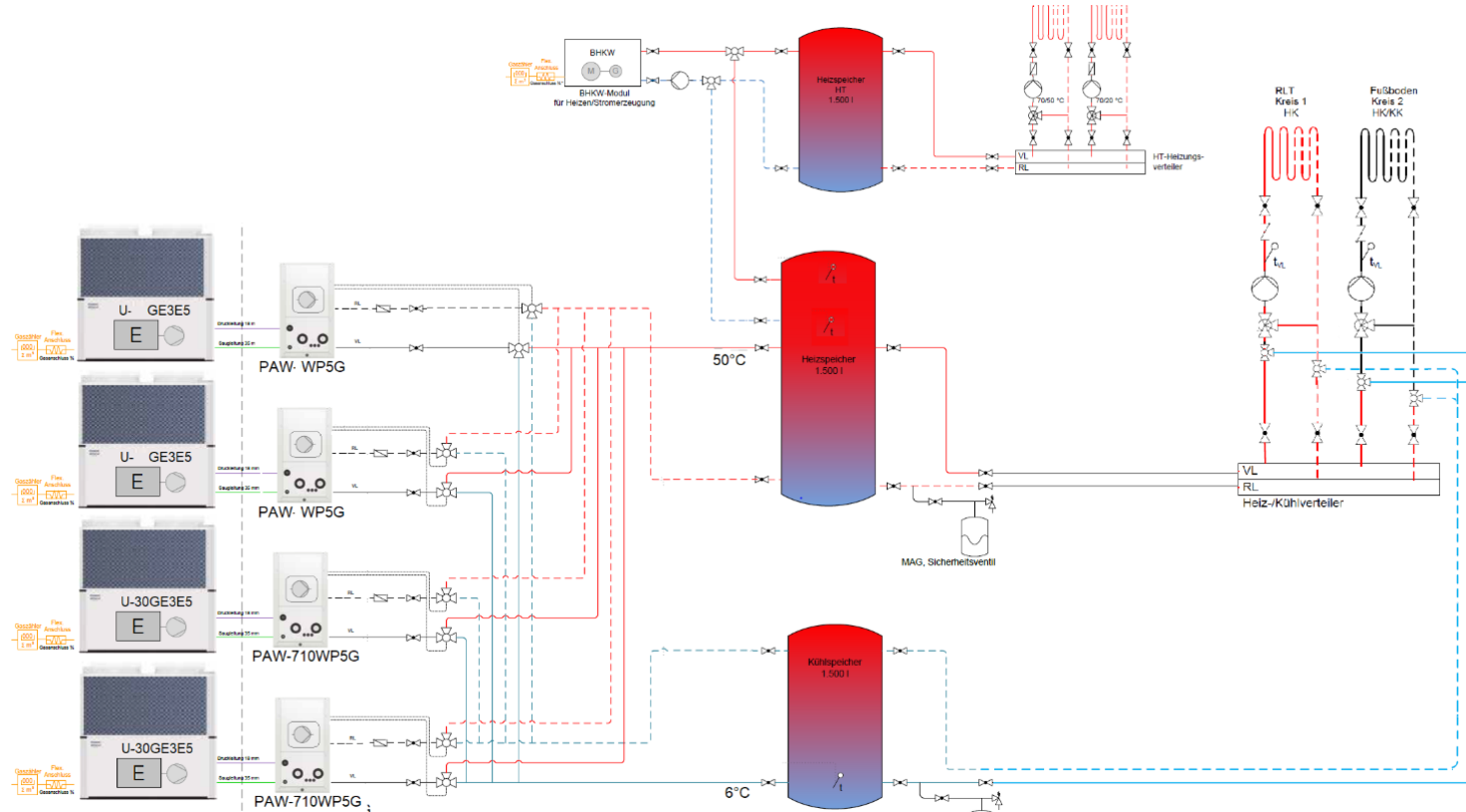




# Primär – Sekundär – Typisches Schemata (2)



# Primär – Sekundär – Typisches Schemata (4)



# ECO*i*-W Pumpenantriebe



# Lesen von Pumpenleistungskurven

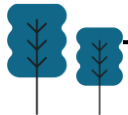
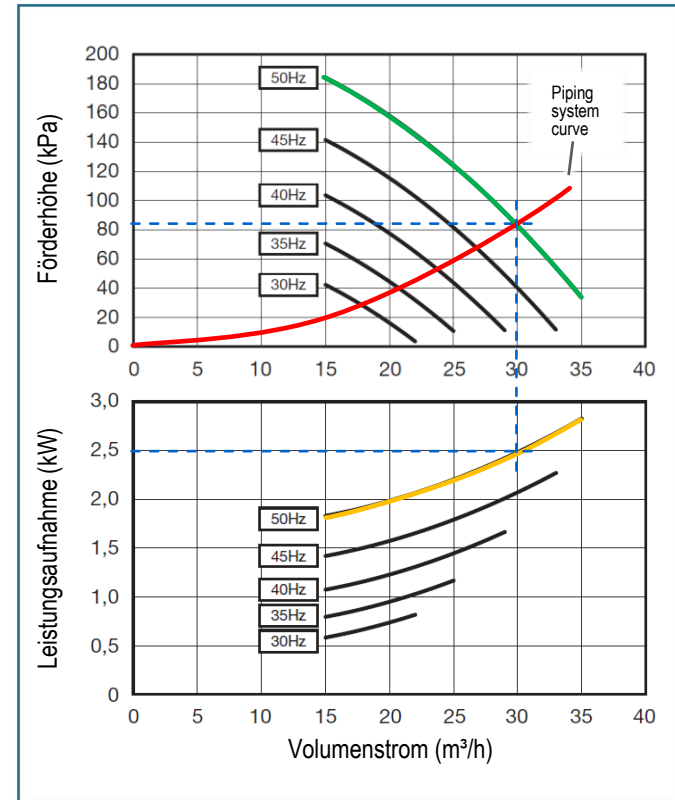
Bevor wir die für ECOi-W-KWS angebotenen Pumpenoptionen erläutern, wollen wir zunächst erklären, wie Pumpenleistungskennlinien gelesen werden können. Die Diagramme auf der rechten Seite zeigen die Leistungskennlinien einer Standardpumpe mit fester Drehzahl in ECOi-W 140 bis 170.

Die grüne Kurve zeigt die Beziehung zwischen dem Volumenstrom und der Druckhöhe der Pumpe bei maximaler Geschwindigkeit (50 Hz).

Die rote Kurve zeigt den Druckverlust im Vergleich zum Volumenstrom für ein bestimmtes Rohrleitungssystem.

Am Schnittpunkt der grünen und der roten Kurve, d. h. bei einer Druckhöhe von ca. **83 kPa**, liefert die Pumpe eine Förderleistung von **30 m<sup>3</sup>/h**.

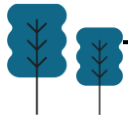
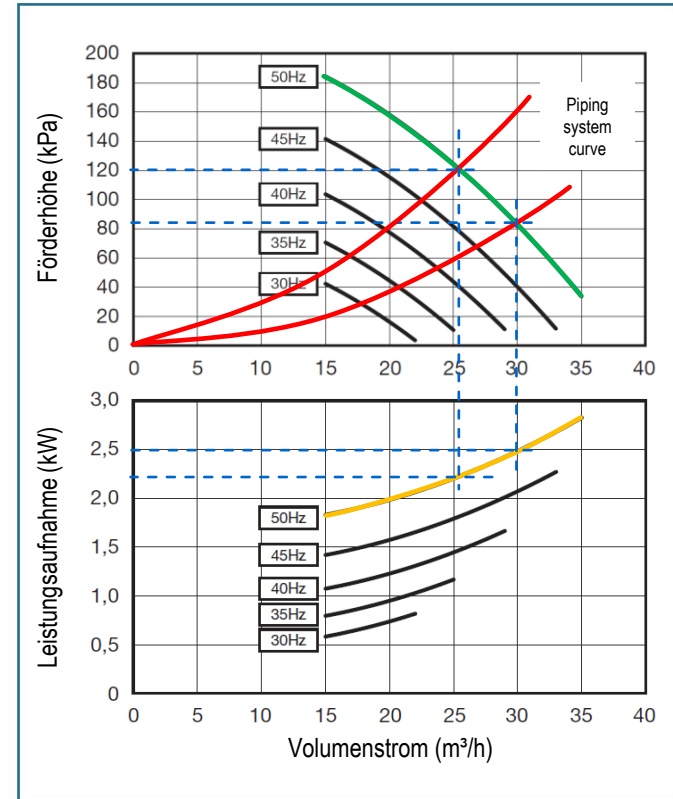
Die gelbe Kurve im unteren Diagramm zeigt die Beziehung zwischen Volumenstrom und Leistungsaufnahme. Unter den oben genannten Bedingungen hat die Pumpe eine Leistungsaufnahme von etwa **2,5 kW**.



# Lesen von Pumpenleistungskurven

Wenn der Druckabfall im Rohrleitungssystem zunimmt, möglicherweise aufgrund einer geringeren Leistung und schließender 2-Wege-Ventile, wird die Systemkurve steiler.

Sie wird nun die Pumpenkurve bei einer höheren Förderhöhe von **120 kPa** schneiden, was zu einer geringeren Fördermenge von etwa **26 m<sup>3</sup>/h** führt. Unter diesen Bedingungen wird die Leistungsaufnahme nun geringer sein, etwa **2,2 kW**.



- ECOi-W Kaltwassersätze können mit verschiedenen Hydraulik-Kits bestellt werden.
- Solche Kits umfassen eine Einzel- oder Doppelpumpe, ein Ausdehnungsgefäß und Absperrventile.
- Es gibt 2 verschiedene Optionen zum Antrieb der Pumpe(n).
- Die zu verwendende Option muss bei der Bestellung des Kaltwassersatzes angegeben werden (es sei denn, es wird kein Pumpenset bestellt):

Diese Pumpmodi werden auf den folgenden Folien erklärt.

## Optionsauswahl

Doppelte Drehzahl (also 2 Stufen)

Konstanter Ausgangsdruck

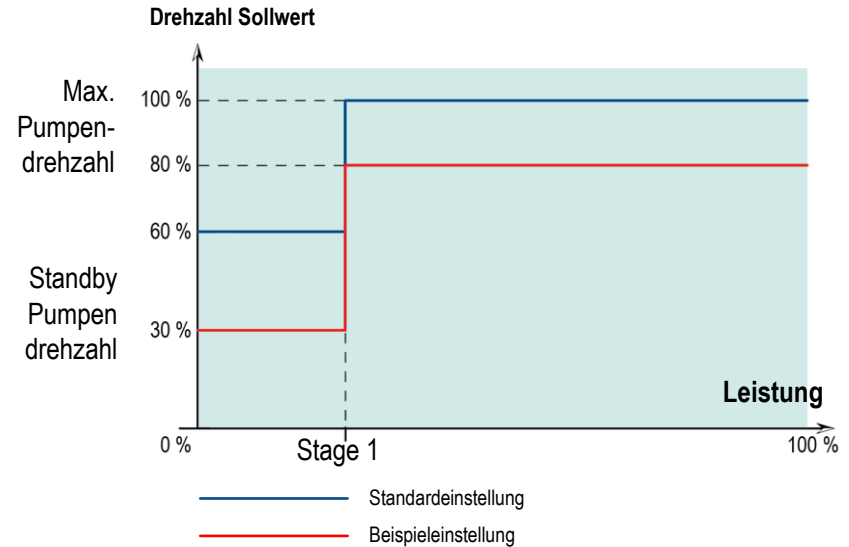


Während des normalen Kühlbetriebs arbeitet die Pumpe unabhängig von der Leistung der Einheit mit einer festen Drehzahl.

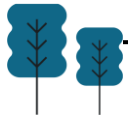
Diese Drehzahl wird bei der Inbetriebnahme festgelegt, um die Leistung der Pumpe an die Druckverluste der Anlage anzupassen.

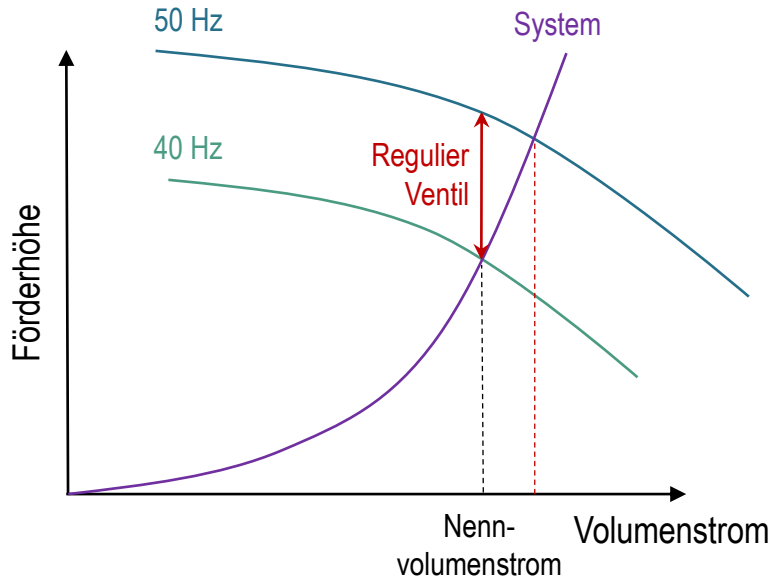
Im Standby-Betrieb, d. h. wenn die Last nicht ausreicht, um die 1. Leistungsstufe zu aktivieren, wird die Pumpendrehzahl entsprechend der Einstellung der Standby-Pumpendrehzahl reduziert.

(weiter auf nächster Folie)



Einstellungen	Standard	min	max
Max. Pumpendrehzahl	100 %	0 %	100 %
Standby Pumpendrehzahl	60 %	0 %	100 %

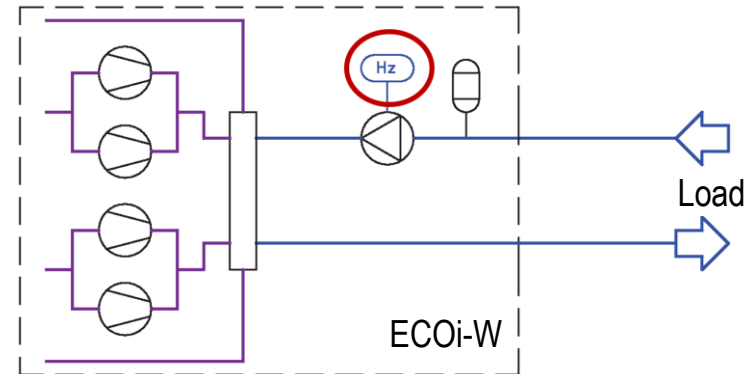




Hinweis: Die 2 Pumpendrehzahlen müssen im Regler als Prozentsatz eingestellt werden. Diese Werte werden in 0 - 10 V Signale übersetzt, die an die Pumpe gesendet werden, um die Frequenz (Hz) entsprechend anzupassen.

## Beispiel:

- Bei der Standarddrehzahl der Pumpe (hier: 50 Hz) wäre die Förderhöhe im Vergleich zum Nennvolumenstrom zu hoch.
- Um den Volumenstrom auf Nennvolumenstrom zu begrenzen, muss die Pumpenfrequenz auf 40 Hz reduziert werden.
- Ohne diese Begrenzung (z.B. bei Verwendung eine Pumpe mit fester Drehzahl) wäre ein Regulierventil zur Begrenzung der Förderhöhe erforderlich. Dieses Ventil kann durch diesen Pumpenantrieb eingespart werden.



## Vorteile:

- Einfache Anpassung des Volumenstroms an die Druckabfälle der installierten Rohrleitungen
- Kein Regulierventil notwendig
- Geringerer Stromverbrauch durch begrenzte Pumpendrehzahl

## Regelung:

- Gerät in Standby → Reduzierung des Volumenstroms (z.B. 30 Hz)
- Gerät in Betrieb → Nennvolumenstrom (z.B. 40 Hz)

## Nachteile:

- Bei Druckverlustschwankungen wird die Pumpe den Volumenstrom nicht aktiv steuern, sie “fährt nur ihre Kurve”.

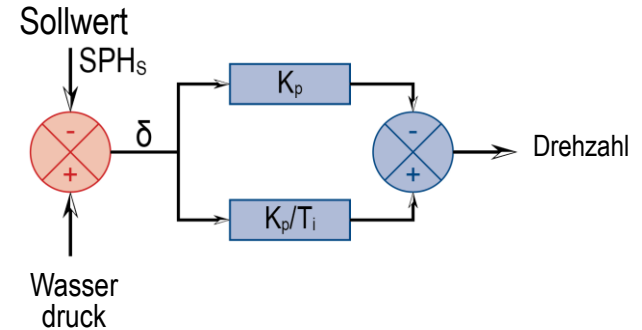


In diesem Modus moduliert die Pumpe ihre Drehzahl, um einen konstanten Wasserdruck am Vorlauf des KWS aufrechtzuerhalten.

Dieser Druck wird von einem am Vorlauf montierten Druckwandler gemessen.

Die eingestellte Drehzahl wird durch einen PI-Algorithmus berechnet, der die Differenz zwischen der Messung des Druckwandlers und dem Sollwert minimiert.

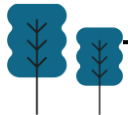
(weiter auf der nächsten Seite)



Die PI-Regelung hängt vom KWS und der Installation ab. Sie können bei der Inbetriebnahme eingestellt werden (siehe Handbuch der Steuerung).

Einstellung	Einheit	Standard	min	max
SPHs	bar	2.0	0	10.0

Wasserdrucksensor

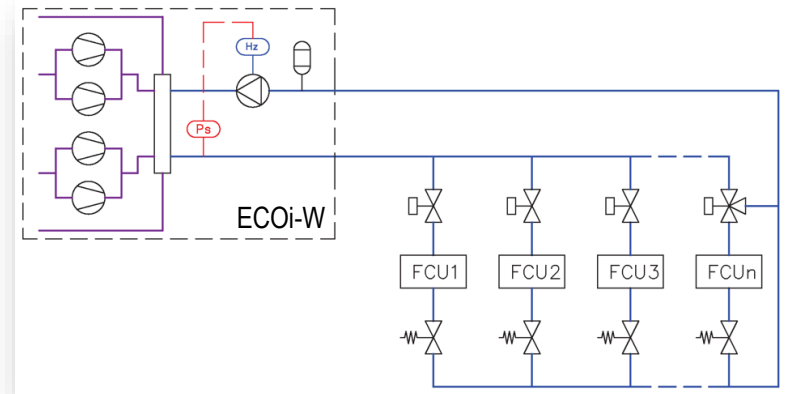


## Vorteile:

- Einfache Anpassung des Volumenstroms an die Druckverluste der installierten Rohrleitungen
- Kein Regulierventil erforderlich
- Stabilisierung des Wasserdrucks im System, unabhängig davon, wie viele Verbraucher in Betrieb sind
- Reduzierung des Stromverbrauchs, wenn einige der Verbraucher nicht verwendet werden.
- Sensor im KWS verbaut

## Regelung:

- PI Algorithmus zur Aufrechterhaltung von  $P_s$



# Panasonic

heating & cooling solutions