

Hydraulische Grundlagen u. Bauteile

Unterrichtsinhalte zum Selbstlernskript

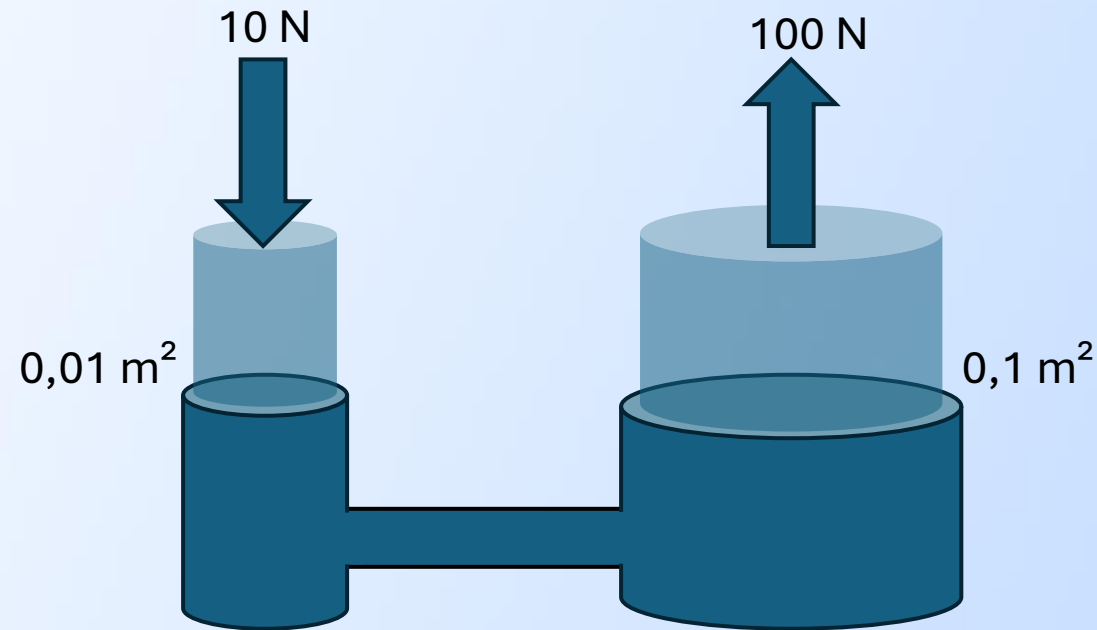
Was sind hydraulische Systeme?

“

”

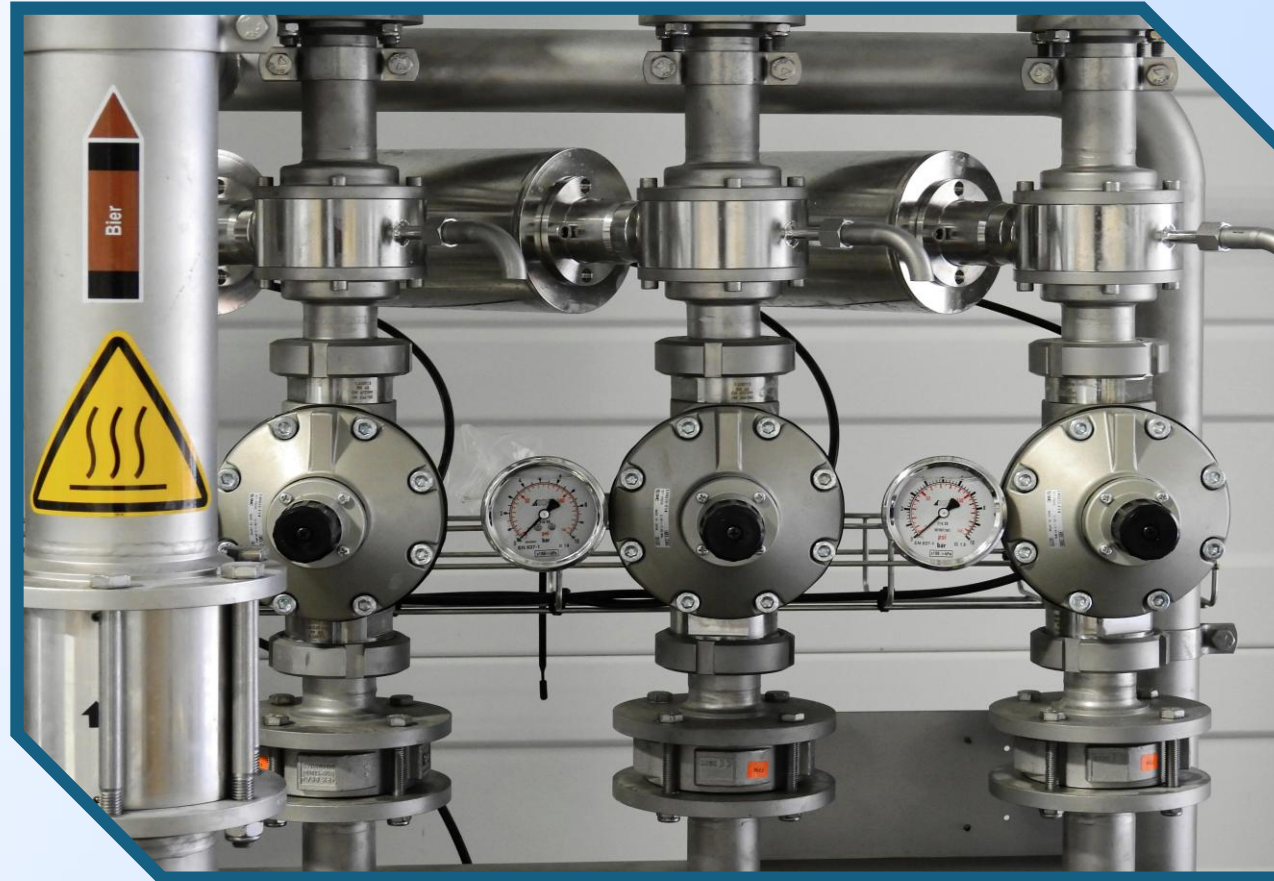
Hydraulische Systeme sind technische Anlagen, oder Anlagenteile, die Flüssigkeiten nutzen, um Kraft und Energie zu übertragen und zu verstärken.

Was sind hydraulische Systeme?



Kraftübertragung mittels hydraulischer Presse

Was sind hydraulische Systeme?



Wofür nutze ich hydraulische Systeme?

Einsatzbereiche von Kaltwassersystemen

- ➔ Humanklima o. Entfeuchtung
- ➔ Humanklima m. Entfeuchtung
- ➔ Serverraum-, Schaltheusklimateisierung
- ➔ Gewerbeanwendungen
- ➔ Industrielle Anwendungen

- => Kühldecken, Betonkernaktivierung, Fußbodenkühlung, ...
- => Wandgeräte, Deckenkassetten, Kanalkühler, Fancoils, ...
- => Wandgeräte, industrielle Luftkühler, ...
- => gewerbliche, industrielle Luftkühler, ...
- => industrielle Luftkühler, Prozesskühlung, ...

Wofür nutze ich hydraulische Systeme?

Temperaturbereiche

→ Rückkühlanwendung	=> 20°C .. >60°C	(Wasser o. Glykolbasis)
→ Kaltwasseranwendung	=> 4°C .. 28°C	(Wasser)
→ Kaltsole „Standard“	=> -10°C .. 6°C	(Glykolbasis)
→ Kaltsole „Sonderanwendung“	=> -28°C .. -10°C	(Salzbasis)

Was bildet die Basis für hydraulische Systeme ?

Sicherheitsmaßstäbe bzw. technische Klauseln

- ➔ Allgemein anerkannte Regeln der Technik
- ➔ Stand der Technik
- ➔ Stand von Wissenschaft und Technik

Was bildet die Basis für hydraulische Systeme ?

Allgemein anerkannte Regeln der Technik

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik werden für Fälle mit vergleichsweise geringem Gefährdungspotenzial oder für Fälle verwendet, die auf Grund gesicherter Erfahrungen technisch beherrschbar sind. -> Standardfälle

Die **a.a.R.d.T** sind schriftlich fixierte oder mündlich überlieferte technische Festlegungen für Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, die nach herrschender Auffassung der beteiligten Kreise (Fachleute, Anwender, Verbraucher,..) geeignet sind das vorgegebene Ziel zu erreichen und die sich in der Praxis allgemein bewährt haben oder deren Bewährung nach herrschender Auffassung in überschaubarer Zeit bevorsteht.

➔ Wenn nichts anderes vereinbart wurde, kann ein Kunde erwarten, dass die allgemein anerkannten Regeln der Technik angewendet werden.

Was bildet die Basis für hydraulische Systeme ?

Stand der Technik

Der Stand der Technik liegt zwischen dem Anforderungsniveau der Generalklausel „a.a.R.d.T“ und dem Anforderungsniveau der Generalklausel „Stand von Wissenschaft und Technik“.

S.d.T. ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, der nach herrschender Auffassung führender Fachleute das Erreichen des vorgegebenen Zieles gesichert erscheinen lässt. Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen müssen sich in der Praxis bewährt haben oder sollten – wenn dies noch nicht der Fall ist – möglichst im Betrieb mit Erfolg erprobt worden sein.

Gemäß der üblichen Auffassung beim Kauf von Maschinen und Anlagen wird zusätzlich auch die Wirtschaftlichkeit mit betrachtet. Im Rahmen der gesetzlichen Zielvorgabe sind, als Teil der Verhältnismäßigkeitserwägungen, wirtschaftliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Was bildet die Basis für hydraulische Systeme ?

Stand der Technik

- VOB/C, DIN Normen
- Bestimmungen des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (VDE – Vorschriften)
- Richtlinie des Vereins deutscher Ingenieure (VDI)
- Bestimmungen der deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
- Europäische Normen (EN), TA Luft
- Gesetzliche oder behördliche Bestimmungen
 - Energieeinsparverordnung EnEV
 - ECO-Design / ERP- Richtlinie
 - Bundesimmissionsschutzgesetz
 - Störfallverordnung
 - Gefahrstoffverordnung
 - F-Gas-Verordnung

Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Kälte- / Wärmeerzeuger

An erster Stelle des Systems stehen die Energieerzeuger, welche aus einer Ausgangsenergie eine thermische Energie erzeugen um das Sekundärmedium abzukühlen oder es zu erhitzen. Beispielhaft können Erzeuger folgende Anlagen sein:

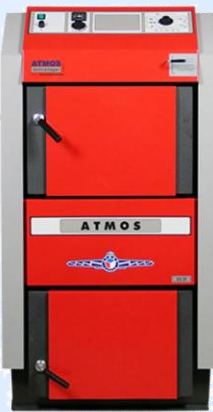
Gas- oder Ölkessel



Gas- oder Öltherme



Scheitholzvergaser



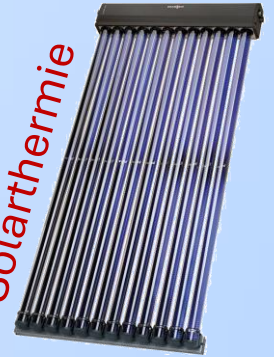
Freikühler



Kaltwassersätze



Solarthermie



Kaltwassersätze oder Wärmepumpen



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Wärmeübertrager

Um die Wärmemenge an der richtigen Stelle aufzunehmen oder abzugeben werden Wärmeübertrager benötigt. Hier gibt es ebenfalls verschiedene Bauformen, je nach Verwendungszweck und gewünschtem Wärmeübergang.

Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Wärmeübertrager

Wärmestrahlung



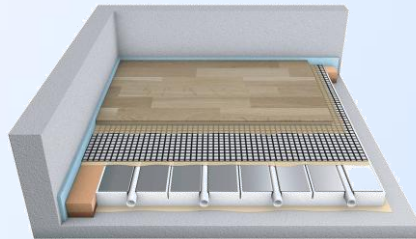
Konvektion



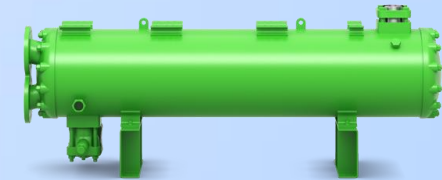
Wärmeleitung



Ca. 70% / 30 %



Ca. 30% / 70 %



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Sicherheitsgruppe

Durch die Erwärmung des Sekundärmediums erhöht sich dessen Temperatur und in Folge dessen auch der Druck im System.

Um das System vor einer unzulässig großen Drucküberschreitung zu schützen, wird eine Sicherheitsgruppe aus folgenden Komponenten installiert:

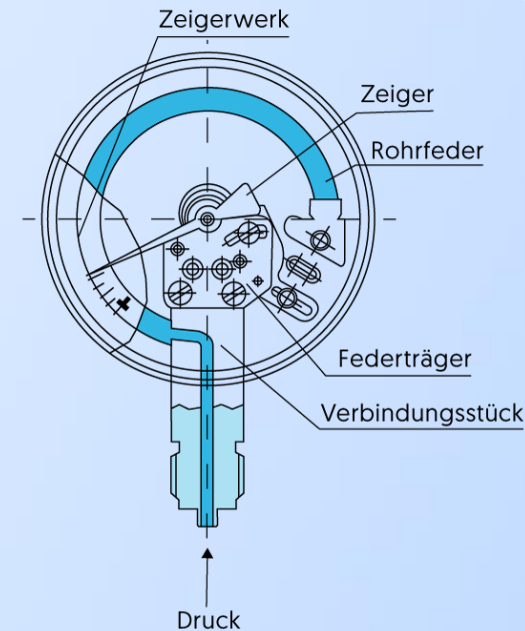
- Federrohr Manometer
- Automatischer Schnellentlüfter
- Sicherheitsventil



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Federrohrmanometer

Das Federrohrmanometer dient dazu, den mediumseitigen Anlagenfülldruck bestimmen/nachvollziehen zu können. Der Wasserdruck sorgt für eine Verformung der Rohrfeder innerhalb des Manometers, wodurch der Druckwert auf der Anzeigeskala visualisiert wird.

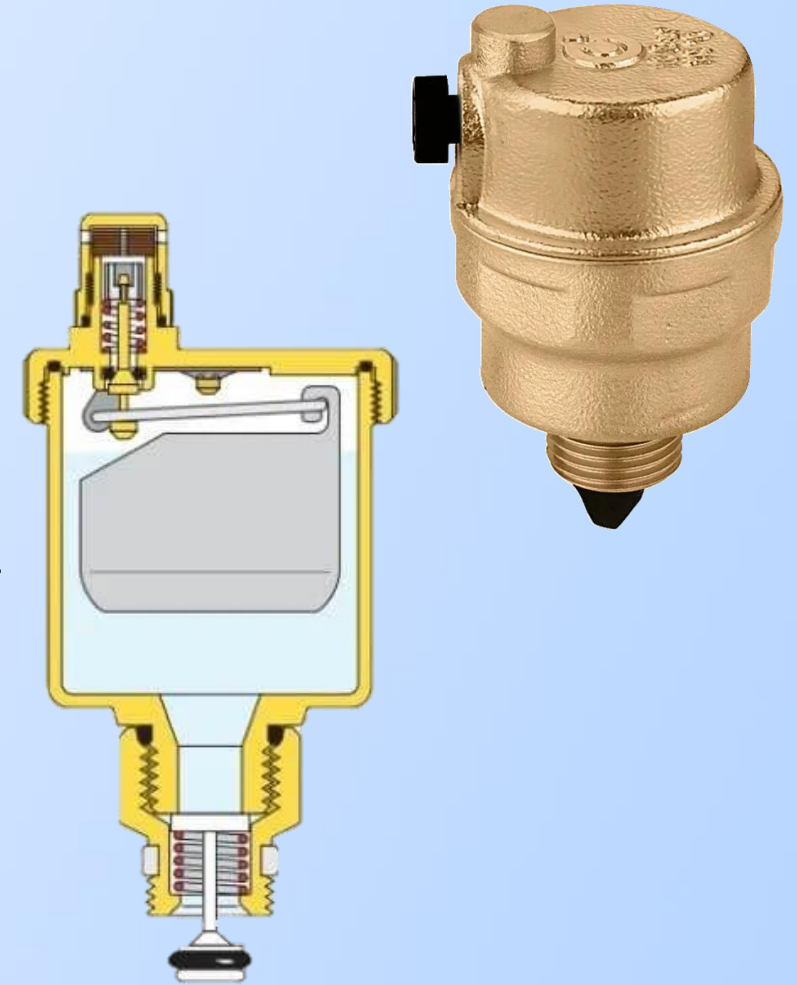


Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Automatischer Schnellentlüfter

Der automatische Schnellentlüfter dient dazu, größere Lufteinschlüsse aus dem Anlagensystem auszuschneiden. Lufteinschlüsse haben einen verschlechternden Wärmeübertrag zur Folge, ebenso kann es hierdurch zu Fehlfunktionen der Heizungsanlage kommen.

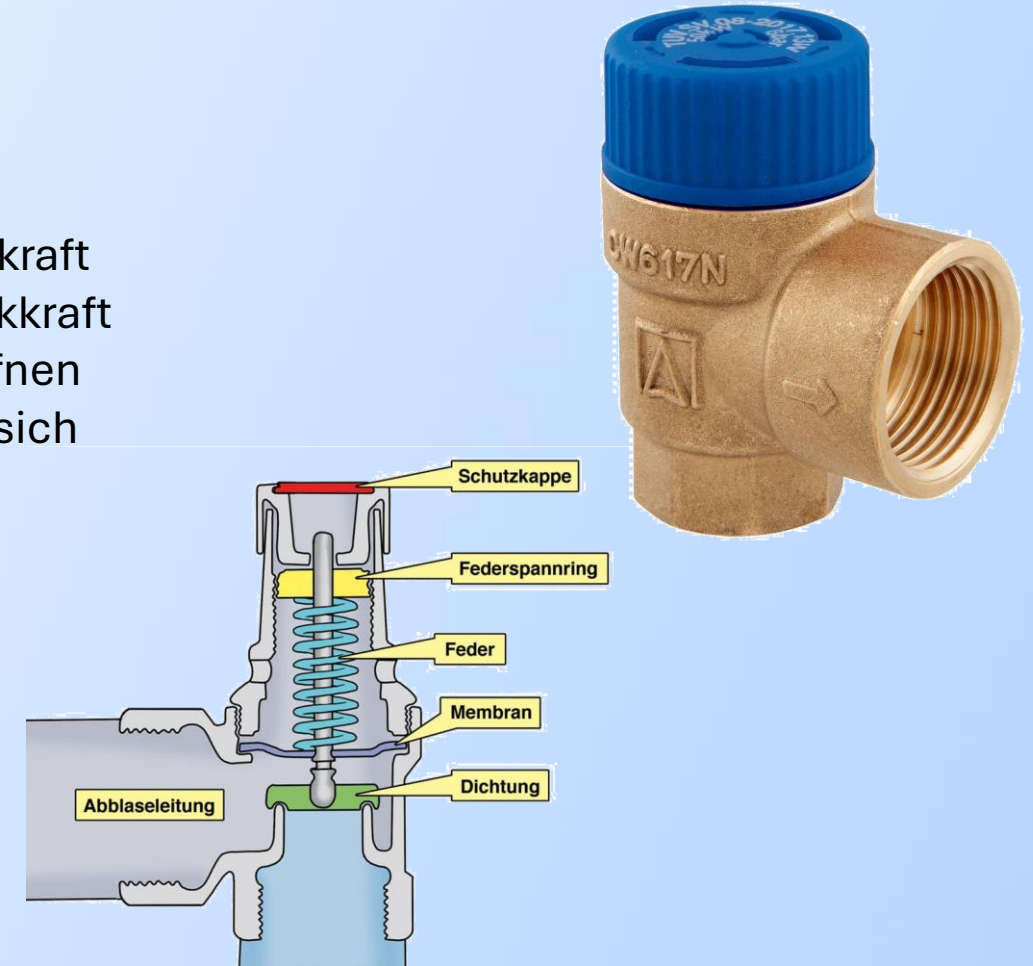
Durch aufsteigende Luftblasen in die Schwimmerkammer des Entlüfters sinkt der Schwimmkörper ab und betätigt den Mechanismus des eigentlichen Entlüftungsventils. Die gesammelte Luft entweicht durch den Systemdruck und die Schwimmerkammer füllt sich wieder mit dem Anlagenmedium. Hierdurch hebt sich der Schwimmkörper und das Entlüftungsventil schließt wieder.



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Federbelastetes Sicherheitsventil

Mit Hilfe des federbelasteten Sicherheitsventils wird die Anlage vor einem unzulässigen Druckanstieg geschützt. Sobald die Druckkraft des unterhalb der Ventildichtung anstehenden Mediums, die Druckkraft der auf ihr befindlichen Feder überwindet, beginnt das Ventil zu öffnen und der Überdruck entweicht. Nach dem Druckabbau verschließt sich das Ventil wieder automatisch.



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Mikroblasen Luftabscheider

Der Mikroblasen-Luftabscheider dient dazu, kleinste Lufteinschlüsse aus dem hydraulischen System auszuscheiden, welche über das Medium mitgeführt werden und mit Hilfe des Schnellentlüfters nicht abscheidbar sind.

Hierzu ist im inneren des Abscheiders ein Drahtgeflecht oder Metallgranulat eingebracht, an welchem die Mikrobläschen anhaften und sich zu größeren Blasenverbunden zusammenfassen. Hierdurch steigt das Auftriebsbestreben und die Verbunde gelangen in die eigentliche Entlüftungskammer. Der Entlüftungsmechanismus des Mikroblasen-Luftabscheiders ist identisch zu dem des Schnellentlüfters.

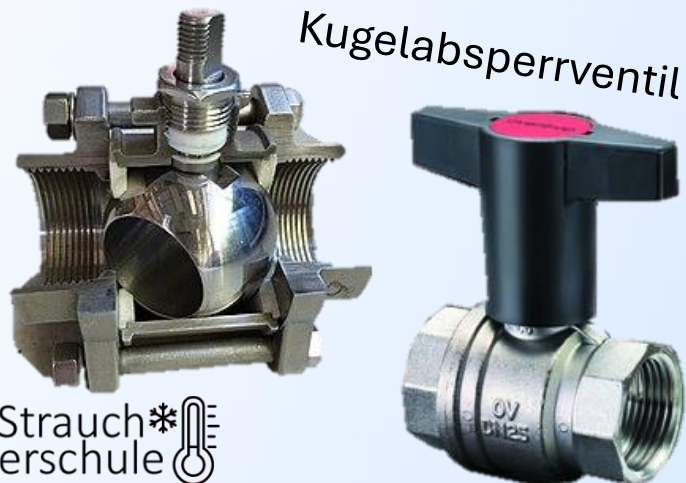


Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Absperrventile

Absperrventile dienen im allgemeinen dazu, Teilbereiche von hydraulischen Anlagen abzusperren. Dieses ist erforderlich, um Wartungs- oder Reparaturarbeiten an Anlagenkomponenten durchführen zu können.

Es gibt verschiedene Arten von Absperrventilen, wobei die Gängigsten, handbetriebenen Ventile die Kugelabsperrentile und Absperrklappen sind.

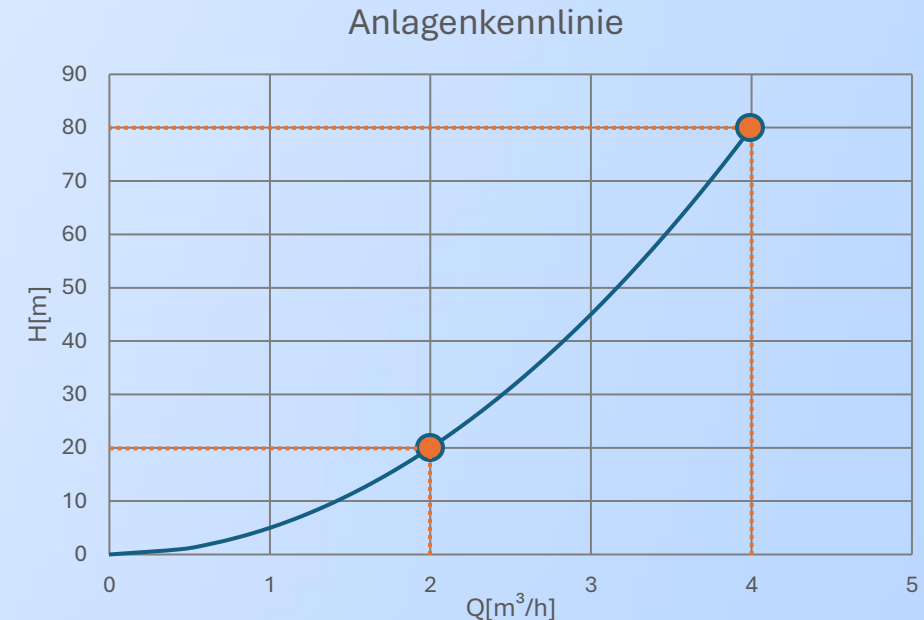


Grundwissen: Anlagenkennlinie

Die Rohrnetzkenlinie zeigt das Verhältnis zwischen dem innerhalb der Anlage entstehenden Druckverlustes durch Rohrreibungs- und Armaturenwiderstände zum herrschenden Förderstrom innerhalb der Anlage auf.

Es wird ersichtlich, dass umso größer der Förderstrom innerhalb des Kreislauferes ist, der entstehende Druckverlust durch Reibung der Wasserteilchen untereinander sowie an den Rohrleitungen, Formteilen und Armaturen, ansteigt.

Wird der Fördervolumenstrom im Rohrnetz halbiert, so sinkt der Druckverlust auf ein viertel. Verdoppelt man den Fördervolumenstrom, so erhöht sich der entstehende Druckverlust auf das Vierfache.



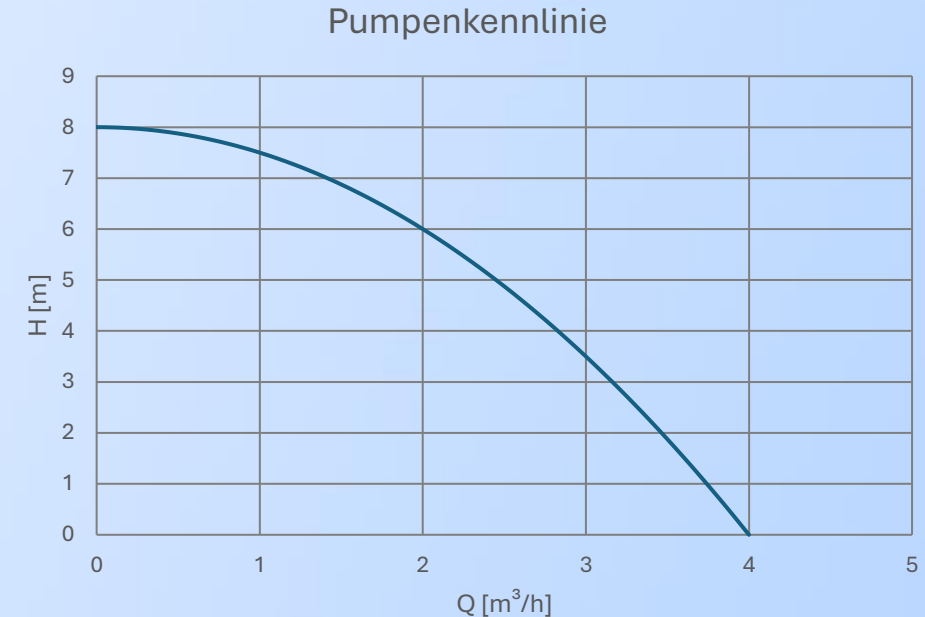
$$\Delta p \cong k \cdot \dot{V}^2$$

k = Anlagenkonstante

Grundwissen: Pumpenkennlinie

Die Pumpenkennlinie zeigt den Pumpendruck auf der y-Achse und die Förderrate auf der x-Achse. Die Kennlinie ermöglicht es die Beziehung des Förderdrucks einer Pumpe zu ihrer möglichen Fördermenge zum Ausdruck zu bringen.

Die Nullförderhöhe ist die Druckkraft, welche eine Umwälzpumpe aufbaut, wenn sie gegen ein gänzlich geschlossenes System arbeitet. Es wird ersichtlich, dass umso stärker der Volumendurchsatz im System ansteigt, die mögliche Druckkraft der Pumpe absinkt.



$$H \cong H_0 - a \cdot \dot{V}^2$$

$$a = \frac{H_0}{\dot{V}_{\max}^2}$$

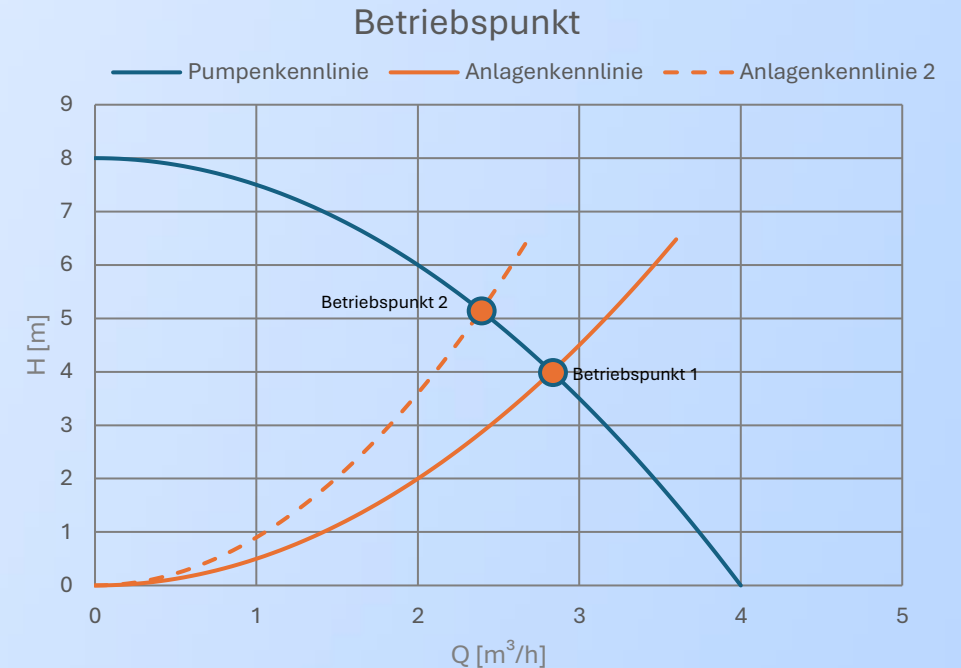
a = Pumpenkoeffizient

Grundwissen: Betriebspunkt

Der Betriebspunkt beschreibt den Punkt, an welchem sich die Anlagenkennlinie und die Pumpenkennlinie schneiden.

Die Pumpenkennlinie ist, nachdem sie ausgewählt wurde nicht veränderlich, hingegen ändert die Anlagenkennlinie ihren Neigungswinkel in Abhängigkeit der sich im System verändernden Widerstände durch z.B. schließende bzw. öffnende Ventile.

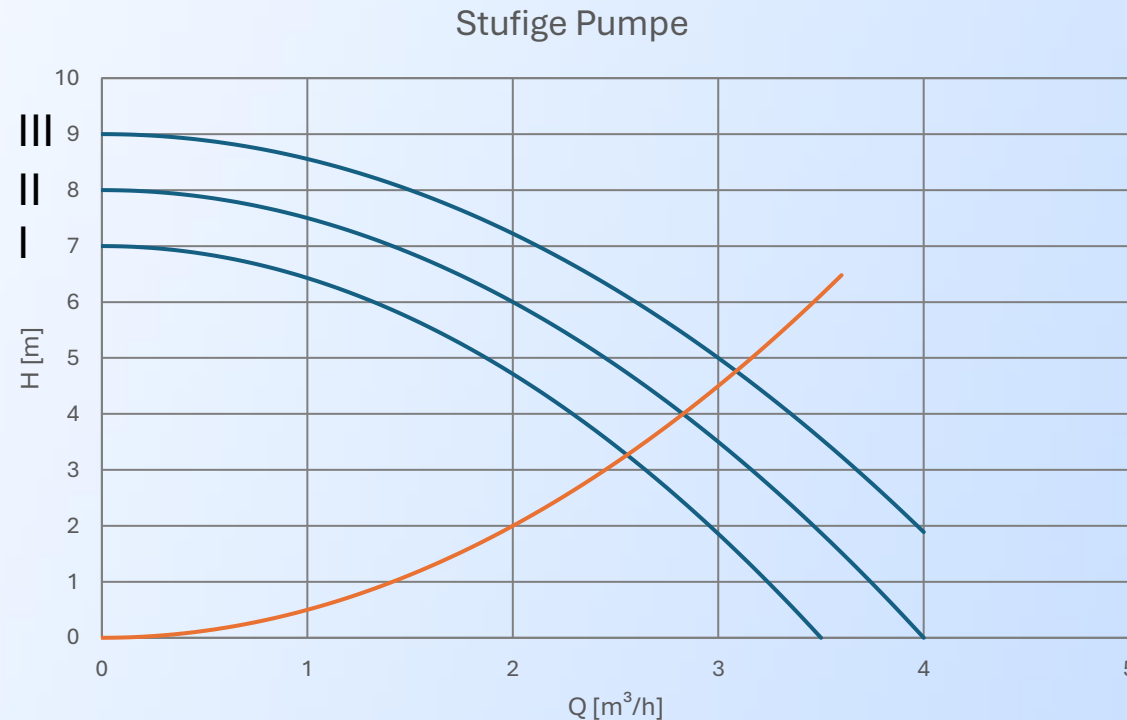
Dies bedeutet, dass sich im Betrieb der Anlage der Betriebspunkt auf der gewählten Pumpenkennlinie verschiebt – in Abhängigkeit der herrschenden Druckverluste des hydraulischen Systems.



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Stufige Umwälzpumpe

Bei stufigen Umwälzpumpen können verschiedene Drehzahlstufen (meist 3) gewählt werden und somit Förderhöhe und Volumenstrom angepasst werden.



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

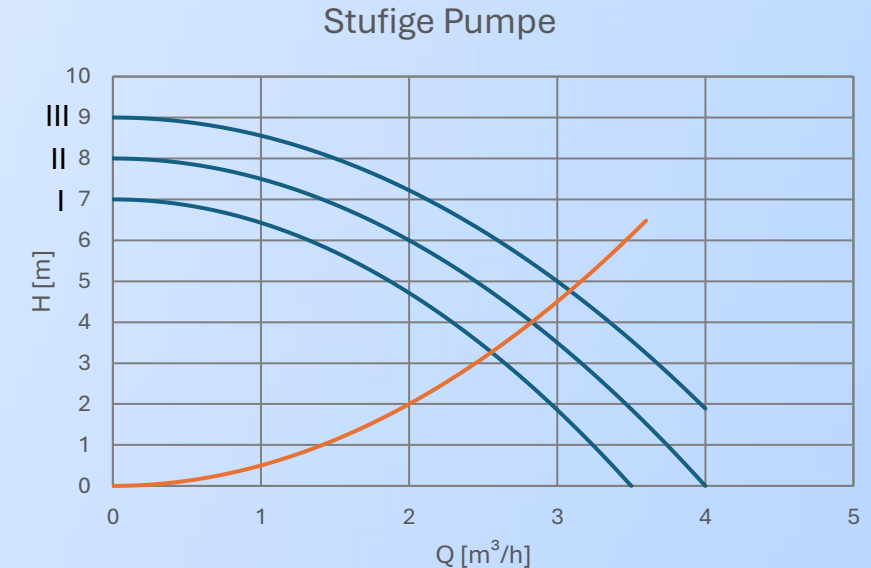
Stufige Umwälzpumpe

Da die Pumpe aufgrund der konstanten Drehzahl nur entlang der Pumpenkennlinie der jeweiligen Stufe arbeiten kann, ist eine fehlerfreie Teillastregelung nicht möglich.

Sollten Ventile öffnen und schließen, arbeitet die Pumpe mit gleicher Leistung gegen einen ungünstigeren Fließweg.

Dies kann zu folgenden Problemen führen:

- ➔ Es entstehen Fließgeräusche
- ➔ Ventile können „klappern“
- ➔ Überströmung an Abnehmern



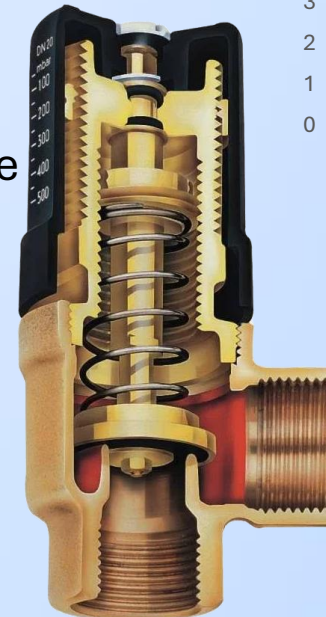
Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Überströmventil

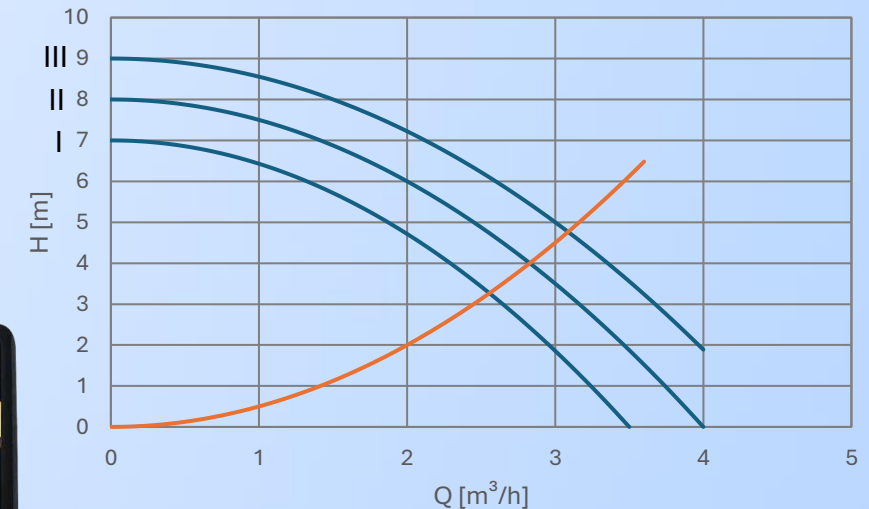
Das Differenzdruck-Überströmventil wird innerhalb einer Kurzschlussstrecke, welche oberhalb der Umwälzpumpe Zwischen Anlagenvorlauf und -rücklauf vorgesehen wird, verbaut.

Sobald die über die Federspannung vordefinierte Druckkraft den Förderdruck der Umwälzpumpe übersteigt, öffnet der Ventilsitz und lässt anteilig den Förderstrom der Umwälzpumpe in den Rücklauf der Anlage überströmen.

Hierdurch erreicht die Anlage wieder den „normalen“ Betriebspunkt.



Stufige Pumpe



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

(Hoch)Effizienzpumpe

Hocheffizienzpumpen können, anders als stufige Pumpen, auf sich ändernde Betriebsbedingungen reagieren.

In Abhängigkeit der gewählten Betriebsart der Umwälzpumpe kann bei Veränderung des Gegendruckes im Hydrauliknetz die Förderhöhe als auch der Fördervolumenstrom der Pumpe angepasst werden.

Hierdurch ist dieser Typ Umwälzpumpe bedeutend energieeffizienter als die stufigen Modelle.

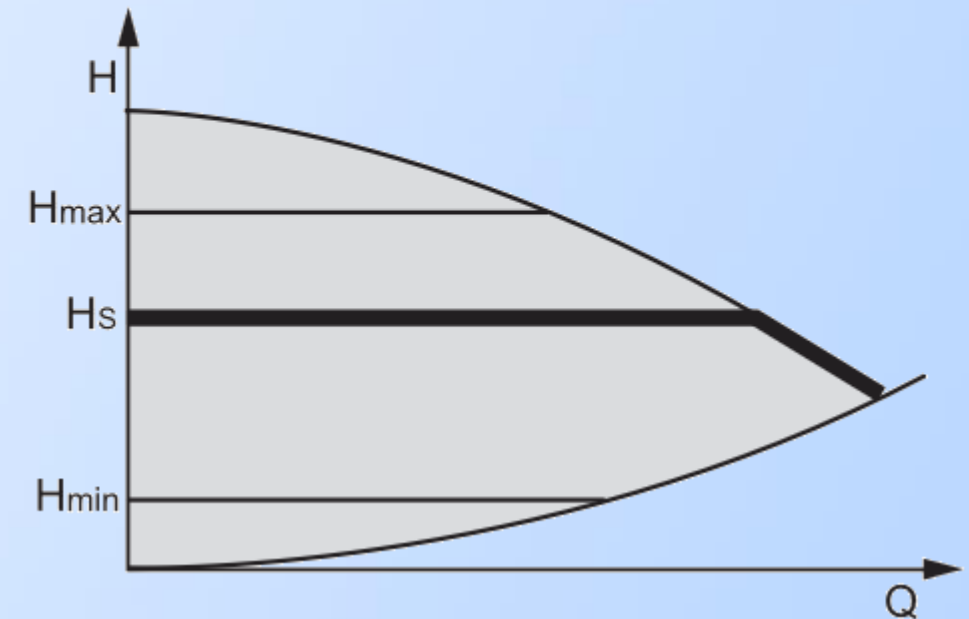
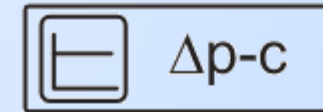


Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Konstantdruck

Unabhängig von der Anzahl der geöffneten Verbraucher auf der Abnahmeseite der Anlage, wird der Förderdruck der Umwälzpumpe konstant gehalten.

Förderstrom:	variabel
Förderhöhe:	konstant
Verwendung:	Speicherladung, Flächenwärmeübertrager



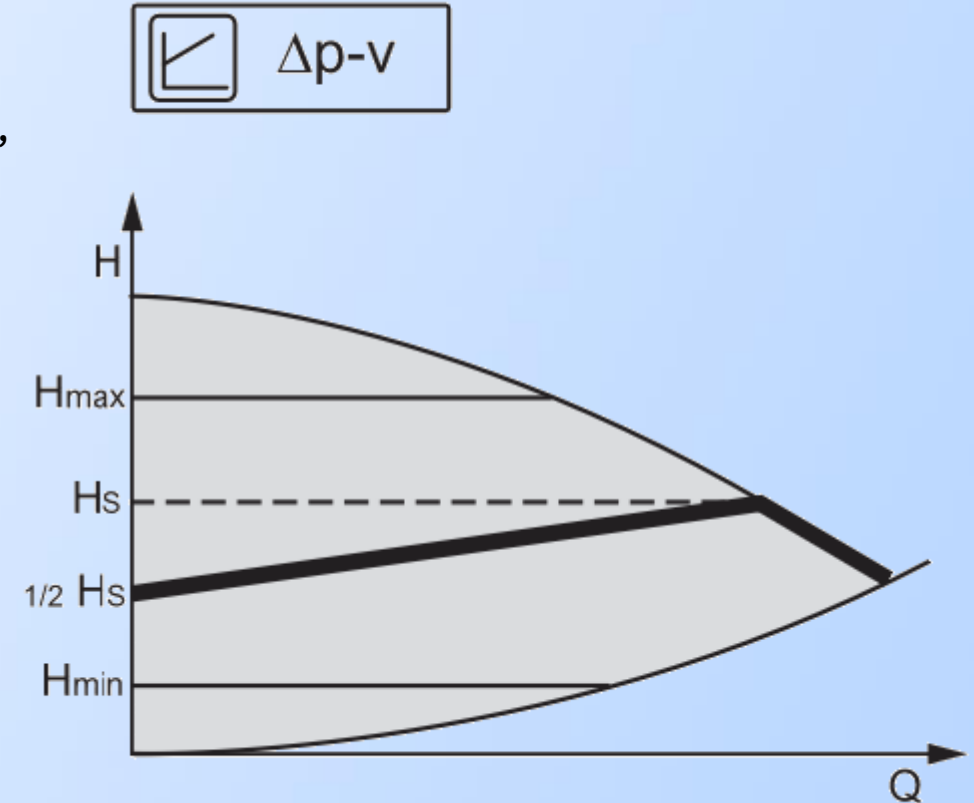
Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Proportionaldruck

Proportional zum herrschenden Förderstrom innerhalb der Anlage, wird der Förderdruck der Umwälzpumpe angepasst.

Bei schließenden Ventilen reduziert sich durch den steigenden Gegendruck auf der Abnahmeseite die von der Pumpe gefahrene Drehzahl. Hierdurch wird ein bedarfsgerechter Förderdruck als auch Förderstrom von der Pumpe erzeugt.

Förderstrom:	variabel
Förderhöhe:	variabel
Verwendung:	Verbraucherseite



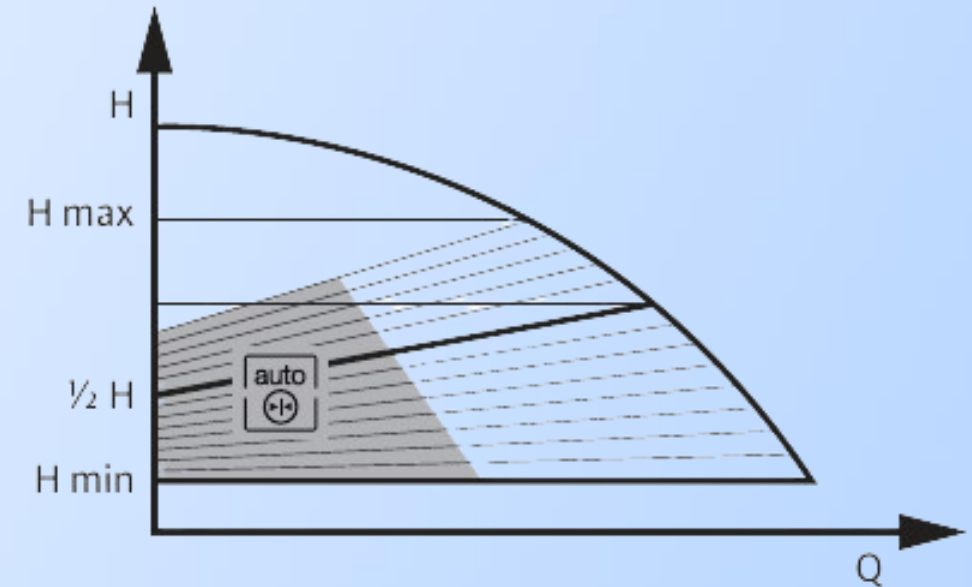
Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Dynamic Adapt /
AUTO-Adapt

Viele Pumpen besitzen eine Dynamic- oder AUTO-Funktion, die eigenständig den Sollwert regelt und damit die Pumpenkennlinie auf das System abstimmt.

Gerade bei Systemen, bei denen die Auslegungspunkte nicht bekannt sind, kann die Verwendung der Betriebsart von Vorteil sein. Sie passt fortlaufend ihre Förderleistung auf den Bedarf der Verbraucher an und analysiert das Hydrauliknetz auch auf benutzerspezifisches Verhalten. Sie versucht hierdurch den optimalen Betriebspunkt zu finden.

Förderstrom:	variabel
Förderhöhe:	variabel
Verwendung:	Verbraucherseite



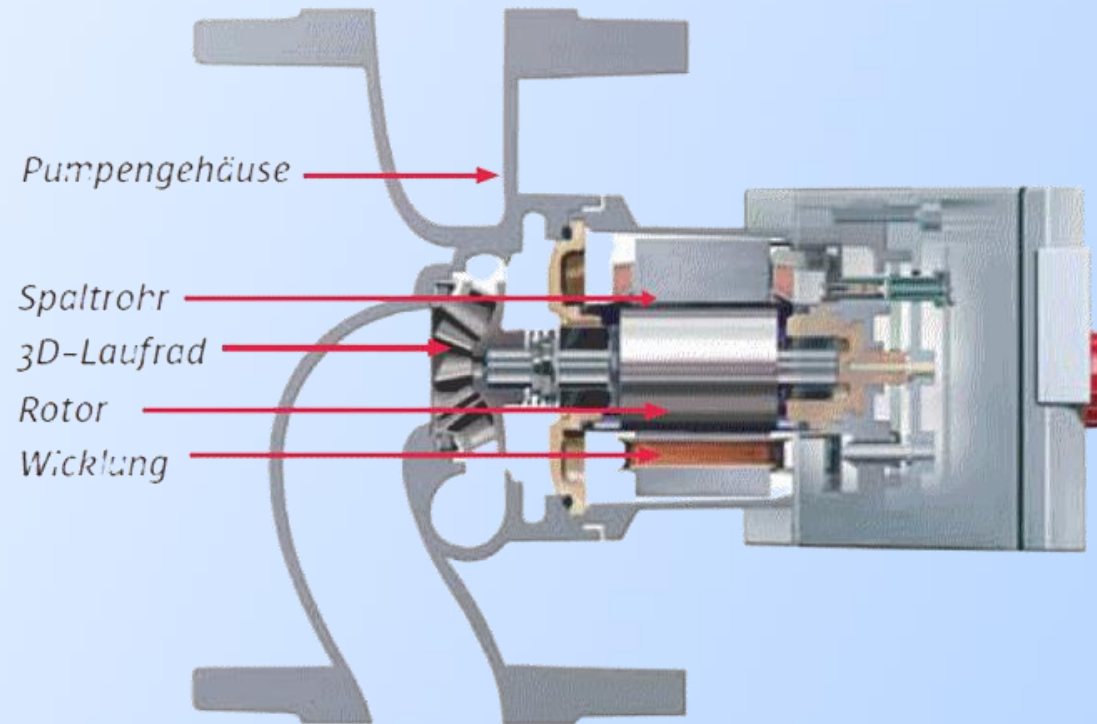
Was für Pumpenarten gibt es?

Inline - Pumpe

Bei Inline – Pumpen befinden sich Druck- und Saugstutzen in einer Achse.
Die Pumpen können so sehr raumsparend in die Rohrleitung eingebracht werden.
Es gibt zwei Arten von Inline – Pumpen:

Nassläuferpumpe

- ➔ Motor und Pumpe im gleichen Gehäuse
- ➔ Flüssigkeitsgekühlt
- ➔ Sehr ruhiges Laufverhalten
- ➔ Empfindlich gegen Verunreinigungen



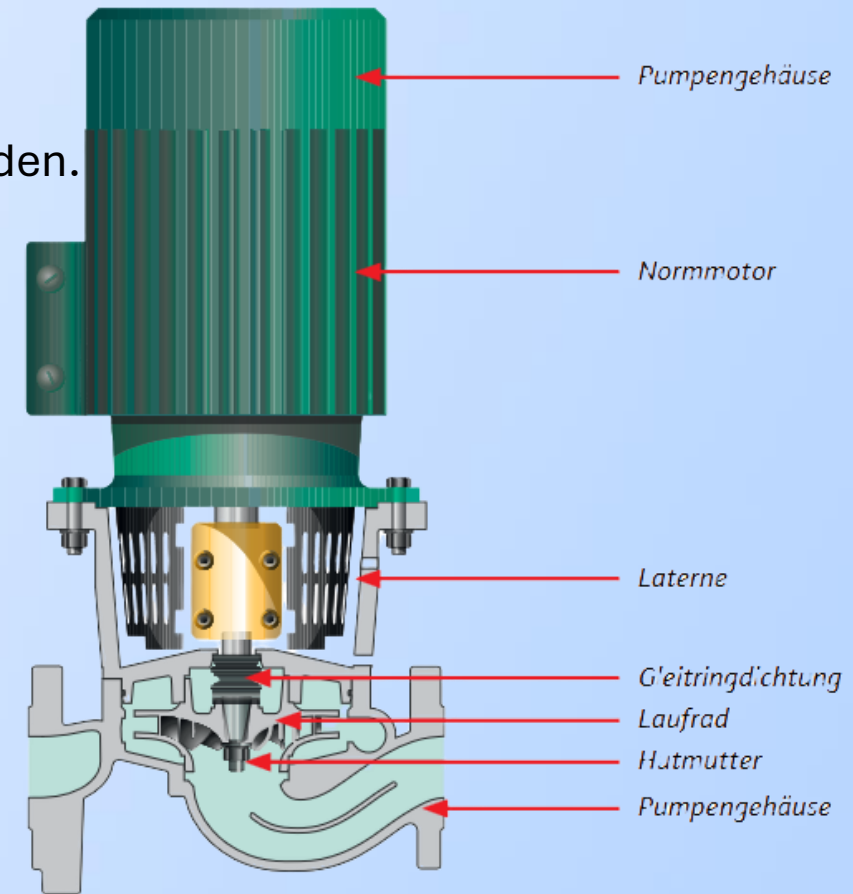
Was für Pumpenarten gibt es?

Inline - Pumpe

Bei Inline – Pumpen befinden sich Druck- und Saugstutzen in einer Achse. Die Pumpen können so sehr raumsparend in die Rohrleitung eingebracht werden. Es gibt zwei Arten von Inline – Pumpen:

Trockenläuferpumpe

- ➔ Motor und Pumpe getrennt
- ➔ Luftgekühlt
- ➔ Eher laut
- ➔ Unempfindlicher gegen Verunreinigungen

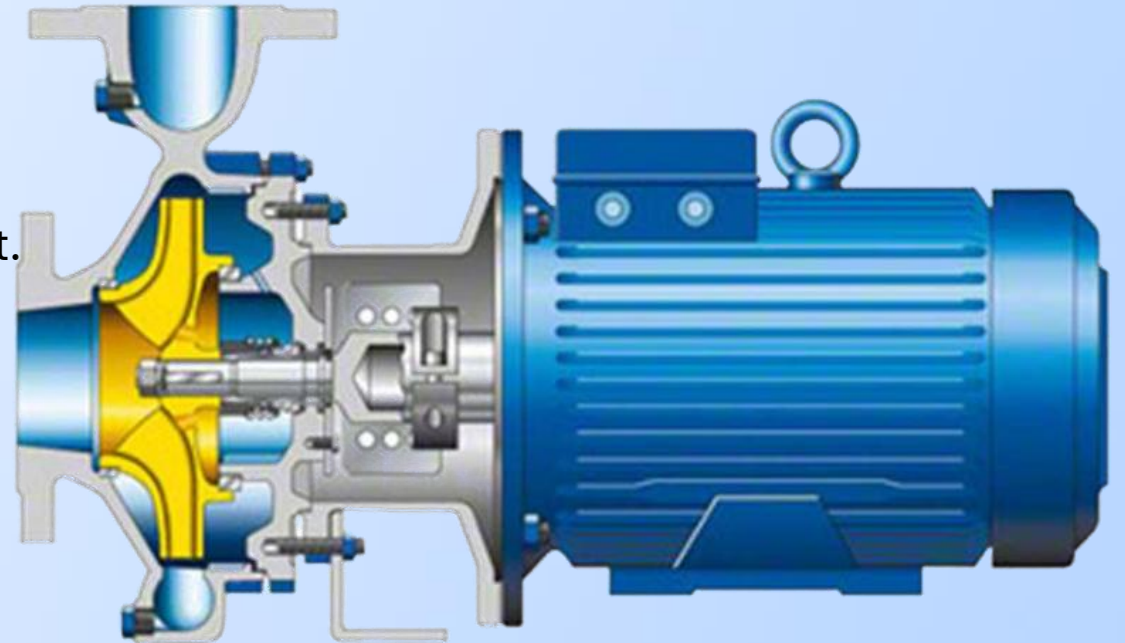


Was für Pumpenarten gibt es?

Blockpumpe

Eine Blockpumpe bezeichnet eine Art von Kreiselpumpe. Sie haben eine gemeinsame oder starr miteinander gekuppelte Motor- und Pumpenwelle. Das Pumpengehäuse wird hierbei direkt an das Motorgehäuse angeflanscht.

Die Bauweise bietet eine kompaktere Aufstellvariante als eine Normpumpe, wobei die Pumpe selbst für höhere Leistungen als die klassischen Inline – Pumpen ausgelegt ist.



Was für Pumpenarten gibt es?

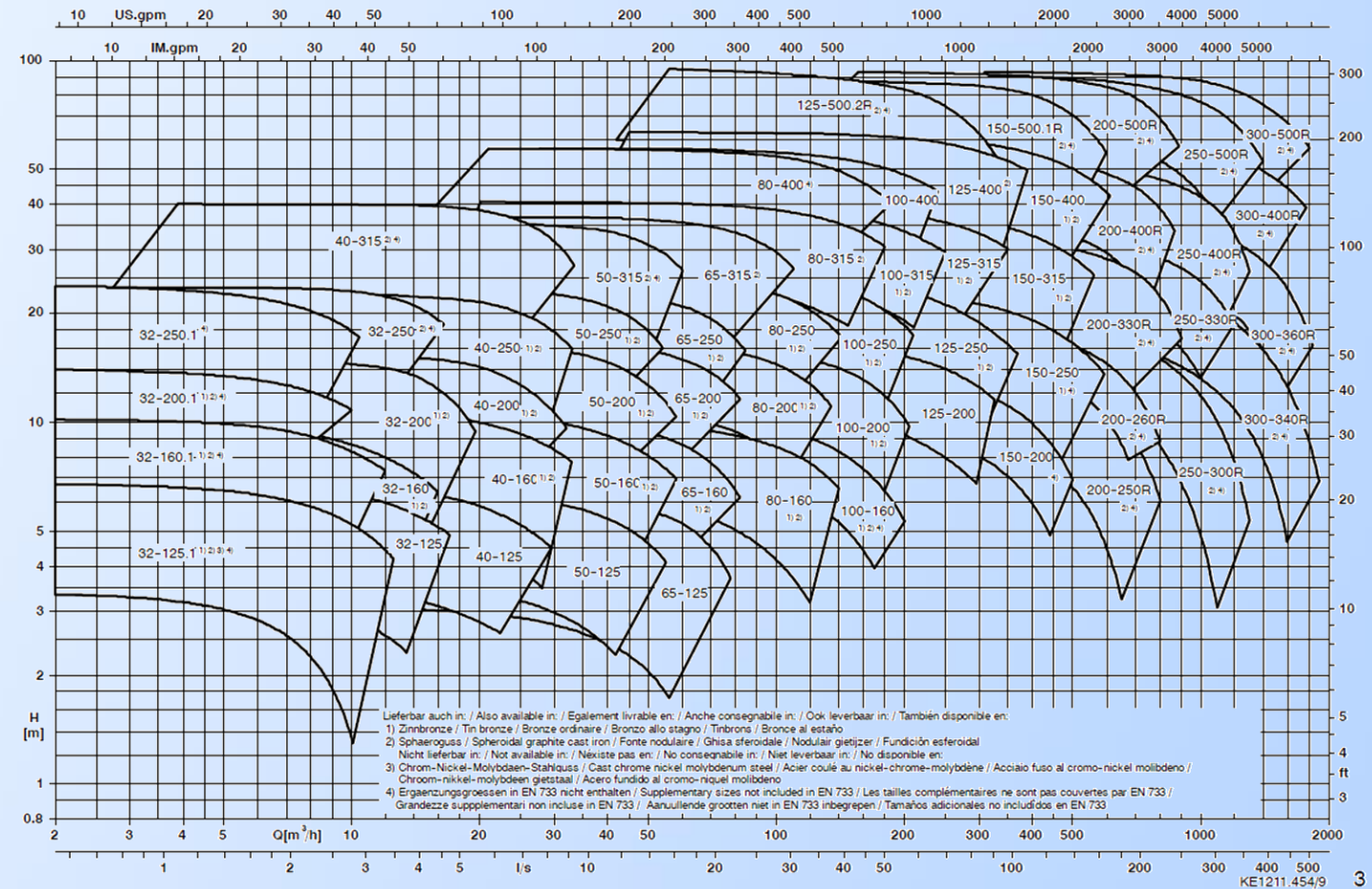
Normpumpe

Eine Normpumpe bezeichnet eine Art von Kreiselpumpe. Die Pumpe selbst ist über eine Kupplung mit dem Elektromotor verbunden. Die Welle muss hier exakt auf die Pumpe ausgerichtet werden um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten. Hierzu sind alle Komponenten auf einer gemeinsamen Fundamentplatte befestigt.

Normpumpen können sehr hohe Förderhöhen und Fördervolumenströme erzeugen, sind aber aufgrund der Montageart nicht für kompakte Aufstellungssituationen geeignet.



Kennlinien



Bsp. Normpumpen

Wie schütze ich meine Pumpen?

Kavitation

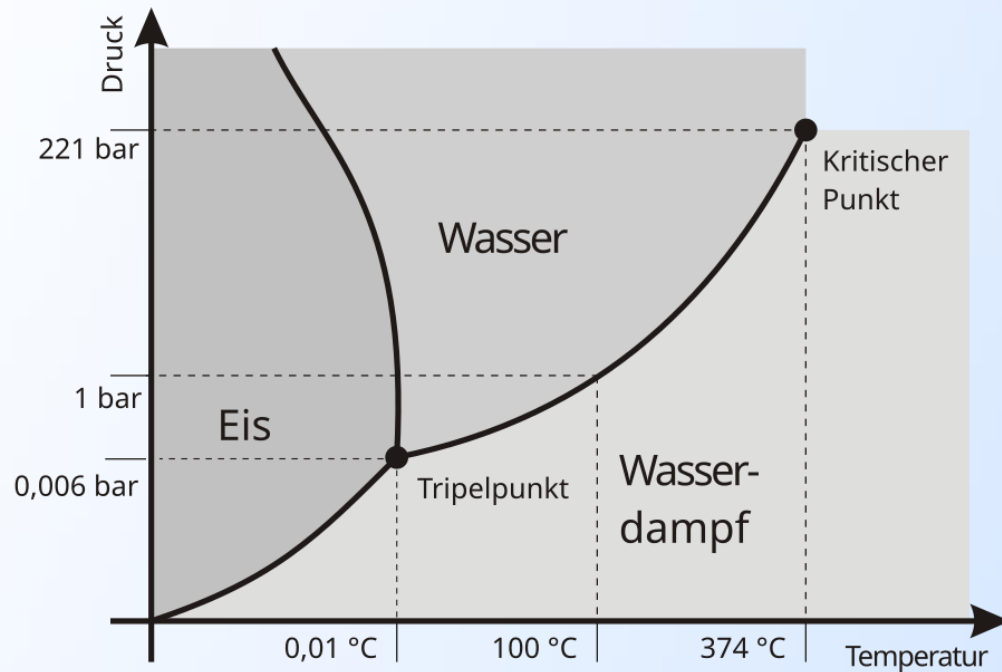
“

”

Rasche Bildung und implosionsartige Auflösung von Gasblasen in Flüssigkeiten

Wie schütze ich meine Pumpen?

Kavitation entsteht vor allem, wenn der statische Druck lokal kleiner ist, als der Dampfdruck der Flüssigkeit



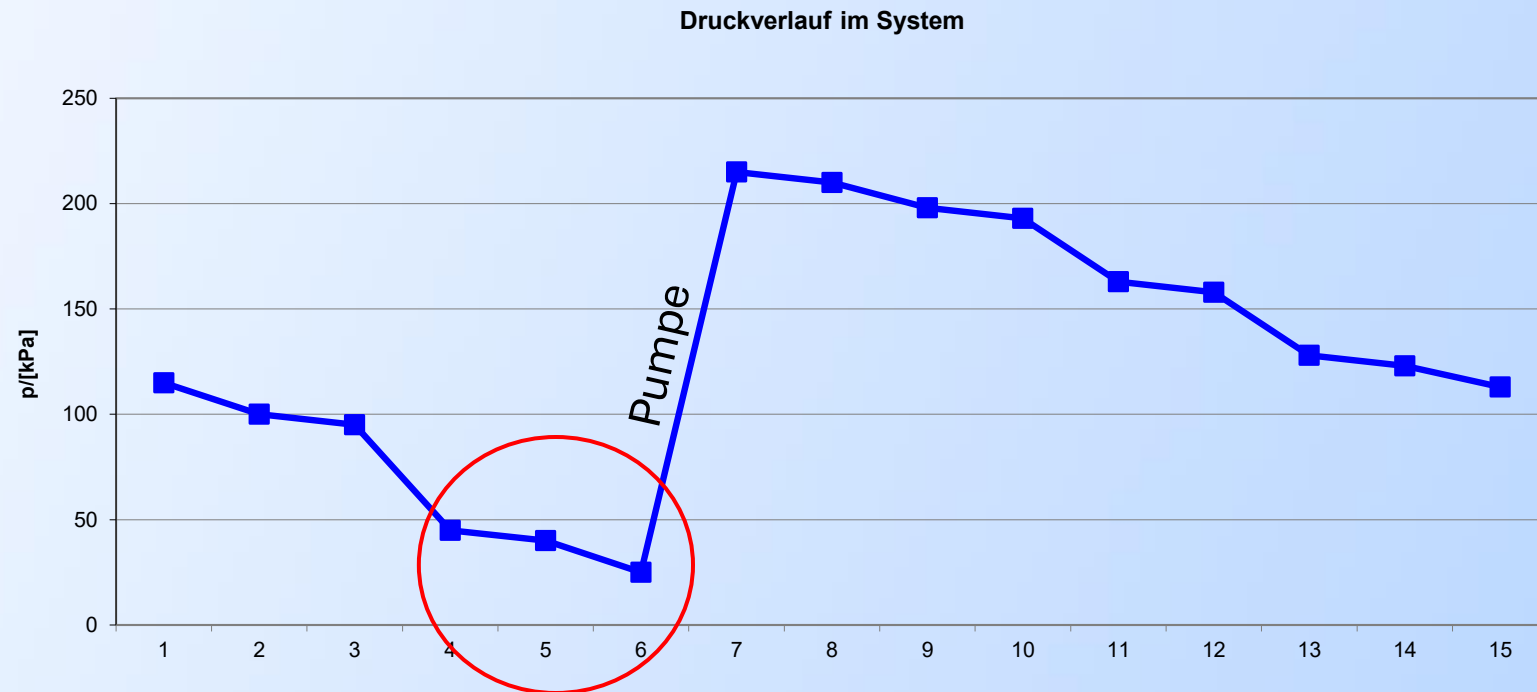
Phasendiagramm

Fällt an einer Stelle der Absolutdruck unter den Dampfdruck, bildet sich blasenförmig Dampf, welcher in Zonen mit höherem Druck wieder kondensiert und die Blase zum kollabieren bringt.

Wie schütze ich meine Pumpen?

Kavitation

Dampfblasenbildung auf der Saugseite der Pumpe, oder an „Engstellen“ im System



Wie schütze ich meine Pumpen?

Wasser mit 20°C schneidet bei einem Absolutdruck von 2.300 Pa die Dampfdruckkurve

Wasser mit 6°C schneidet bei einem Absolutdruck von 935 Pa die Dampfdruckkurve

Dampf benötigt bei Absolutdrücken von 2.300 Pa über **50.000** mal mehr Volumen als Wasser

Dampf benötigt bei Absolutdrücken von 935 Pa über **135.000** mal mehr Volumen als Wasser

Wie schütze ich meine Pumpen?

Kavitation

Dauer: ca. 4 ms



Wie schütze ich meine Pumpen?

Kavitation

Ereignet sich so ein Kollaps in der Nähe einer Bauteiloberfläche kann selbst hochfestes Material beschädigt werden

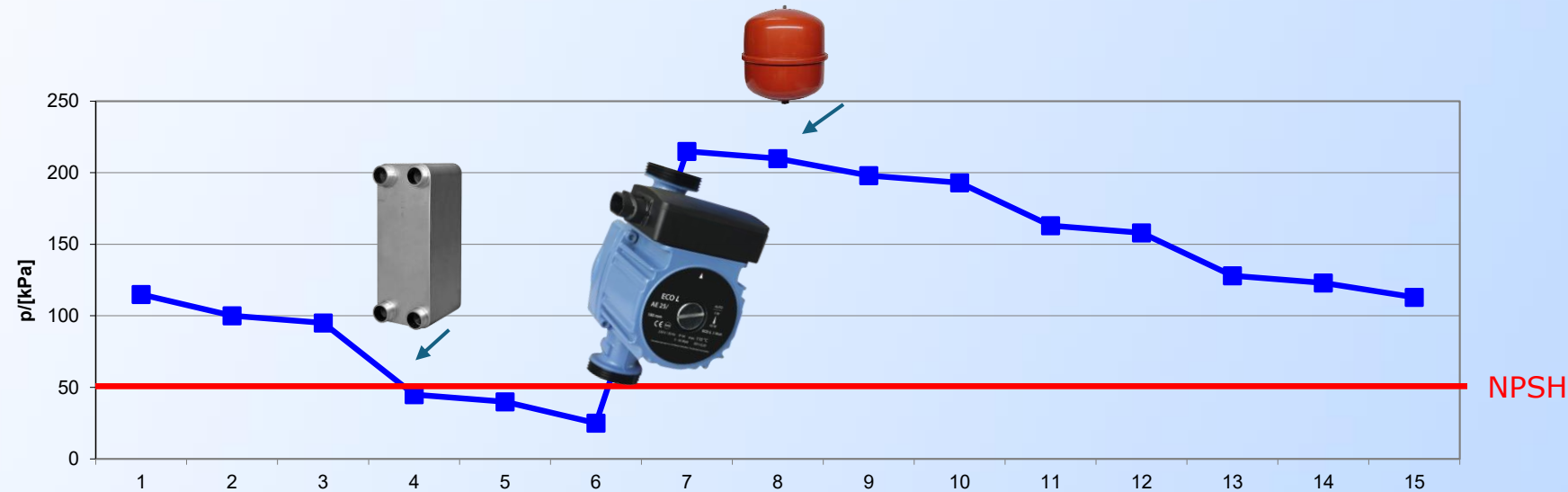


Wie schütze ich meine Pumpen?

NPSH-Wert

Net positive suction head – Netto Haltedruckhöhe

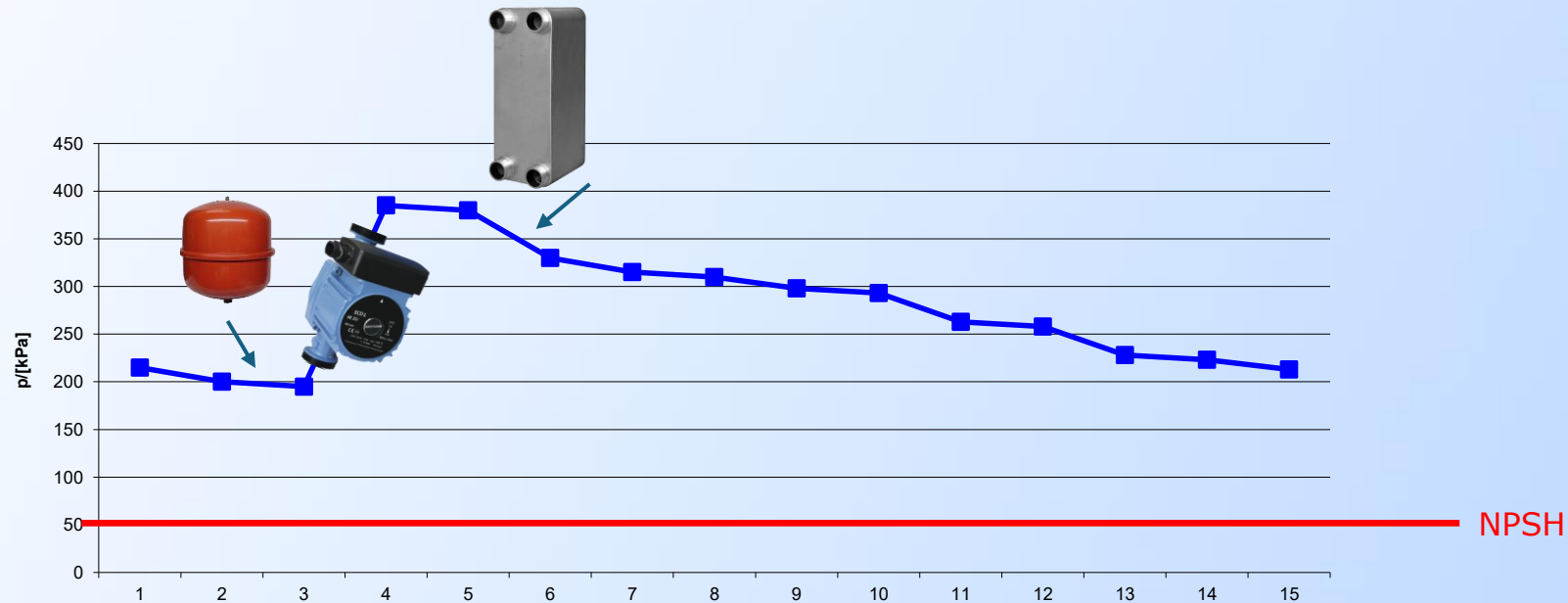
Er beschreibt den **Mindestdruck auf der Saugseite einer Kreislumppe**, der nötig ist, damit die Pumpe störungsfrei läuft und keine Kavitation (Dampfblasenbildung) entsteht.



Wie schütze ich meine Pumpen?

NPSH-Wert

Der NPSH – Wert muss immer kleiner sein als der Systemdruck an der schlechtesten Stelle



Wie schütze ich meine Pumpen?

NPSH-Wert

Erhöhung Systemdruck

„Durchdrücken“ von hohen Druckverlusten – nicht „Durchsaugen“
Ausdehnungsgefäße oder Druckhalteanlagen einbauen

Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Ausdehnungsgefäß

(Membran) Ausdehnungsgefäß – MAG

Das Ausdehnungsgefäß kompensiert Volumenschwankungen infolge von Temperaturänderungen und Wasserverlusten.

Es dient zur Sicherstellung des Mindestbetriebsdruckes und zur Vermeidung von Drucküberschreitungen in der Anlage um ein Ansprechen des Sicherheitsventils zu verhindern.

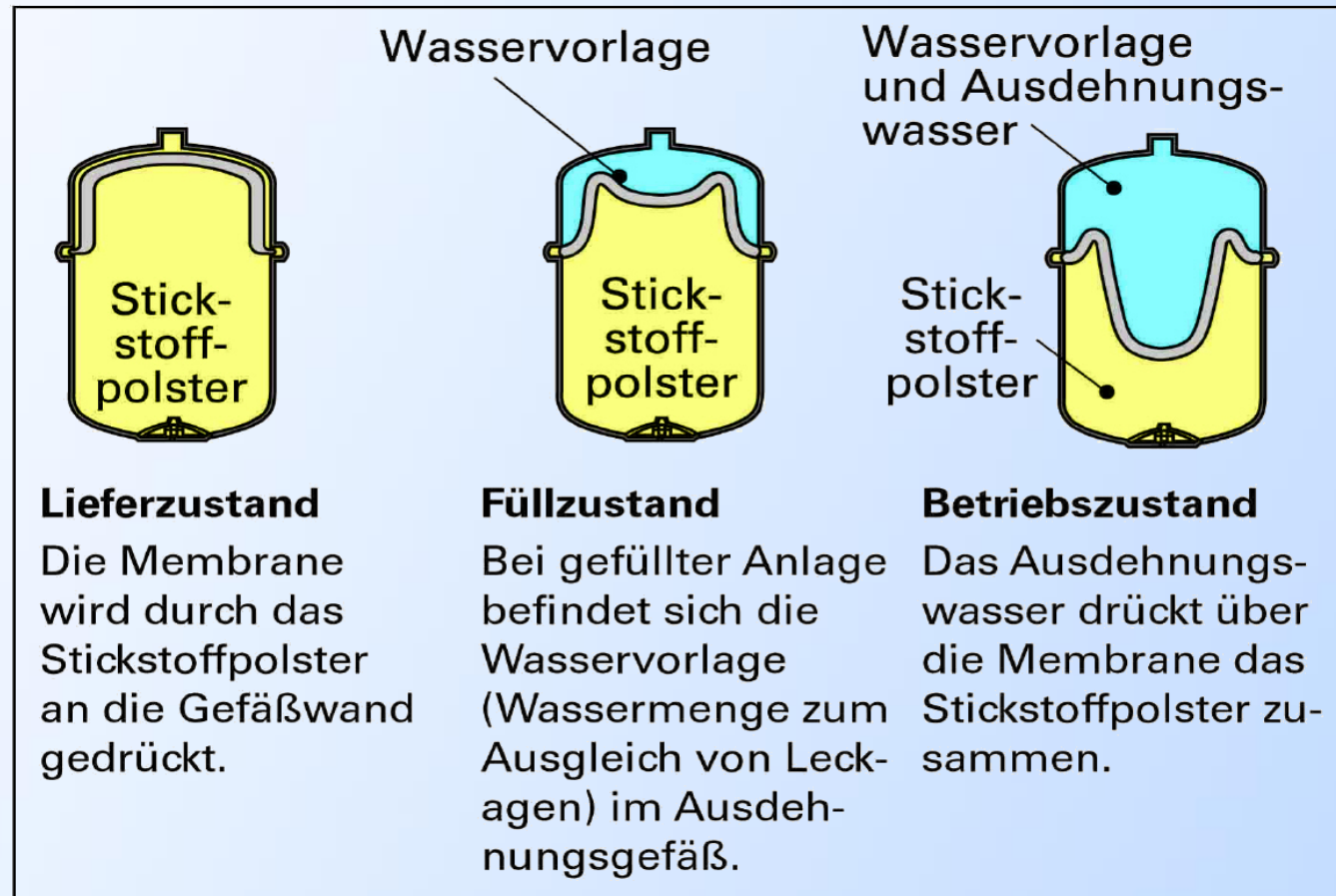
Ausdehnungsgefäße müssen auf das Wasseraufnahmevolumen und den richtigen Druck ausgelegt werden und mit dem richtigen Vordruck eingestellt werden.

Der Einbau erfolgt vorzugsweise vor den Pumpen.



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Ausdehnungsgefäß



Funktionsweise des Membran-Ausdehnungsgefäßes

Woraus bestehen hydraulische Systeme?

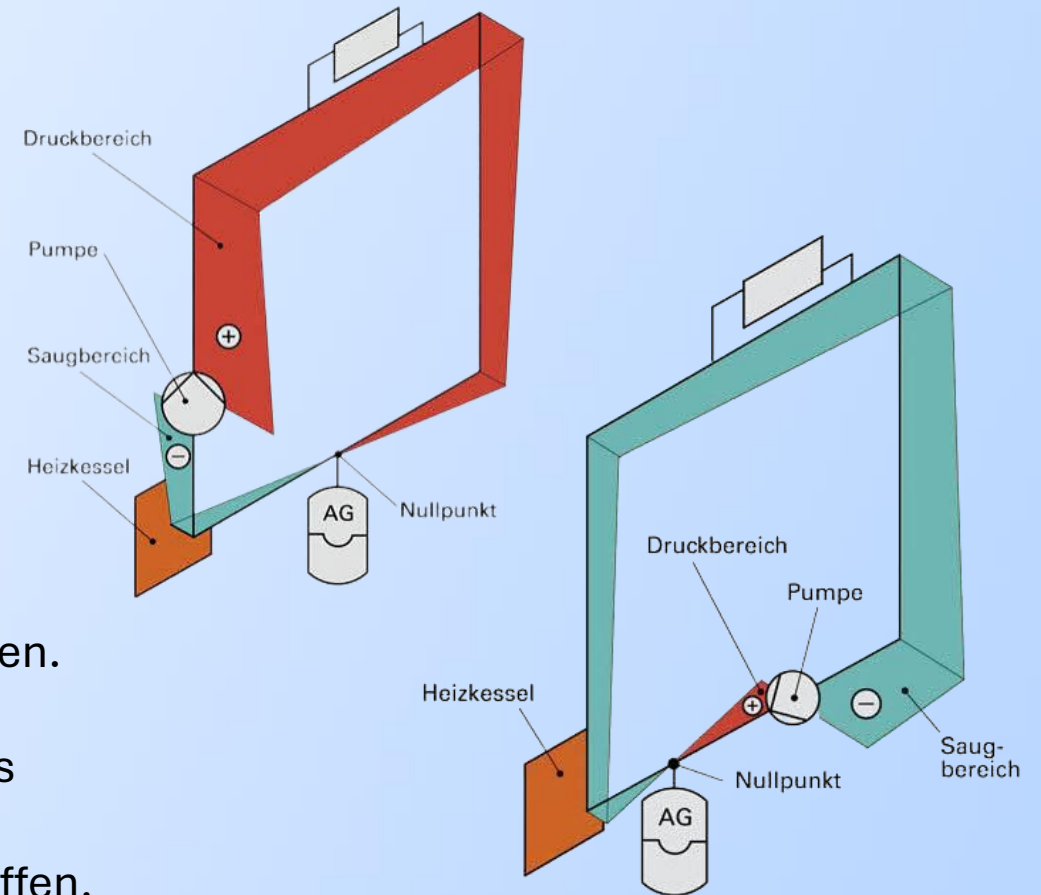
Ausdehnungsgefäß

Der „Nullpunkt“

Das Ausdehnungsgefäß nimmt entweder Wasser auf oder drückt aus der Wasservorlage des Gefäßes Wasser zurück in das System. Deshalb betitelt man den Anschlusspunkt auch als Nulldruckpunkt.

Ist die Pumpe in Fließrichtung hinter dem MAG montiert, schiebt sie eine Druckwelle vor sich her, wodurch der Teil der Rohrleitungen, die zwischen Druckseite der Pumpe und MAG befindlich sind, einen zusätzlichen Druckimpuls erhalten.

Ist die Pumpe hingegen vor dem MAG montiert, so ist nur das kurze Stück zwischen Druckseite der Pumpe und dem MAG zusätzlich von dem zuvor beschriebenen Druckimpuls betroffen. Große Anlagenteile befinden sich im „Saugbereich“. Hier kann bei absinken des Anlagenfülldrucks Luft eingesogen werden.



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Ausdehnungsgefäß

Berechnung von Membran-Ausdehnungsgefäßen

1. Berechnung des Ausdehnungsvolumens

$$V_e = \frac{n \times V_A}{100}$$

V_e	Ausdehnungsvolumen
V_A	Anlagenvolumen
n	Wasserausdehnung bei max. Temperatur in %

2. Anlagendruck bei max. zulässiger Vorlauftemperatur

$$p_e \leq p_{sv} - 0,5 \text{ bar}$$

p_e	Enddruck bei max. Vorlauftemperatur
p_{sv}	Ansprechdruck Sicherheitsventil

3. Vordruck des MAG bestimmen

$$p_0 = p_{stat} + 0,2 \text{ bar}$$

p_0	Vordruck des Membranausdehnungsgefäßes
p_{stat}	statische Anlagenhöhe

Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Ausdehnungsgefäß

Berechnung von Membran-Ausdehnungsgefäßen

4. Berechnung des Nennvolumens des MAG

$$V_n = (V_e + V_v) \times \frac{(p_e + 1)}{(p_e - p_0)}$$

V_n	Rechnerisches Nennvolumen des MAG
V_e	Ausdehnungsvolumen
V_v	Wasservorlage für möglichen Wasserverlust (min. 3l / ca. 0,5% des Gesamtvolumens)
p_e	Enddruck bei max. Vorlauftemperatur
p_0	Vordruck des Membranausdehnungsgefäßes

5. Berechnung des wasserseitigen Anlagenfülldruckes

$$p_f = p_0 + 0,3 \text{ bar}$$

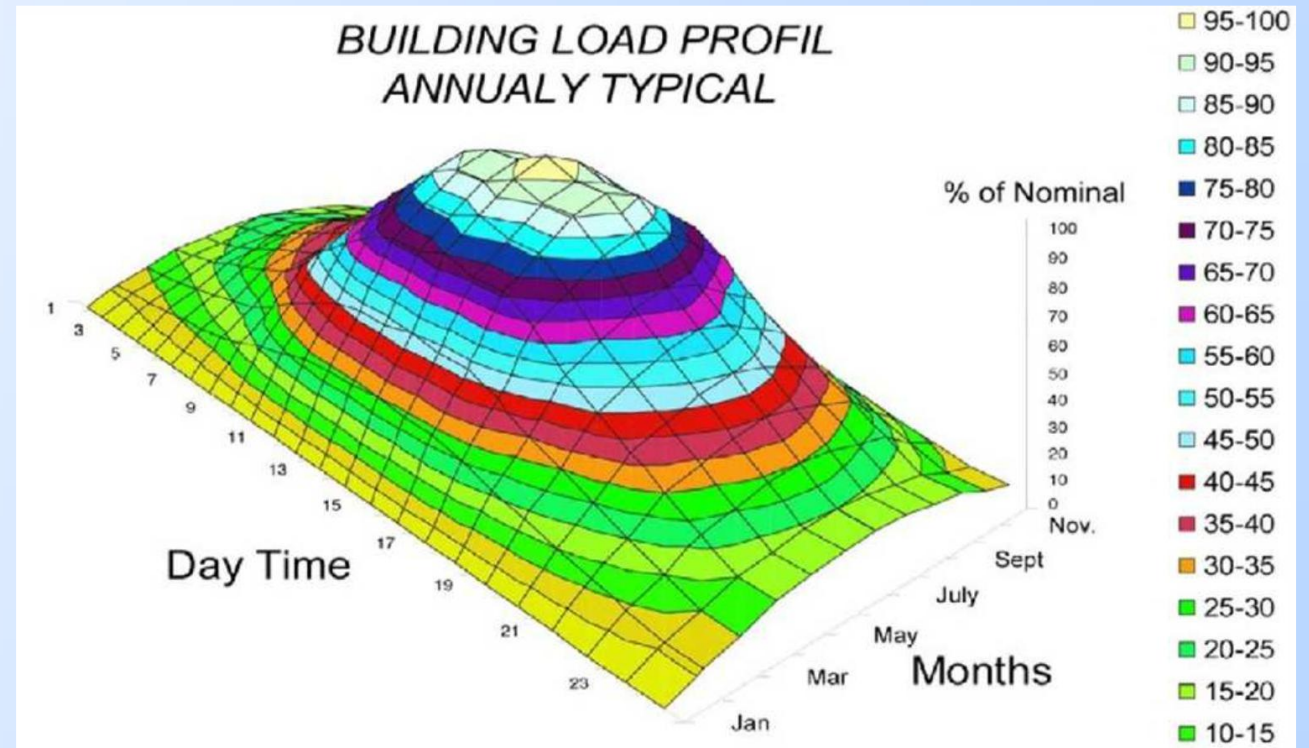
p_f	wasserseitiger Anlagenfülldruck
p_{sv}	Vordruck des Membranausdehnungsgefäßes

Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Teillastverhalten

Ein typisches Lastprofil eines Gebäudes sieht in weiten Teilen des Jahres lediglich eine Lastanforderung zwischen 10% und 30% vor.

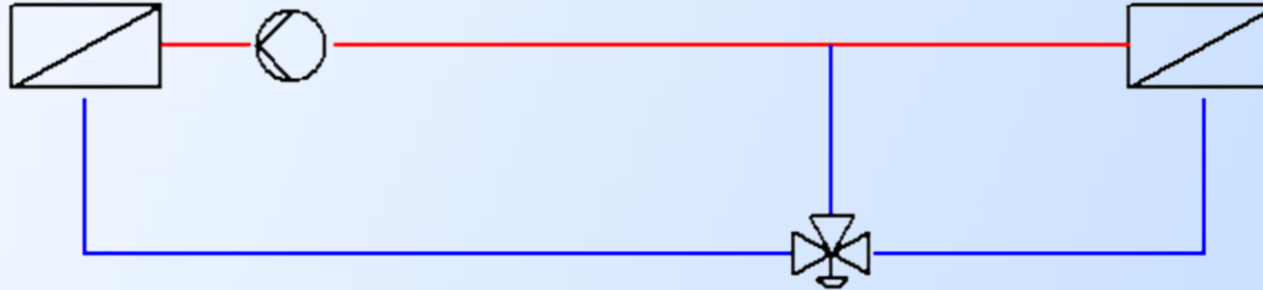
Betriebssicherheit mit notwendiger Teillastfähigkeit muss berücksichtigt werden.



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Beispiel:

Ein unregelter Kaltwassersatz mit einer Kälteleistung von 800 kW versorgt einen Verbraucher. Das Wasservolumen im Kreislauf beträgt 1000 Liter.



Bei Wassertemperaturen von 6°C/12°C ergibt sich eine Abkühlzeit von ca. 30s.

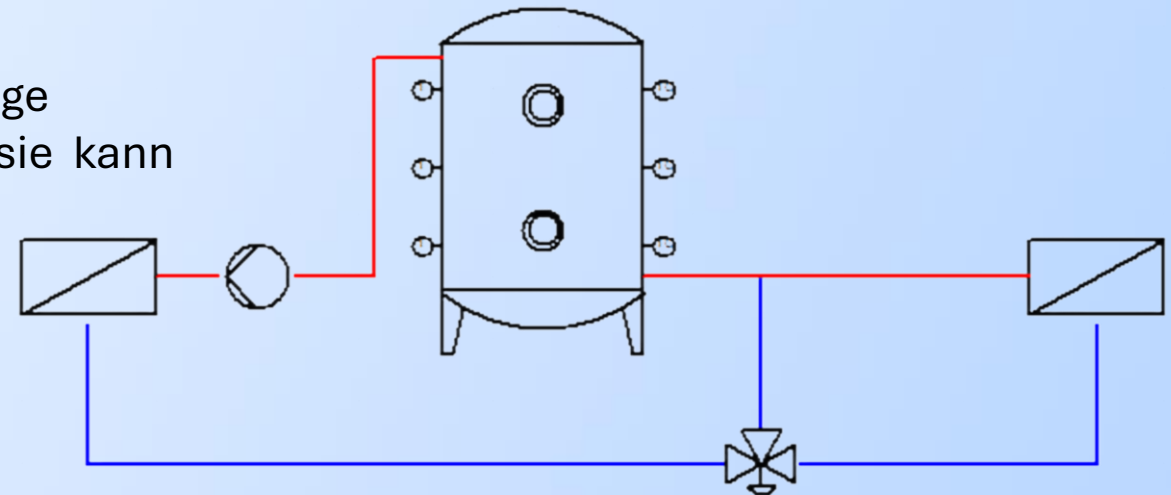
➔ Der Kälteerzeuger Taktet

Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Aktives Kreislaufvolumen

Als „aktives Kreislaufvolumen“ wird die Wassermenge bezeichnet, welche im Primärkreis zirkuliert. Durch sie kann die Anzahl an Verdichterstarts festgelegt werden.

Empfohlen werden min. 15 bis 20 Minuten Laufzeit für den Verdichter. Durch Anpassen der Leitungen und des /der Pufferspeicher kann die Laufzeit verlängert werden.



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

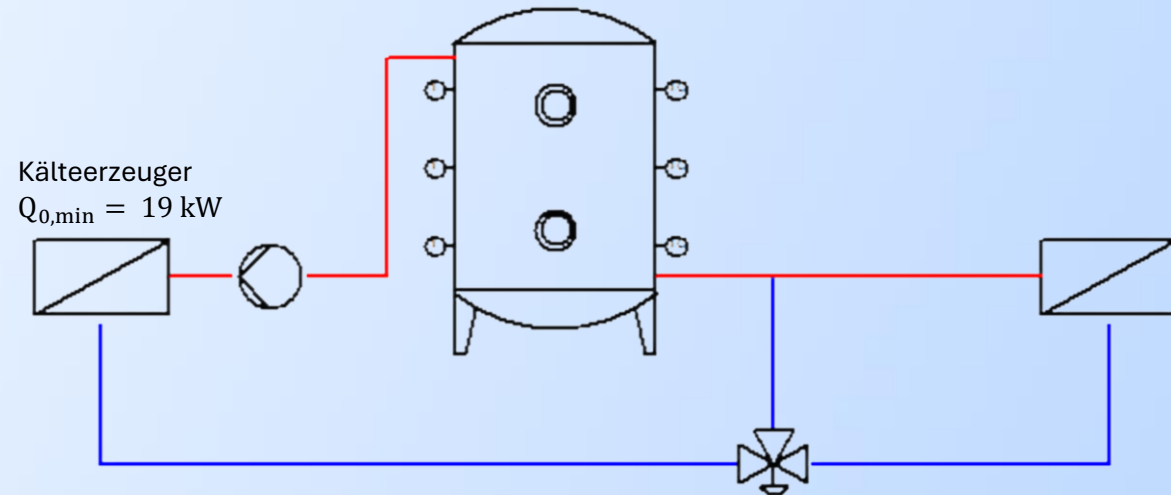
Aktives Kreislaufvolumen

Volumenbezogene Leistung von Wasser:

$$c_v = 1,16 \frac{\text{kWh}}{(\text{m}^3 \times \text{K})}$$

Bei einer Spreizung von 6 K (6°C/12°C) ergibt sich so eine Speicherfähigkeit von 6,96 kWh/m³.

Pufferspeicher:	1000 l
Speicherbare Energie:	6,96 kWh
Laufzeit Anlage:	ca. 20 min



Pufferspeicher:	500 l
Speicherbare Energie:	3,48 kWh
Laufzeit Anlage:	ca. 10 min

Woraus bestehen hydraulische Systeme?

„Keinbein-Weiche“

Die Einbindung eines Speichers in den Vor- oder den Rücklauf erfüllt nicht die Funktion einer hydraulischen Weiche.

Sie dient lediglich als Volumenerhöhung.

Bei Teillastbetrieb ist eine Schichtung im Speicher möglich.

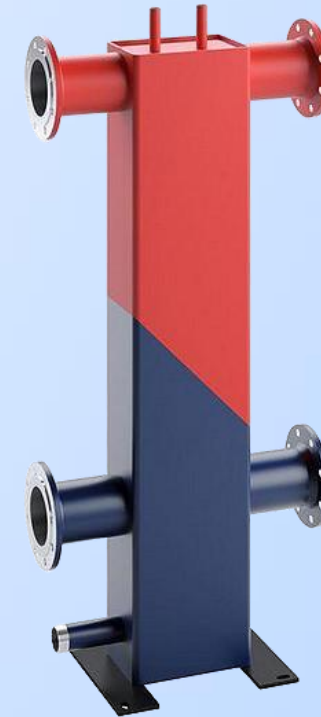
Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Hydraulische Weiche

Hydraulische Weiche

Sobald Umwälzpumpen mit unterschiedlichen Förderströmen bzw. Förderhöhen in Reihe geschaltet werden, beginnen sich diese gegenseitig zu beeinträchtigen.

Um dies zu unterbinden ist eine hydraulische Entkopplung der Pumpen untereinander notwendig. Dies geschieht mit Hilfe einer hydraulischen Weiche.

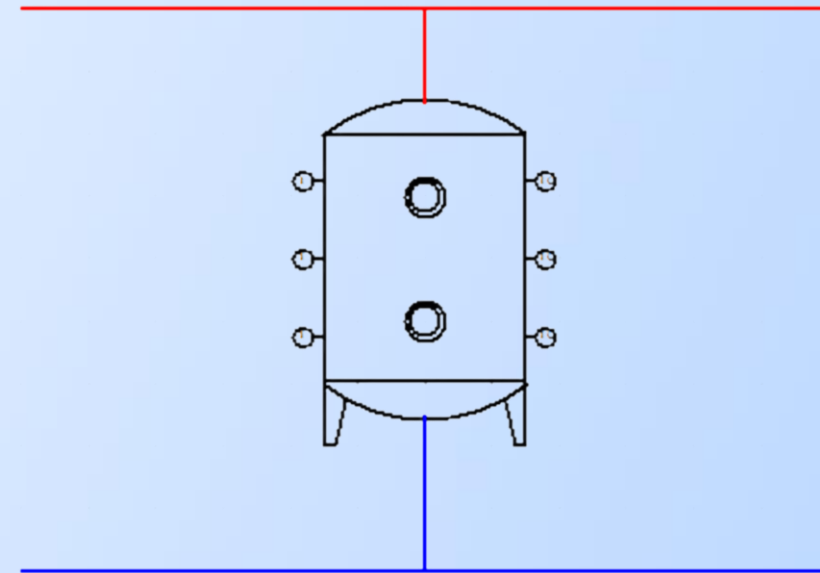


Woraus bestehen hydraulische Systeme?

„Zweibein-Weiche“

Bei der Anbindung des Puffers als Zweibein-Weiche, geht vom Vor- und Rücklauf jeweils eine Abzweigung in den Pufferspeicher.

Bei Volllast gehen 100% des Volumenstroms in das Verbrauchernetz. Machen hier Verbraucher zu, Schiebt die Primärpumpe den übrigen Volumenstrom in den Pufferspeicher. Eine Schichtung entsteht.



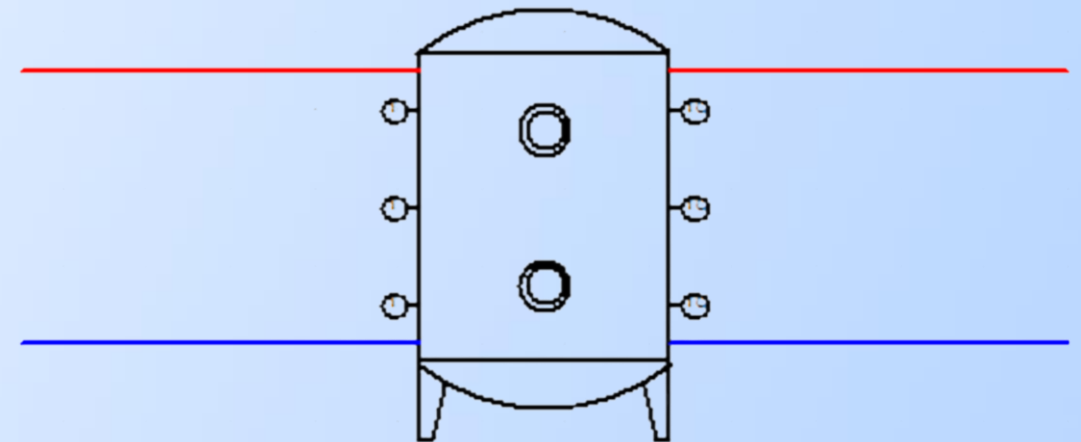
Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Hydraulische Weiche

„Vierbein-Weiche“

Bei der Anbindung des Puffers als Vierbein-Weiche, werden sowohl der Anlagenvorlauf als auch der Rücklauf durch den Pufferspeicher geleitet.

Durch die doppelte Durchströmung entstehen Turbulenzen, welche zu einer Durchmischung im Speicher führen.



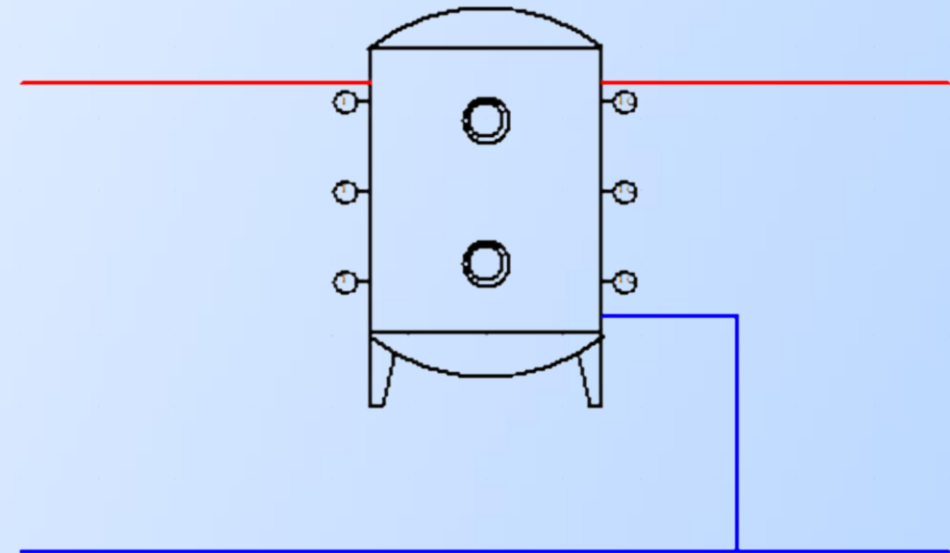
Woraus bestehen hydraulische Systeme?

„Dreibein-Weiche“

Bei der Anbindung des Puffers als Dreibein-Weiche, wird der Rücklaufstrom durch den Puffer durchgeleitet, während vom Vorlauf nur ein Abzweig zum Pufferspeicher verläuft.

Bei dieser Anlagenschaltung ist wichtig, dass der Volumenstrom der Primärpumpe höher ist als der Volumenstrom der Sekundärpumpe.

Fordern alle Verbraucher an, fährt die Sekundärpumpe mit 100% Leistung. Der Volumenstromüberschuss der Primärpumpe wird in den Pufferspeicher gedrückt. So wird der Speicher ohne Durchmischung geladen.



Woraus bestehen hydraulische Systeme?

Zortström

„Zortström-Verteiler“

Einen Sonderfall bildet der sogenannte Zortström Verteiler. Dieser Pufferspeicher besitzt nicht nur die vier klassischen Anschlüsse für den Vor- und Rücklauf.

Durch die Verwendung von Gleitblechen im inneren der Speicher stellen sich mehrere nutzbare Temperaturschichten im Speicher ein, welche für verschiedene Prozesse mit unterschiedlichen Nutztemperaturen verwendet werden können.

