

ABSTRACT TRAINING 2

TYPISCHE INSTALLATIONSFEHLER BEI SMP UND WIE SIE ZU VERMEIDEN SIND

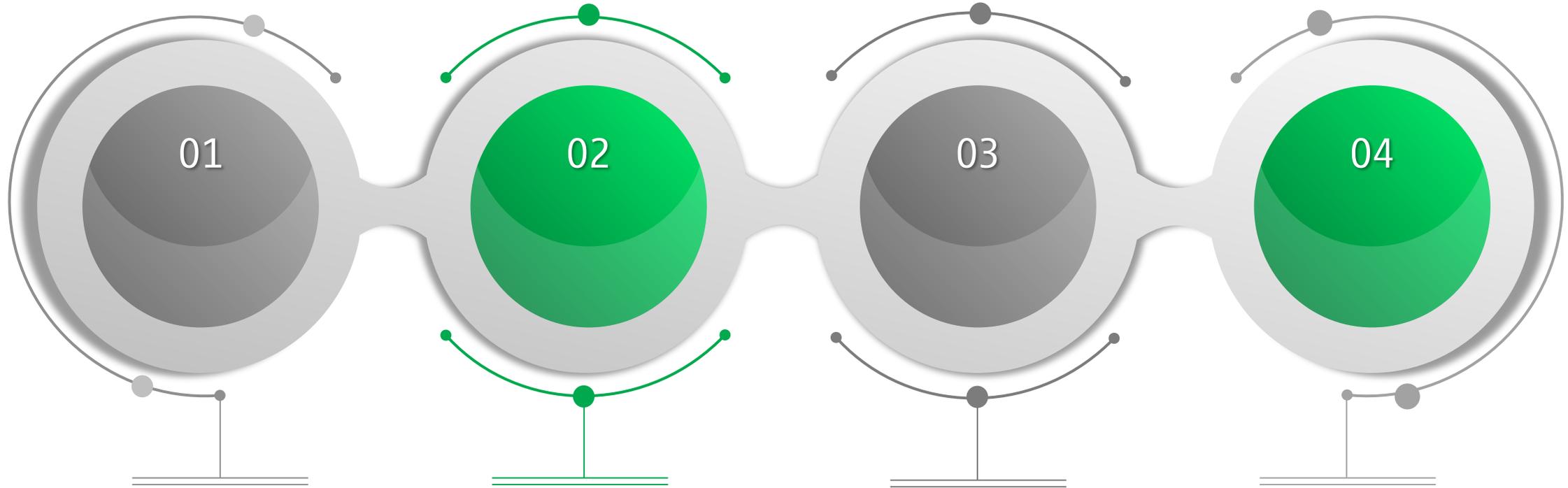
HERMETIC-Pumpen GmbH



Sealless Technology
Unlimited

LEDERLE
Hermetic

© 2020 by HERMETIC-Pumpen GmbH



Typischer Aufbau einer industriellen Kälteanlage

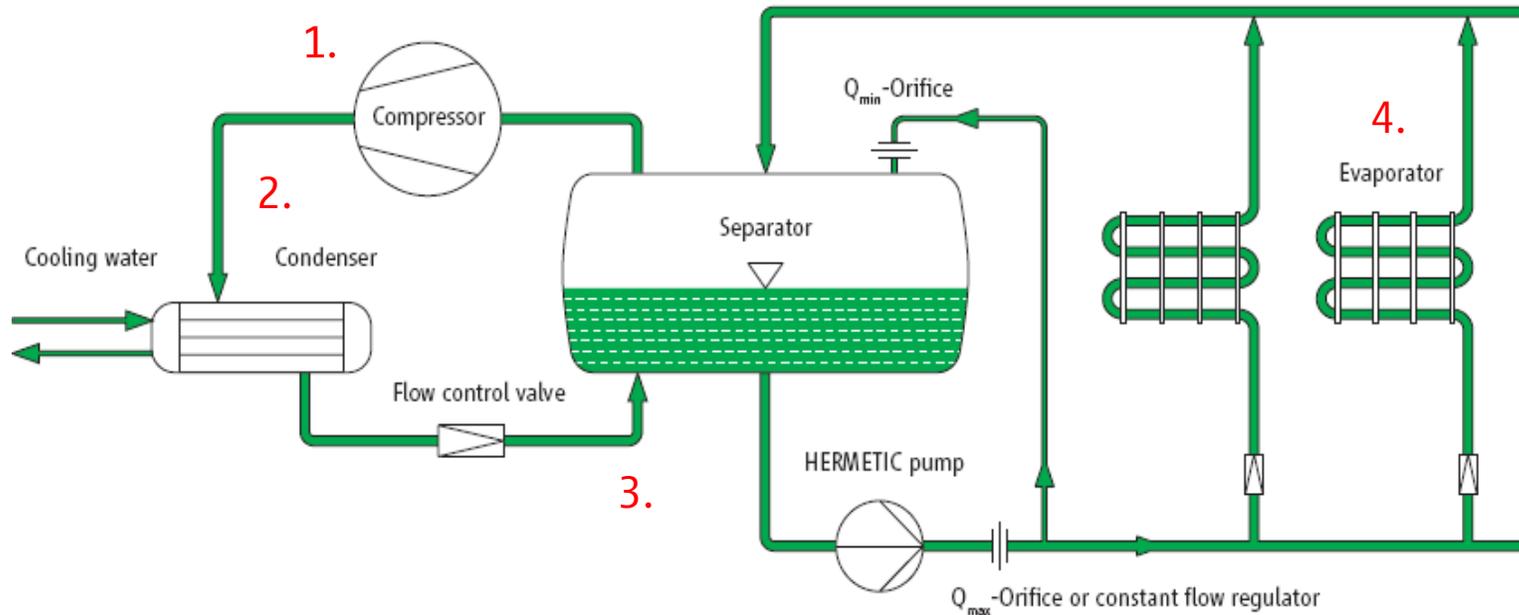
Pumpenausfall: Häufigstes Fehlerbild Kavitation

Ursachen von Kavitation – Empfehlungen zur Vermeidung

Weitere Fehler – Empfehlungen zur Vermeidung

18 Gebote für den Anlagenbau

01



1. Kompressor

Schrauben oder Kolbenkompressor

2. Kondensator (Platten, Schalenrohr)

- Flüssigkeitsgekühlt
- Luftgekühlt
- Durch Verdunstung gekühlt

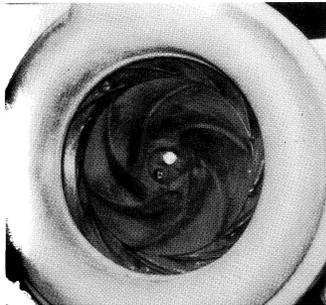
3. Expansionsventil

- Thermodynamisches Expansionsventil
- Druckgesteuertes Expansionsventil
- Elektronisches Expansionsventil

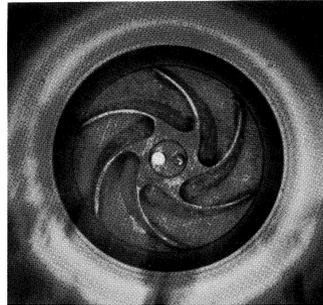
4. Verdampfer

- Rohrverdampfer
- Plattenverdampfer

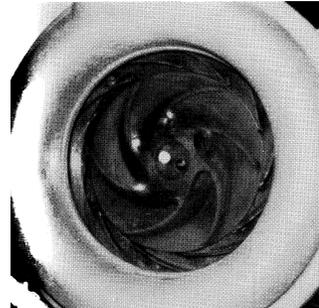
02



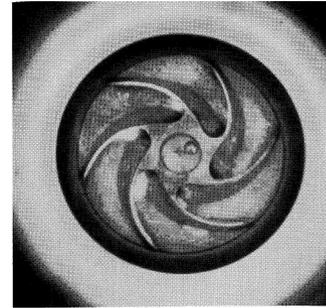
1. Absolutes Flussbild



Relatives Flussbild



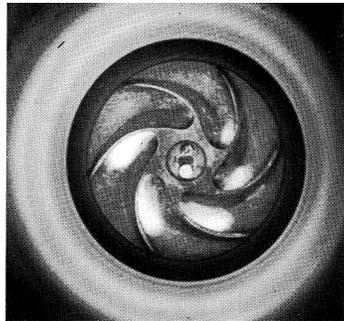
2. Absolutes Flussbild



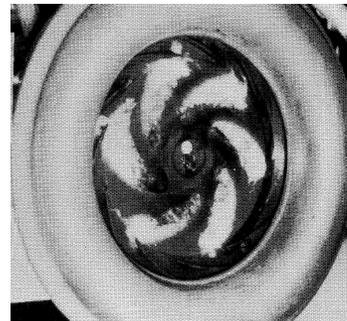
Relatives Flussbild



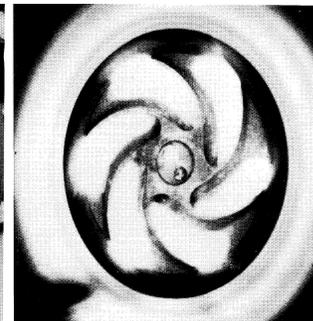
3. Absolutes Flussbild



Relatives Flussbild



4. Absolutes Flussbild



Relatives Flussbild



Druckspitzen implodierender Blasen führen zu Materialerosion.



Kavitationserosion am Diffusor einer mehrstufigen Kreiselpumpe.

Abbildung 1: Kavitationsfreier Betrieb

Abbildung 2: Kavitation beginnt, die ersten Dampfblasen bilden sich. Im Q-H-Diagramm ist keine Änderung erkennbar.

Abbildung 3: Kavitation dehnt sich aus. Die Q-H-Eigenschaften beginnen abzufallen.

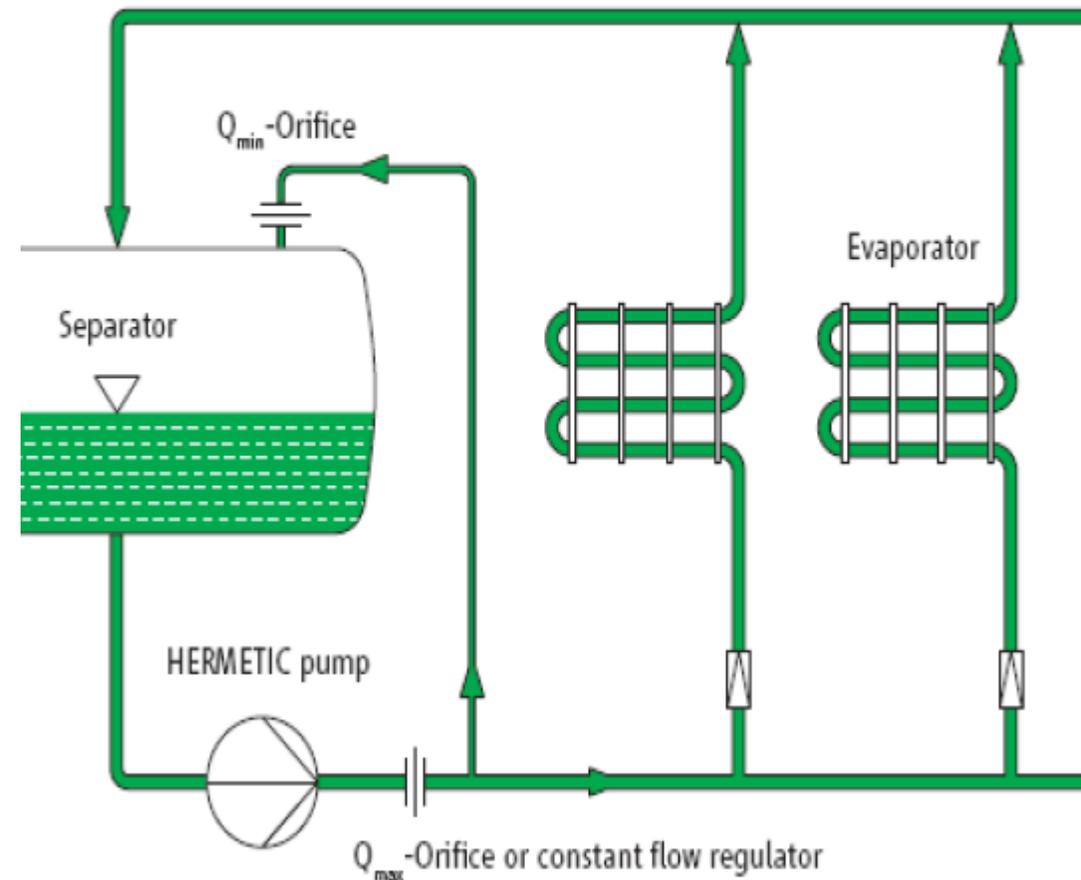
Abbildung 4: Es gibt volle Kavitation, die Charakteristik fällt steil ab, Dampfblasen treten in die Führung ein, der Vorgang bricht vollständig zusammen.

02

- **Verstärktes Geräusch** an der Pumpe (Knistern oder Knallen von Gasimplosionen)
- **Erhöhte Vibration** an der Pumpe und der Druckleitung
- **Abfallen der Förderhöhe** und des **Volumenstroms** bis zum vollständigen Abbruch
- **Axialschub in Richtung der Saugseite** der Pumpe, der an der Axialschubüberwachung abgelesen werden kann (falls installiert)
- **Erhöhter Stromverbrauch**, wenn es bereits zu axialem Anlauf und damit zu mechanischem Verschleiß gekommen ist. Damit verbunden ist möglicherweise eine innere Vergasung des Produkts und damit ein Trockenlauf des Gleitlagers
- **Anstieg der Temperatur der Förderflüssigkeit**

03

1. $NPSHA < NPSHR$
2. Rohrdurchmesser zu klein
3. Fördergeschwindigkeit im Saugrohr zu niedrig oder zu hoch
4. Keine Q_{min} Absicherung / schlechte Entgasung
5. Druckabsenkgeschwindigkeit zu hoch
6. Filter in Saugleitung
7. Fehlerhafte Installation Kessel



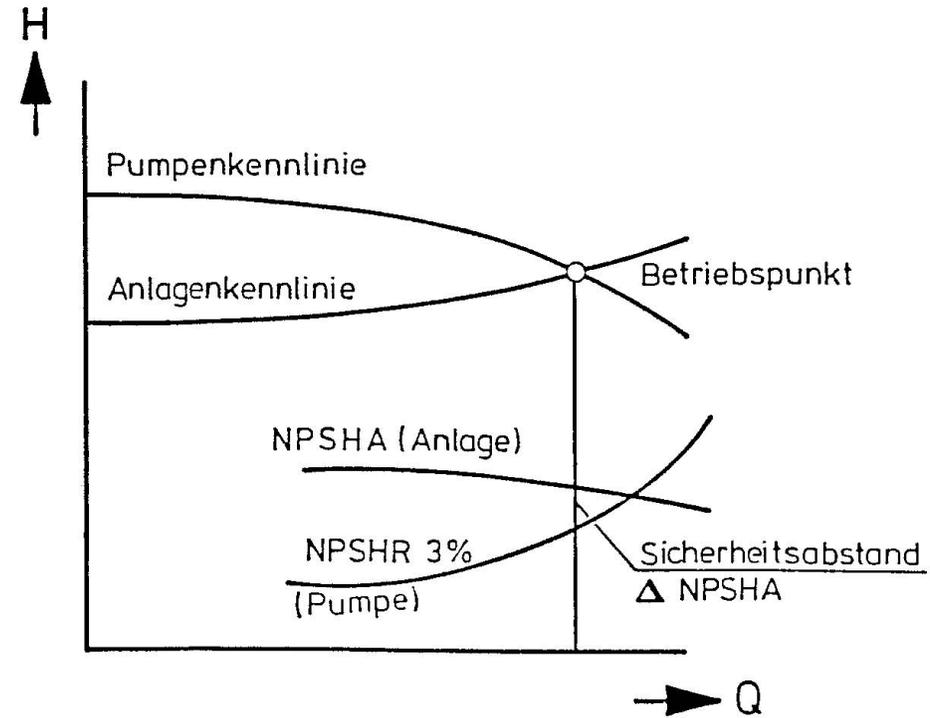
03

Kavitationsfreier Betrieb bei Kreiselpumpen

$NPSHA > NPSHR$

Wichtig

- Mind. $NPSHA \geq NPSHR + 0,5 \text{ m}$
- Überprüfung des Betriebspunktes → Verschiebungen vermeiden



03

Ohne Inducer

Bei kleinen bis mittleren Drehzahlen und erhöhtem Gasanteil im Fördermedium Ablagerung der Gaskomponenten im Einlassquerschnitt

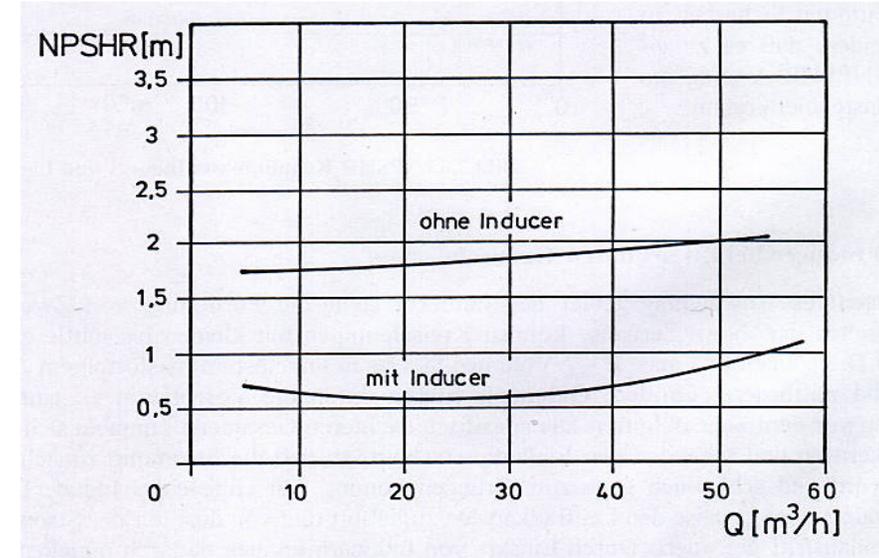
→ Erhöhter NPSHA notwendig

Mit Inducer

Fördermedien mit bis zu 12–15% Gasanteilen können ohne Probleme gefördert werden



- Senkung des NPSHR um bis zu 50%
- Lösen von nicht gelöstem Gas von 12–15% (gegenüber 2–3%)



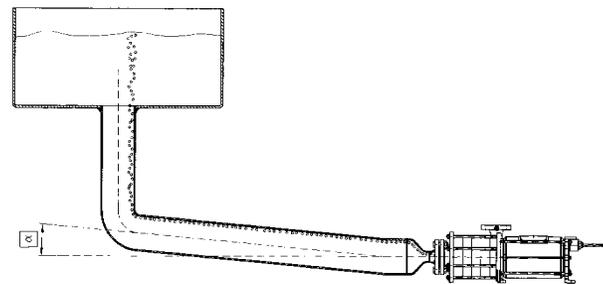
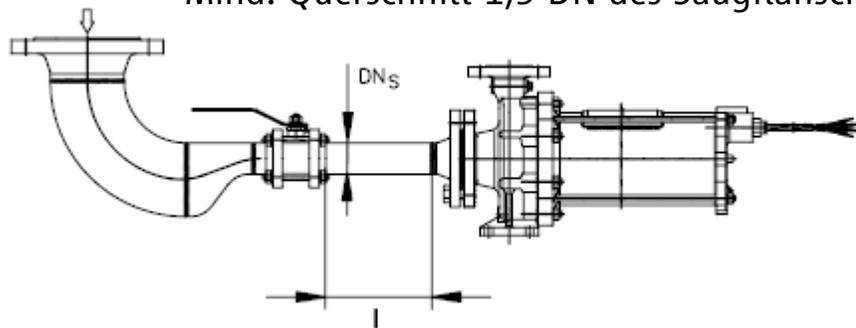
03

Die Dimensionierung und Gestaltung der Saugleitung ist von großer Bedeutung

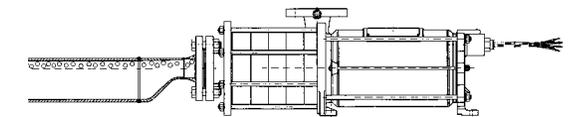
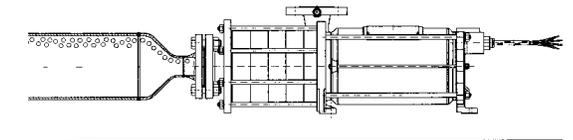
- Jede Pumpe muss mit einer separaten Saugleitung versehen sein
- Wenn zwei Pumpen parallel betrieben werden, reicht eine Saugleitung aus
→ Bedingung: eine Pumpe ist eine Standby-Pumpe
- Die Saugleitung sollte kurz, gut isoliert und stabil sein mit Absenkung zur Pumpe
- Empfohlene Durchflussgeschwindigkeit in der Saugleitung: max. 0,3–0,5 m/s

$$L = 5 \cdot DN_s$$

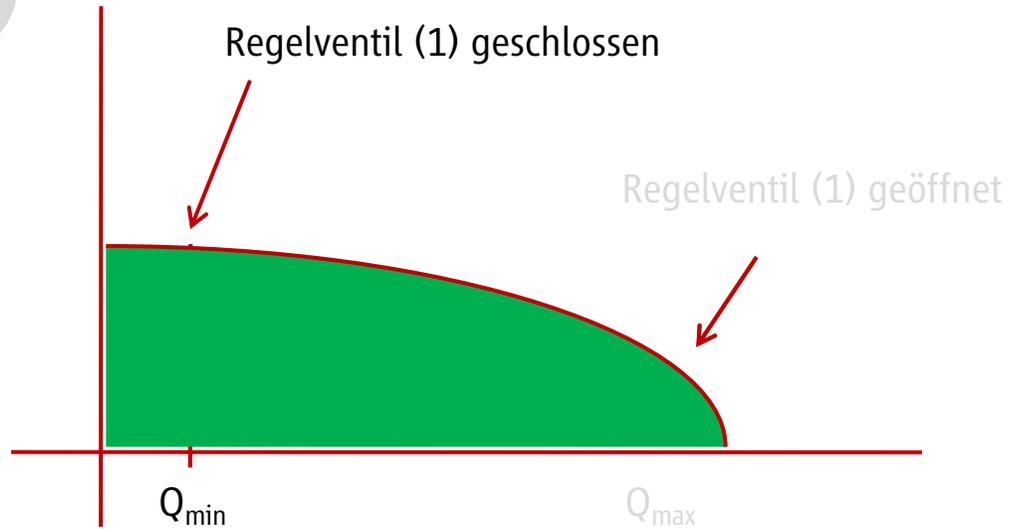
Mind. Querschnitt 1,5 DN des Saugflansches



falsch



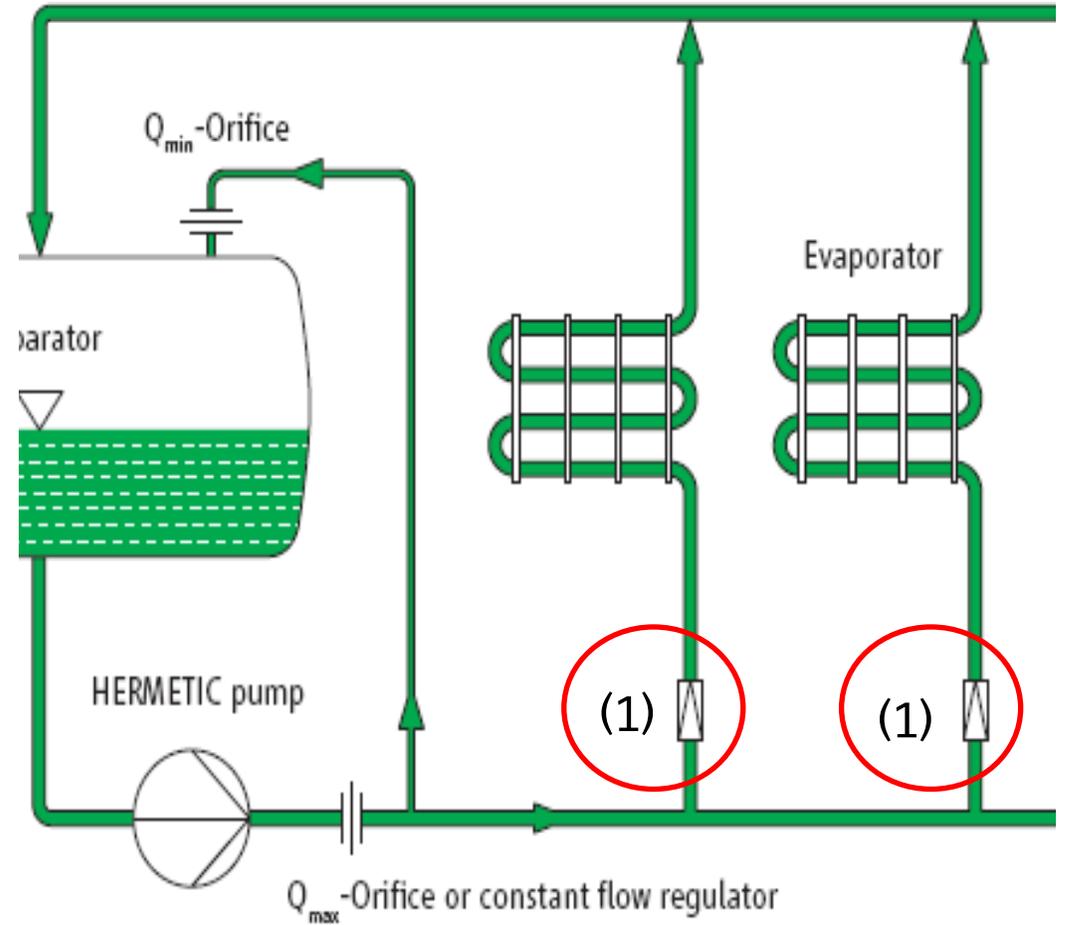
richtig



Vorteile von Q_{\min} / Bypass Leitung:

1. Dauerbetrieb
2. Entgasung

Sichere Anlage → zufriedener Kunde



03

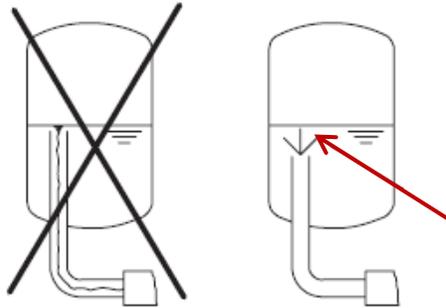
- Saugfilter nur für die Inbetriebnahmezeit!
- Mesh < 0,8mm
- Muss so schnell wie möglich entfernt werden oder muss mit Differenzdruck überwacht werden

Installieren Sie ggf. nur während der Startphase ein Sieb im Saugrohr

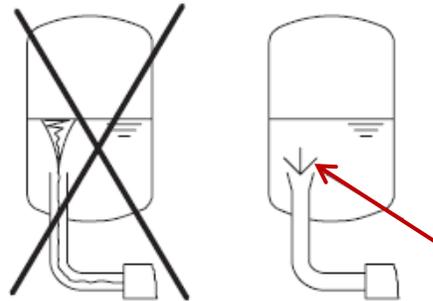
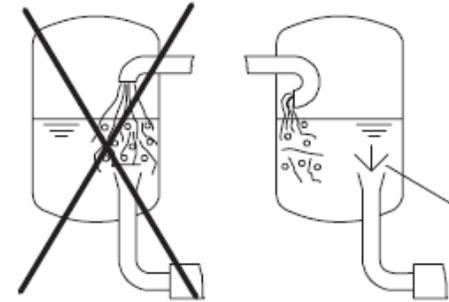


03

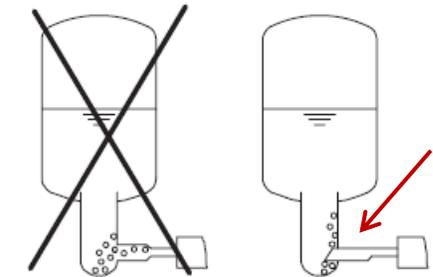
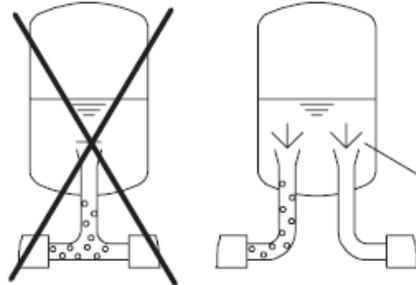
Installation Kessel



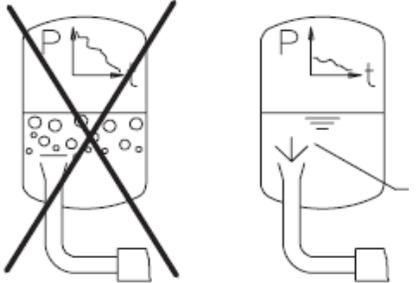
Minimum Höhe zu Saugrohr



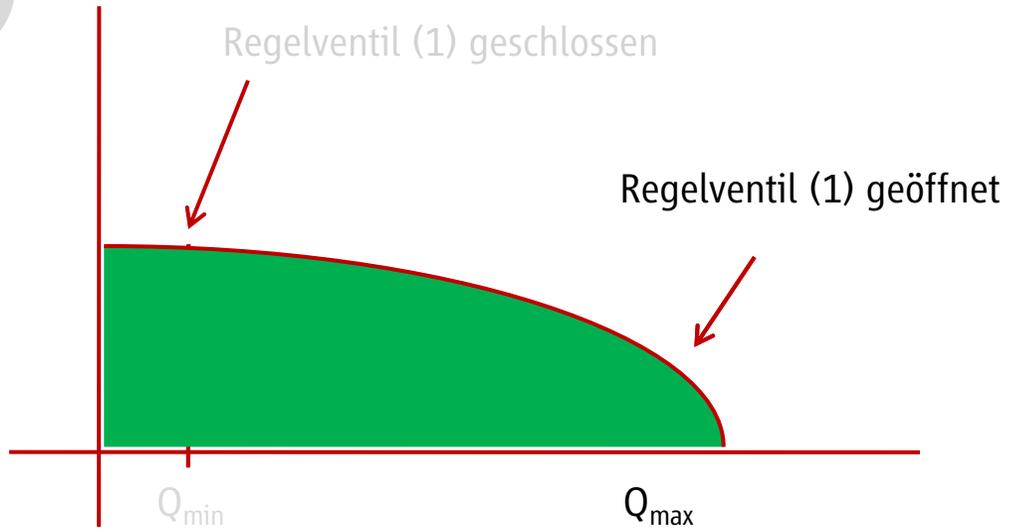
Covex Pumpeneintritt



Quer nach oben eingestellt



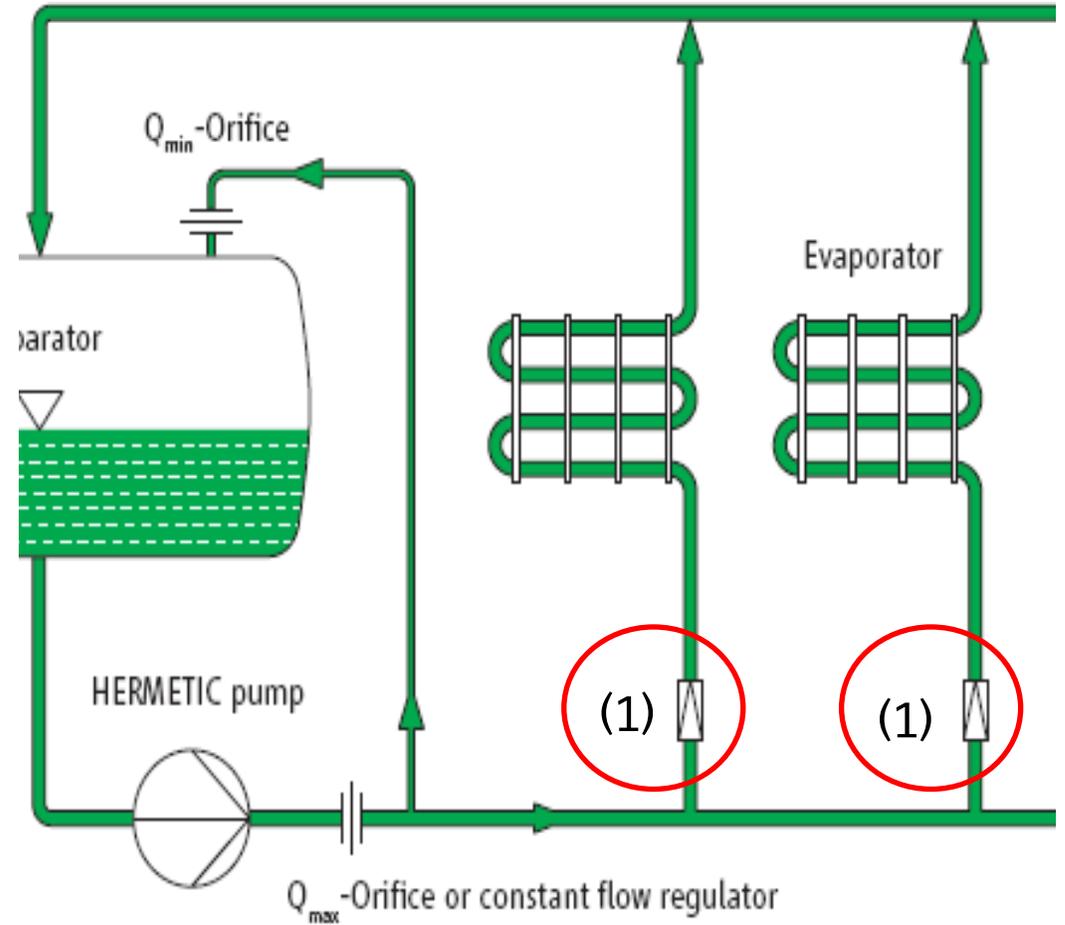
04



Vorteile Q_{max} Blende/Mengenbegrenzungsventil:

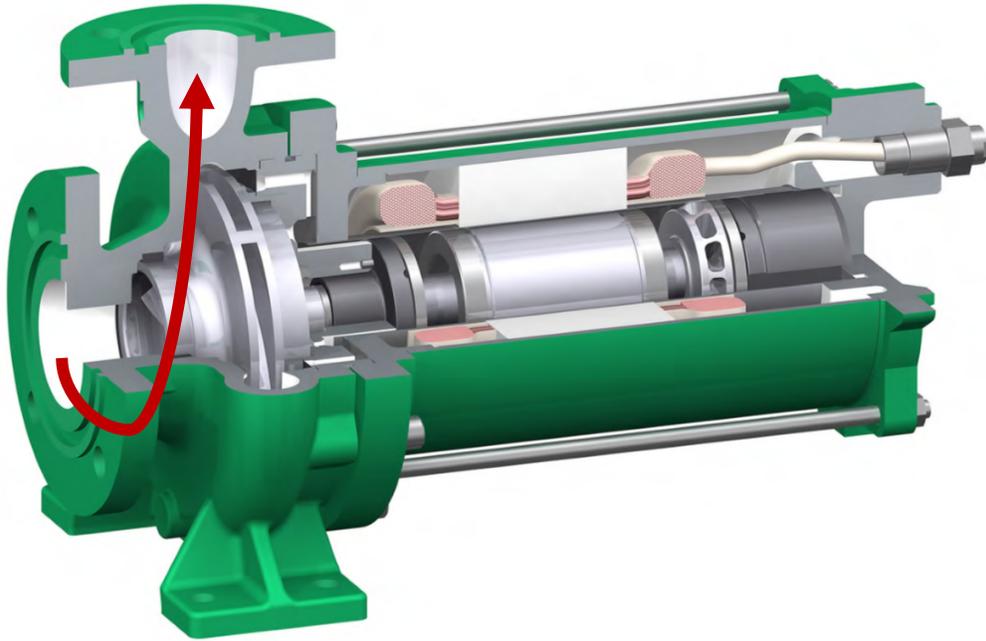
1. Kontinuierlicher Widerstanddruck
2. Schutz gegen Überflutung

Sichere Anlage → zufriedener Kunde



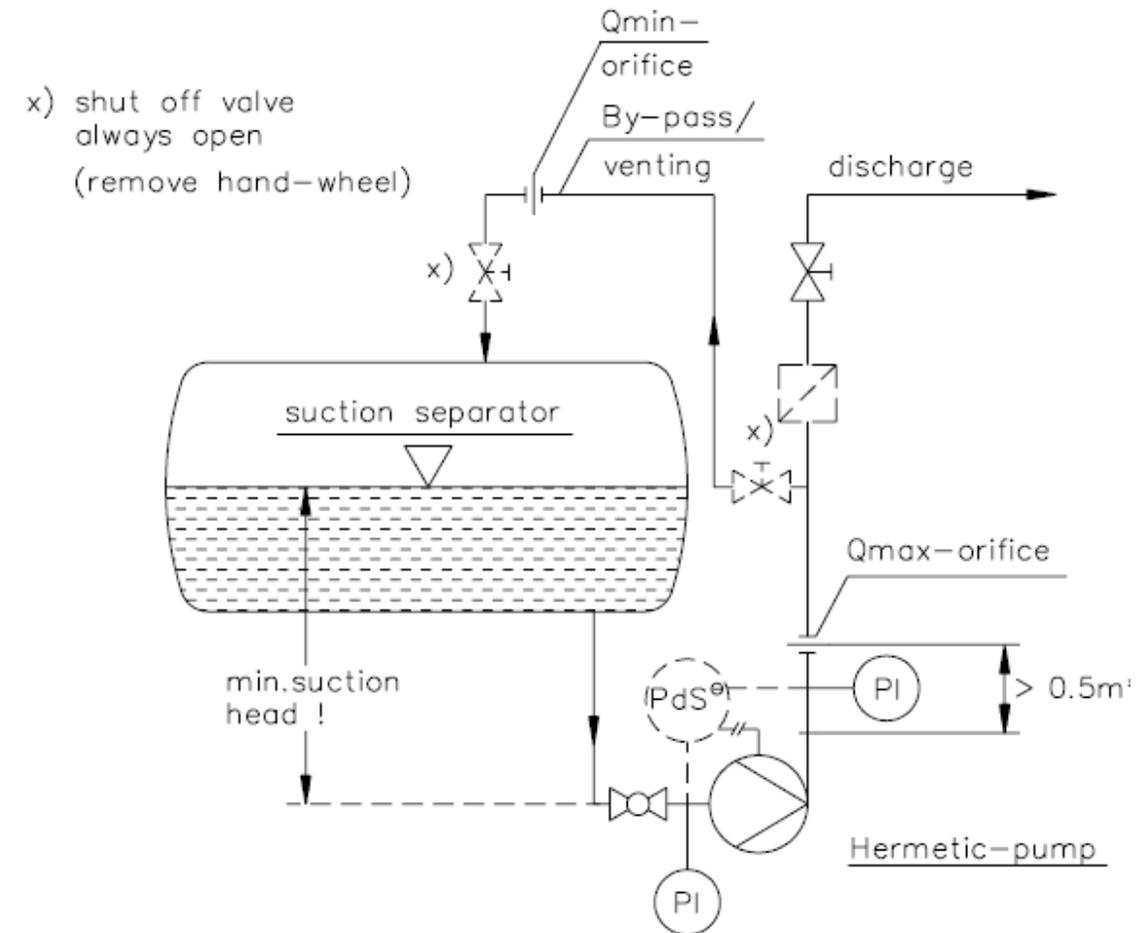
04

Drehrichtung der Pumpe überprüfen



04

- Im Stillstand: Bypass-Leitung wird als Entlüftungsleitung verwendet
- Pumpe starten, es sei denn, sie ist mit flüssigen Kältemittel gefüllt
- Warten Sie beim ersten Ansaugen oder Neustarten bis alle Pumpenteile auf Kühltemperatur abgekühlt sind
- Achtung beim Öffnen von Rückschlagventilen am Pumpenauslass: Bypass-Leitung muss vor dem Rückschlagventil installiert werden, um eine automatische Entlüftung zu ermöglichen
- Wichtig: in der Bypass-Leitung darf kein Rückschlagventil verwendet werden



04

1. Die Saugleitung soll so kurz wie möglich mit Neigung zu Pumpe gebaut sein
2. Keine steigende Saugleitung erlaubt
3. Separate Saugleitung für jede Pumpe
4. Vorfilter sofort nach Reinigung der Rohrleitungen entfernen
5. Geschwindigkeit der Flüssigkeit in der Saugleitung 0,3–0,5 m/s
6. Bypass-Leitung nach Q_{\max} Blende installieren
7. Bypass-Leitung vor dem Absperr- / Rückschlagventil installiert, um System komplett zu entgasen
8. Bypass-Leitung in Gasphase im Kessel zurückführen
9. Q_{\min} Blende über Flüssigkeitsniveau installieren
10. Parallellaufende Pumpen mit separaten Bypass-Leitungen und separaten Q_{\min} Blenden versehen

04

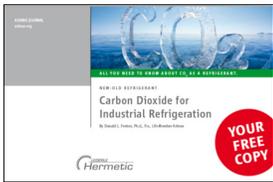
11. Q_{\max} Blende 0,5 m von der Pumpe entfernt installieren
12. Nach Unterbrechung des Betriebs Motor abkühlen lassen, bevor die Pumpe neu gestartet wird (5–10 Minuten)
13. Nach einem schnellen Druckabsenkung im Kessel kann Kavitation in der Pumpe stattfinden und Kältemittel 1 m unter Flüssigkeitsniveau kochen
14. Rotationsrichtung durch Phasenumklemmung prüfen.
Die Schaltung mit der höheren Förderhöhe ist die richtige
15. Thermistor für Wicklungsschutz verwenden
16. Differenzdruckmessung mit 1 Sekunde verspäteter Abschaltung vor der Q_{\max} Blende installieren
17. Belastungen in Saug- und Druckleitung vermeiden
18. Vor Inbetriebnahme die Rohrleitungen spülen

Webinare SMP in der Kältetechnik

„Pumpenauslegung leicht gemacht“ in Kürze verfügbar

Download Whitepaper

CO₂ und was Sie über das natürliche Kältemittel wissen müssen



Wichtigste Vorschriften für Wasserpumpen im Bereich Bahn



Neue Webinare, digitale Tools und Updates –

bleiben Sie mit dem [HERMETIC Newsletter](#) auf dem Laufenden.

Folgen Sie uns auch auf 

Vielen Dank!

Ihr Trainer: Alexei Khazanov

Sales Manager Refrigeration

HERMETIC-Pumpen GmbH

khazanov.alexei@hermetic-pumpen.com