

Rohrleitungsauslegung für oszillierende Verdrängerpumpen



Inhalt

Pulsierender Förderstrom	5
Erforderliche Zulaufhöhe, NPSH-Bestimmung	6
Maßnahmen zu Beeinflussung der NPSH	9
Berücksichtigung der Strömungsgeschwindigkeit	13
Rohrleitungsausführung	15
Dimensionierung eines Saugbehälters	16
Befestigung und Lagerung	17
Simulation, Pulsationsstudien	19
Quellen	19

URACA Know-How für den Anlagenbau

Bei der Dimensionierung von Rohrleitungen für oszillierende Verdrängerpumpen ist die Abstimmung der Strömungsverhältnisse ein wichtiger Faktor. Eine präzise Auslegung der saugseitigen Bedingungen ist die Grundlage für einen gleichmäßigen Betrieb. Die folgenden Erläuterungen vermitteln die notwendigen Kenntnisse, um eine hohe Anlagenverfügbarkeit sicherzustellen und die Lebensdauer der Komponenten zu maximieren.

Höchstleistung braucht ein starkes Herz

Industriestandard

URACA Plungerpumpen laufen im industriellen Einsatz 24 Stunden am Tag – jahrzehntelang.

Vielfalt

Für jedes Aggregat die richtige Pumpe aus der großen URACA Familie.

Qualität

Hochdruck-Plungerpumpen von URACA werden in höchster Qualität inhouse gefertigt.

Know-how

URACA baut seit über 133 Jahren Hochdruck-Plungerpumpen.

Leistung

Höchste Drücke und maximale Fördermengen. Und das nicht nur auf dem Papier.

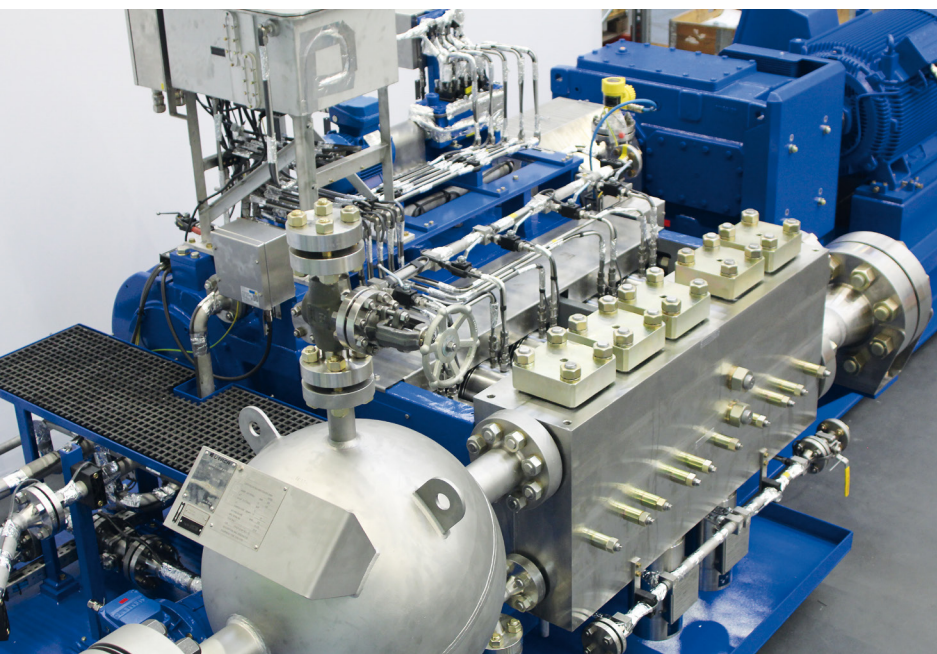
Energieeffizienz

URACA Plungerpumpen arbeiten mit extrem hohem Wirkungsgrad. Kosteneffizient – Jahr für Jahr.

Keine Kompromisse

Der tägliche, professionelle Einsatz in der Prozessindustrie ist eine harte Herausforderung. Mit entscheidend für die Funktionsfähigkeit, Standfestigkeit und damit die Wirtschaftlichkeit der Systeme ist deren leistungsfähiges Herz:

Die Hochdruck-Plungerpumpe von URACA.



Oszillierende Verdrängerpumpen und deren spezifische **Rohrleitungsdimensionierung**

Besondere Herausforderungen

Aufgrund der pulsierenden Förderströme und den damit verbundenen Druckschwankungen von oszillierenden Verdrängerpumpen müssen bei der Rohrleitungsdimensionierung die daraus resultierenden besonderen Herausforderungen entsprechend berücksichtigt werden.

Die angeschlossenen Rohrleitungen müssen nach anderen Kriterien bemessen werden als es bei anderen Pumpentypen wie z.B. Kreislumpen üblich ist. Wird dies nicht beachtet, besteht die Gefahr von schwerwiegenden Störungen oder Schäden, die dann an der Anlage und Pumpe auftreten können.

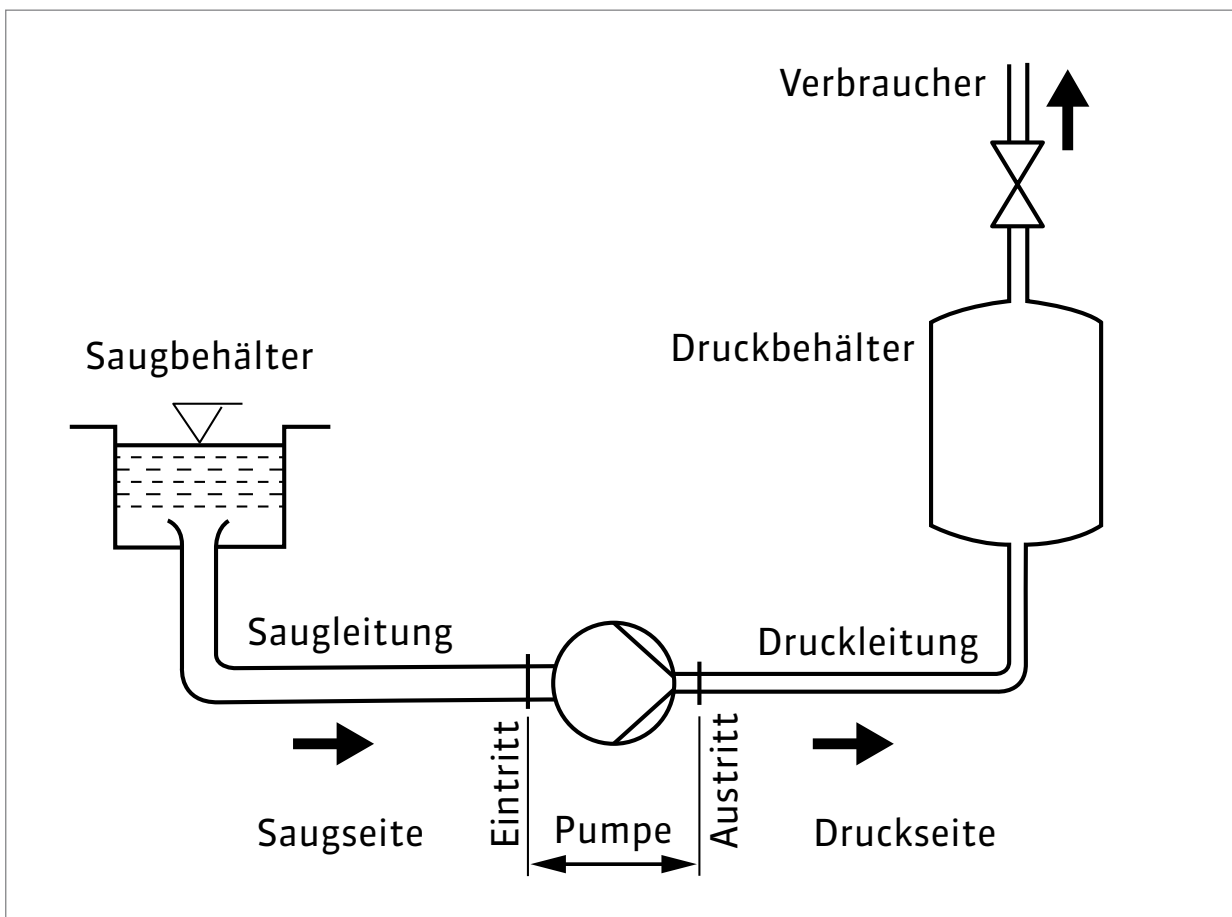


Abbildung 01: Bezeichnung Leitungsabschnitte Pumpenanlage mit oszillierender Verdrängerpumpe

Das Ziel dieser Ausarbeitung ist es, grundlegende Kenntnisse von saugseitigen Bedingungen zu vermitteln. Es sollen damit keine Fähigkeiten vermittelt werden, um komplexe Rohrleitungssysteme auslegen zu können.

Pulsierender Förderstrom

Oszillierende Verdrängerpumpen haben die Eigenschaft, dass das periodische Ansaugen und Ausstoßen des Mediums Volumenstromschwankungen verursacht und als Folge daraus Druckpulsationen in den Rohrleitungen entstehen. Der Druckverlauf im Pumpeninneren ist unabhängig von der Kolbenzahl und entspricht in etwa dem Verlauf in Abb. 02.

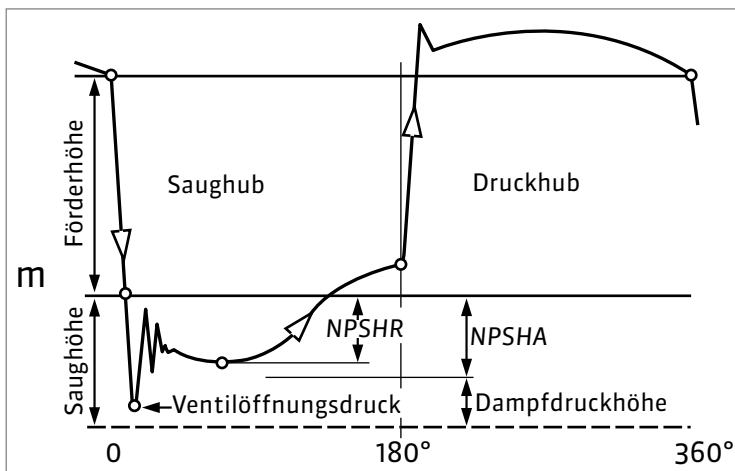


Abbildung 02: Druckverlauf im Saug- Druckhub einer oszillierenden Verdrängerpumpe

Ganz anders verhalten sich Volumen- und die Druckschwankungen außerhalb der Pumpe, in deren Saug- und Druckleitung. Sie sind sehr deutlich von der Kolbenanzahl abhängig und die Beherrschung dieser Pulsationen ist unter anderem Thema dieser Ausführungen.

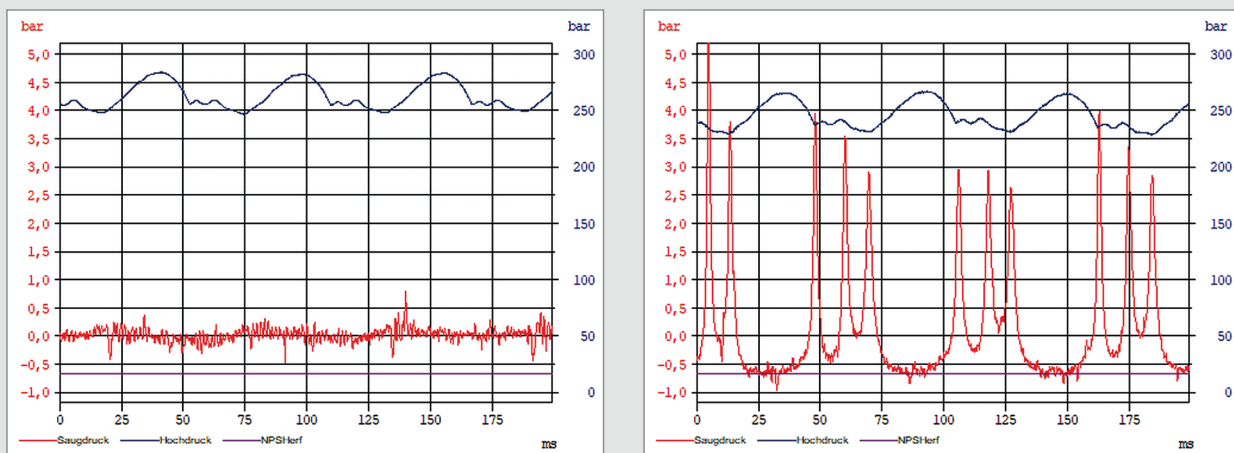


Abbildung 03: Saug- und Druckpulsationen links: normaler Verlauf, rechts: gestörter Saugdruckverlauf

Bei ungünstiger Rohrleitungsauslegung, kann es aufgrund der Pulsationen auf der Saugseite zu Druckabfällen bis unterhalb des Dampfdruck des Mediums kommen, was wiederum zur Bildung von Dampfblasen führt. Man spricht in diesem Fall von Kavitation. Erreicht der Druck im Verlauf der Durchströmung einer Pumpe an irgendeiner Stelle den Dampfdruck, so bilden sich in der Flüssigkeit dampfgefüllte Hohlräume, die dann bei Drucksteigerung wieder schlagartig zusammenfallen (Implosion). Dabei können außergewöhnlich hohe Druckspitzen entstehen und in Kontakt stehende Oberflächen Beschädigungen erleiden. Ferner wird dadurch das Ansaugverhalten der Pumpe gestört, was zur Absenkung des volumetrischen Wirkungsgrads und damit der Fördermenge führt.

Diese Druck- und Saugpulsationen können in bestimmten Konstellationen die Rohrleitungen zu Schwingungen anregen. Wenn die Frequenz der Pulsation mit der Eigenfrequenz des Rohrsystems übereinstimmt, kann es zu gefährlichen Resonanzschwingungen kommen.

Erforderliche Zulaufhöhe, **NPSH-Bestimmung**

Mit der Begriffsabkürzung NPSH – Net Positiv Suction Head – wird, international einheitlich die Netto-Energiehöhe, im Eintrittsquerschnitt der Pumpe beschrieben. Die Größe für die NPSH wird als absoluter Wert in [m] angegeben.

Man unterscheidet:

- **NPSHR** für die Netto-Energiehöhe am Eintrittsquerschnitt der Pumpe welche mindestens erforderlich ist um Kavitation zu vermeiden im jeweiligen Betriebspunkt.
- **NPSHA** als die von der Anlage her vorhandene Netto-Energiehöhe am Eintrittsquerschnitt der Pumpe.

Die Schnittstelle dabei ist, wie bereits erwähnt, der Sauganschluss der Pumpe. Der Anlagenplaner hat dafür Sorge zu tragen, dass das Saugleitungssystem so ausgelegt ist, um ein Entstehen von Kavitation der Pumpe zu vermeiden. Ein kooperativer Austausch beider Parteien bei der Dimensionierung der Rohrleitung ist dabei hilfreich.

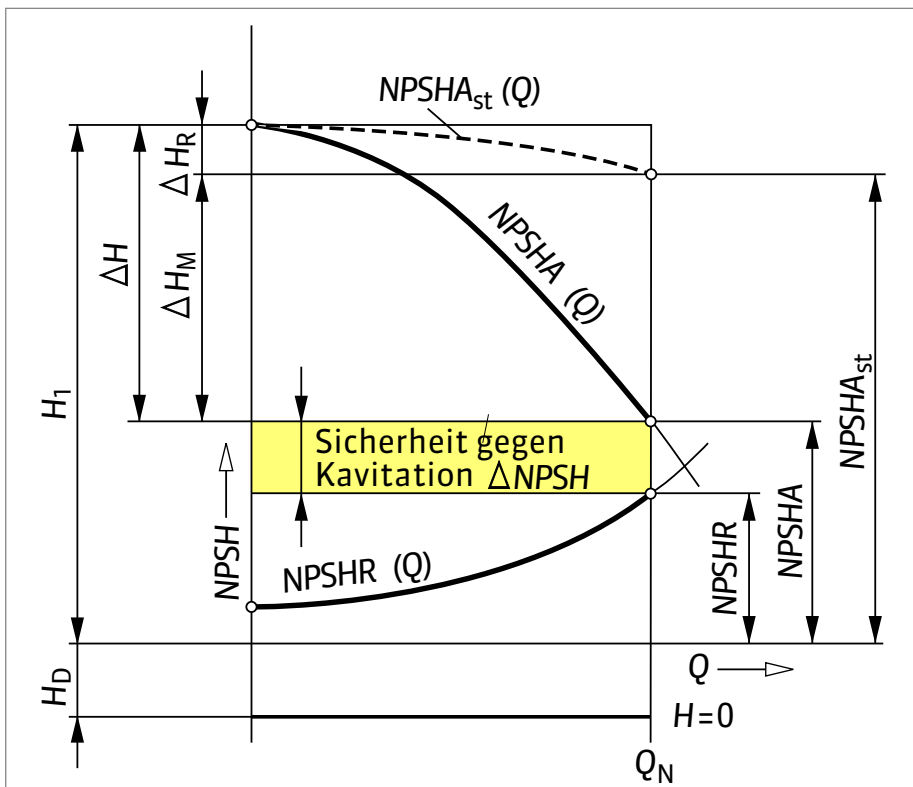


Abbildung 04: Kennlinie NPSH (Q)

Der innere Druckverlust der Pumpe wird mit NPSHR bezeichnet und wird üblicherweise vom Pumpenhersteller zur Verfügung gestellt. Wenn eine Pumpe für den vorgesehenen Betriebspunkt z.B.: eine NPSHR von 10 Meter besitzt, bedeutet dies, dass der Strömungsdruck im inneren der Pumpe um 10 Meter geringer geworden ist als im Saugflansch. Um Kavitation wenigstens theoretisch zu vermeiden, muss die NPSHR über dem Dampfdruck H_D der Flüssigkeit liegen.

Neben der NPSH der Pumpe gibt es auch eine NPSH der Saugleitung. Die Verluste in der Saugleitung sind die Kombination aus Strömungsverlusten ΔH_R und Verluste durch Massenbeschleunigung ΔH_M und werden als NPSHA zusammengefasst.

Bei oszillierenden Verdrängerpumpen, wird die anzusaugende Flüssigkeit im Arbeitsraum zu Beginn des Saughubes von Null an auf die maximale Kolbengeschwindigkeit beschleunigt und beim Beenden des Saughubes wieder auf Null abgebremst. Bei einer 3-Kolbenpumpe läuft dieser Vorgang 3mal je Pumpenumdrehung ab. Beim Beschleunigen entstehen in der Flüssigkeit Druckabsenkungen, die sehr groß werden können und oft die Strömungsverluste übersteigen.

Zieht man die Verluste in der Saugleitung ΔH_R und ΔH_M von der zur Verfügung stehenden statischen Netto-Druckhöhe der stillstehenden Pumpe H_1 ab, lässt sich der Anlagenwert $NPSHA$ berechnen.

$$NPSHA = H_1 - (\Delta H_R + \Delta H_M) \quad (1)$$

Die $NPSHA$ bzw. die am Saugflansch zur Verfügung stehende Druckhöhe, muss stets größer sein als die $NPSHR$ der Pumpe.

$$NPSHA > NPSHR \quad (2)$$

Außerdem sollte eine ausreichende Sicherheit gegen Kavitation vorgehalten werden. Als Pumpenhersteller empfehlen wir eine Sicherheitsmarge von ca. 1,5 einzuhalten, um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

Unser Tipp

$$\Rightarrow NPSHA = (1,5) \times NPSHR \quad (3)$$

Beispiel:

Eine Pumpe muss aus einem offenen Behälter mit $H_S = 6$ Meter Zulaufhöhe ansaugen. Der barometrische Luftdruck H_B sei 1 bar = 10 m. Der Dampfdruck für Wasser bei 40°C ist $H_D = 0,74$ m (0,074 bar). Die Netto-Druckhöhe H_1 ist die Summe aus $H_S + H_B$ abzüglich des Dampfdruckes H_D . Die Saugleitung verursacht einen Druckverlust $\Delta H = (\Delta H_R + \Delta H_M)$ von 7 Meter.

Die Saugseite dieser Pumpenanlage hat eine $NPSHA$ von:

$$NPSHA = (H_S + H_B - H_D) - \Delta H = (6 + 10 - 0,74) - 7 = 8,26 \text{ m}$$

Hat die Pumpe für diese Anlage ein $NPSHR$ größer 5,5 m (8,26 m : 1,5) kann es zu Problemen kommen.

Diese einfache Berechnung der Verluste ist in der Praxis komplizierter. Insbesondere die Ermittlung der Pulsationsverluste in obigen Beispiel ΔH_M ist mit analytischen Methoden nur sehr eingeschränkt möglich. Das liegt auch daran, dass die Höhe der Druckpulsationen, maßgeblich durch das angeschlossene Leitungssystem beeinflusst werden. Die Pumpe erzeugt Volumenstromschwankungen, die Höhe der daraus resultierenden Druckschwankungen werden jedoch vom Leitungssystem beeinflusst.



Formel	Einheit	Benennung
H_S	m	Absolute Saugdruckhöhe
H_1	m	Statische Nettodruckhöhe der Anlage
H_D	m	Dampfdruckhöhe
$NPSHA_{st}$	m	vorhandene <i>NPSH</i> bei stationärer pulsationsfreier Rohrströmung
$NPSHA$	m	Vorhandene <i>NPSH</i>
$NPSHR$	m	Erforderliche <i>NPSH</i>
$\Delta NPSH$	m	Sicherheit gegen Kavitation
ΔH	m	Druckhöhenverlust Saugleitung
ΔH_R	m	Druckhöhenverlust durch Strömungswiderstände
ΔH_M	m	Druckhöhenverlust infolge Massenbeschleunigung
H_E	m	Vorhandene Gesamtdruckhöhe am Eintritt der Pumpe
Z_e	m	Geodätischer Höhenunterschied (Zulaufhöhe)
P_e	Pa(bar)	Überdruck im Behälter
P_b	Pa(bar)	Barometrischer Luftdruck

Abbildung 05 zeigt die Größen, Bezeichnungen und Zusammenhänge einer saugseitigen Verrohrung.

Maßnahmen zur Beeinflussung der NPSH

Allgemeines

Alle Maßnahmen zur Beeinflussung der NPSH haben zum Ziel, einen Betrieb mit oszillierenden Verdrängerpumpen ohne schädliche Kavitation sicherzustellen.

Bei schädlicher Kavitation ist die Bedingung $NPSHA > NPSHR$ nicht erfüllt.

Reduzieren von Pulsation

Um das Auftreten kavitationserzeugender Pulsationen auf der Saugseite von Verdrängerpumpen zu vermeiden, sollten zuerst Pulsations- und Druckhöhenverluste infolge von Massenbeschleunigung begrenzt werden.

Einsatz von Pulsationsdämpfern

Saugseitige Pulsationsdämpfer z. B. Blasenspeicher, Membranspeicher und Windkessel sind die gebräuchlichsten Mittel, um Massendruckschwankungen (aber auch hochfrequente Schwingungen) zu verringern und damit die NPSHA zu vergrößern. Im niederen Druckbereich auf der Saugseite ist dabei nicht nur das Gasvolumen maßgebend, sondern auch die schwingungswirksame Ankopplung des Dämpfers an die Leitung.

Falls der Pulsationsdämpfer unmittelbar am Sauganschluss der Pumpe angebracht ist und eine vollständige Dämpfungsan-koppelung besitzt, werden die Druckhöhenverluste infolge Massenbeschleunigung ΔH_M oft vernachlässigbar klein. Bei industriellen Anlagen empfehlen wir grundsätzlich den Einsatz von Pulsationsdämpfern. Für die richtige Auswahl und Dimensionierung können wir als Pumpenhersteller dabei unterstützen.

Unser Tipp

- Installation so nah wie möglich am Sauganschluss
- Vertikaler Einbau empfohlen
- Falls möglich: Inline-Installation da noch effektiver als T-Anbindung
- URACA-Blasenspeicher für Direktanbau an die Pumpe

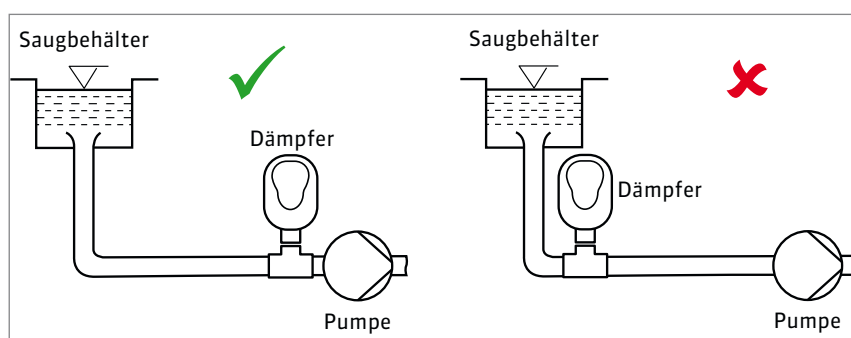


Abbildung 06: Positionierung Saugpulsationsdämpfer

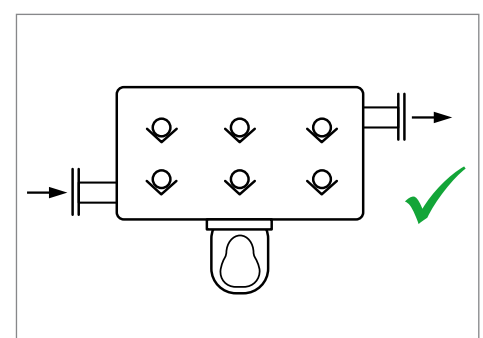


Abbildung 07: Direktanbau URACA-Blasenspeicher

Berechnung Soll-Fülldruck auf Saugseite

Soll-Fülldruck = ca. 0,7-facher saugseitiger Zulaufdruck

Unser Tipp

- Vorfülldruck in regelmäßigen Abständen prüfen
- Die Betriebsanleitungen der Hersteller sind zu beachten
- Für die Einstellung des Vorfülldruckes muss die Pumpe drucklos sein

Pulsationen können auch effektiv mit dem Einbau von Reflexionsdämpfern, sogenannten Resonatoren reduziert werden. Vorteil dieser Dämpfer ist unter anderem, dass sie keiner besonderen Wartung bedürfen und unabhängig vom anstehenden Betriebsdruck wirkungsvoll eingesetzt werden können. URACA ist auf die Auslegung und den Bau von Zylinder- oder Kugelresonatoren spezialisiert.

Veränderung der Saugleitung

Der Druckhöhenverlust infolge von Massenbeschleunigung wird durch die Länge und den Querschnitt der Saugleitung bestimmt.

Geringere Druckhöhenverluste erreicht man mit einem großen Saugleitungsquerschnitt A_S , und einer kleinen Saugleitungslänge L_S . Dieser wichtige Zusammenhang sollte bereits im Planungsstadium der Anlage berücksichtigt werden, da gerade diese Parameter nach der Inbetriebnahme nur mit einem hohen Kostenaufwand verändert werden können.

Bei ausreichender NPSHA und Bemessung der Saugrohrleitung (Empfehlung Strömungsgeschwindigkeit ≤ 1 m/s) und minimal vorhandenen Widerstandsbeiwerten, kann man im Normalfall davon ausgehen, dass der Betrieb dieser Anlage störungsfrei ist.

Die Vergrößerung des Saugleitungsdurchmesser verringert den Verlust durch Massenbeschleunigung. Die Strömungsgeschwindigkeit wird dadurch verringert und reduziert damit auch die Strömungsverluste in der Rohrleitung. Da der Durchmesser auch quadratisch in die Strömungsgeschwindigkeit eingeht, diese wiederum quadratisch in die Verlustrechnung, reduzieren sich die Verluste durch Strömungswiderstände in der 4. Potenz.

Die Versorgung der Pumpe aus einem separaten Zulaufbehälter wird empfohlen. Der direkte Anschluss an das Wasserversorgungsnetz ist in den meisten Fällen nicht ohne weiteres zulässig.

Unser Tipp

- Länge der Saugleitung: So kurz wie möglich
- Durchmesser der Saugleitung: So groß wie möglich
- Separate Zulaufbehälter vorsehen, Pumpe nicht direkt an Wasserleitungsnetz
- Saugpulsationsdämpfer installieren

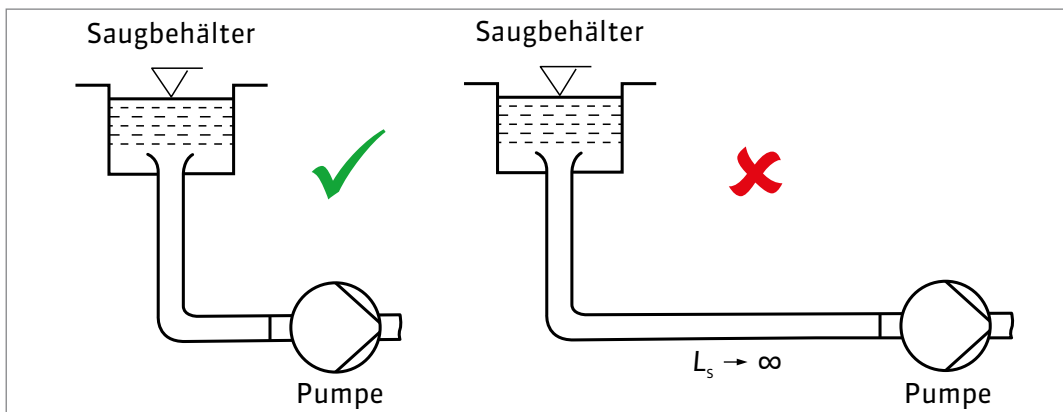


Abbildung 08: Kurze Saugleitung gegenüber langer Saugleitung

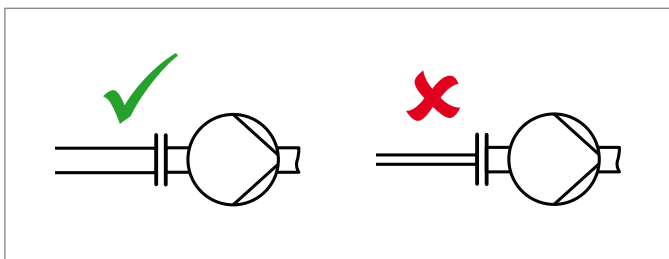


Abbildung 09: Großer Durchmesser Saugleitung gegenüber kleinem Durchmesser

Veränderung der Pumpendrehzahl und Anzahl der Verdränger

Reduziert man die Pumpendrehzahl, hat dies einen großen Effekt, weil die Drehzahl quadratisch in das Ergebnis eingeht. Dies bedeutet, halbiert man die Drehzahl, reduziert sich der Verlust durch Massenbeschleunigung auf $\frac{1}{4}$.

Auch die Anzahl der Verdränger beeinflusst den Pulsationsverlust. Die Veränderung von Pumpendrehzahl und Anzahl der Verdränger ist aber erfahrungsgemäß wegen betriebsbedingter Anforderungen nachträglich schwer umsetzbar und sollte bereits während der Planungsphase in Betracht gezogen werden.

Änderung der saugseitigen Betriebsbedingungen

Vergrößerung der statischen Nettodruckhöhe

Ein ausreichender Überdruck im Eintrittsquerschnitt der Anlage kann oft durch eine Vordruckpumpe (Boosterpumpe) aufgebracht werden und kann deshalb zumindest im Planungsstadium relativ leicht vorgesehen werden oder auch in der bestehenden Anlage.

Eine Vergrößerung des geodätischen Höhenunterschiedes, sollte möglichst im Saugbehälter erfolgen. Hier kann bei geschlossenem Behälter z.B. ein Druckluftpolster hilfreich sein. Wenn möglich kann auch der Zulaufbehälter höher gesetzt werden. Der Einsatz einer Booster-Pumpe ist aber in den meisten Fällen, die bessere und kostengünstigere Wahl.

Unser Tipp

- Eine Vordruckpumpe (Boosterpumpe) kann den Zulaufdruck signifikant verbessern
- Vordruckpumpe möglichst nah am Zulaufbehälter installieren
- Fördermenge Vordruckpumpe $\geq 1,5 \times$ Fördermenge Hochdruckpumpe
- Vordruck 3..6 bar (für Wasseranwendungen), bei kritischen Medien mit höherem Dampfdruck Rücksprache mit dem Pumpenhersteller

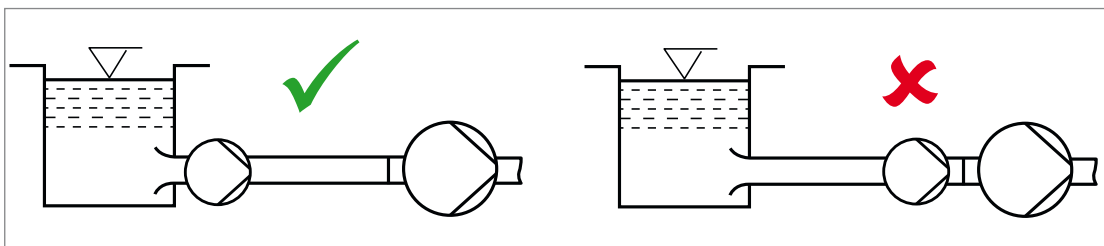


Abbildung 10: Installation Boosterpumpe

Verringerung der Strömungsverluste

Eine Verringerung der Strömungswiderstände und der Rohrreibung wird bei turbulenter Rohrströmung meist keine wirksame Erhöhung der NPSHA ergeben. Bei laminarer Strömung ist der Anteil der Druckhöhenverluste durch Strömungswiderstände am Gesamtverlust größer, deshalb kann eine Verbesserungsmöglichkeit durch geringere Strömungswiderstände im Einzelfall geprüft werden. In jedem Fall sollten unmittelbar vor der Pumpe keine Einbauten, Querschnittsverengungen oder Filter installiert werden, da diese die Strömung negativ beeinflussen.

Unser Tipp

- Alle Einbauten auf ein Minimum reduzieren
- Summe der Druckverluste von Einbauten prüfen
- Auf ausreichende Dimensionierung von Vorfiltern achten
- Regelmäßige Überprüfung auf Verschmutzung und Funktion von Einbauten
- Einbauten vor der Pumpe mit größtmöglichem Abstand ($\sim 5 \times D_S$) vom Saugeanschluss entfernt um Strömungsveränderungen unmittelbar vor der Pumpe zu vermeiden (gilt nicht für Pulsationsdämpfer)

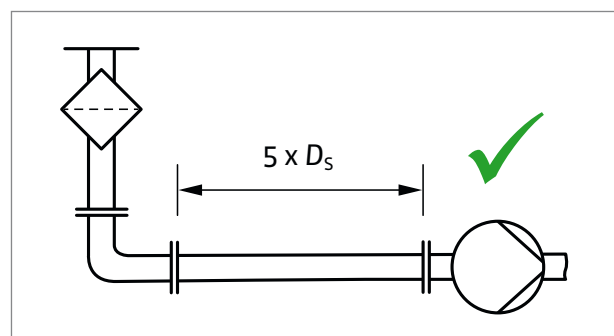


Abbildung 11: Abstand der Einbauten

Berücksichtigung der Strömungsgeschwindigkeit

Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in den Rohrleitungen sollte so gewählt werden, dass die Pulsationen gering gehalten werden. Eine zu hohe Geschwindigkeit kann den Druckverlust erhöhen und Kavitationsprobleme begünstigen. Eine sorgfältige Dimensionierung hilft, Resonanzen und Druckabsenkungen zu vermeiden.

Saugseite

Der Saugrohrdurchmesser sollte eher groß dimensioniert und das Saugrohr so kurz wie möglich gehalten werden, um den Druckverlust zu minimieren und die Gefahr von Kavitation zu reduzieren. Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in der Saugleitung sollte 1 m/s nicht übersteigen.

Unser Tipp

$$V_S \leq 1 \text{ m/s}$$

Druckseite

Der Rohrdurchmesser und die Wandstärke muss für die Druckfestigkeit und die auftretenden Druckspitzen ausgelegt sein. Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in der Druckleitung sollte 5 m/s nicht übersteigen.

Unser Tipp

$$V_D \leq 5 \text{ m/s, empfohlen } 3 \text{ m/s}$$

Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit kann relativ einfach berechnet werden:

$$V = \frac{Q}{A} \quad Q \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]; \quad A [\text{m}^2]$$

Mit Hilfe des Diagramm in Abbildung 12, kann der empfohlene kleinste Rohrleitungsinndurchmesser für die Saug- und Druckleitung abgelesen werden.

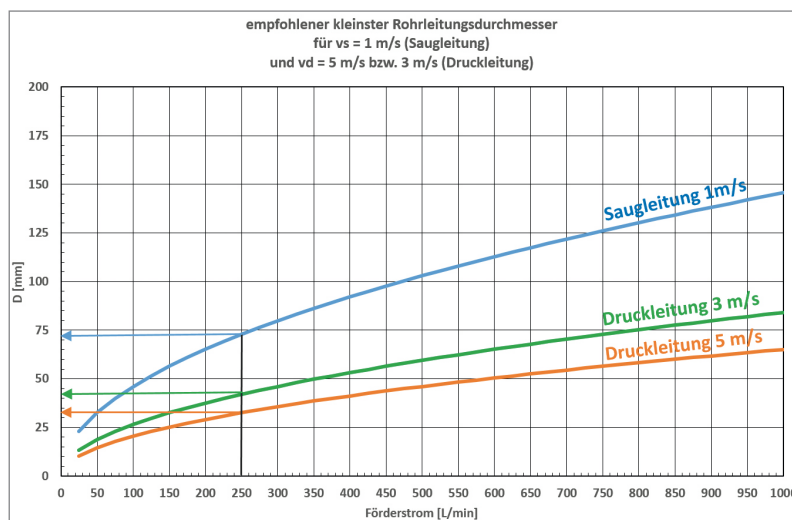


Abbildung 12: Diagramm empfohlener Durchmesser in Abhängigkeit vom Förderstrom

Beispiel:

Förderstrom der Pumpe $Q = 250 \text{ L/min}$

Unser Tipp

- Saugleitung: DN80 bzw. 3"
- Druckleitung: DN32 bzw. 1 1/4" (für 5 m/s)
- Druckleitung: DN40 bzw. 1 1/2" (für 3 m/s)

Rohrleitungsausführung

Bei der Verlegung von Rohrleitungen für Pumpen gibt es wesentliche Grundregeln, deren Missachtung zu Leistungseinbußen, Schäden an der Pumpe und sogar Systemausfällen führen kann.

Unser Tipp

- Leitungen kurz und direkt
- Sanfte Biegungen, lange Radien
- Einbauten auf ein Minimum reduzieren und zugänglich positionieren
- Einlauf im Tank strömungsgünstig ausführen
- Spannungsfreie Installation, z.B.: Einbau von Kompensatoren
- Scharfe Kanten und zu viele Bögen vermeiden
- Y-Anschluss besser als T-Anschluss
- Korrekte Ausrichtung der Anschlüsse
- Mögliche Lufteinschlüsse vermeiden
- Rohrmaterial korrekt wählen (Medienbeständigkeit, Druck- und Temperaturbeständigkeit)
- Frostschutz beachten, Isolierung vorsehen
- Bypass nicht in Saugleitung zurückführen und im Kreislaufbetrieb drucklos in Sammelbecken leiten

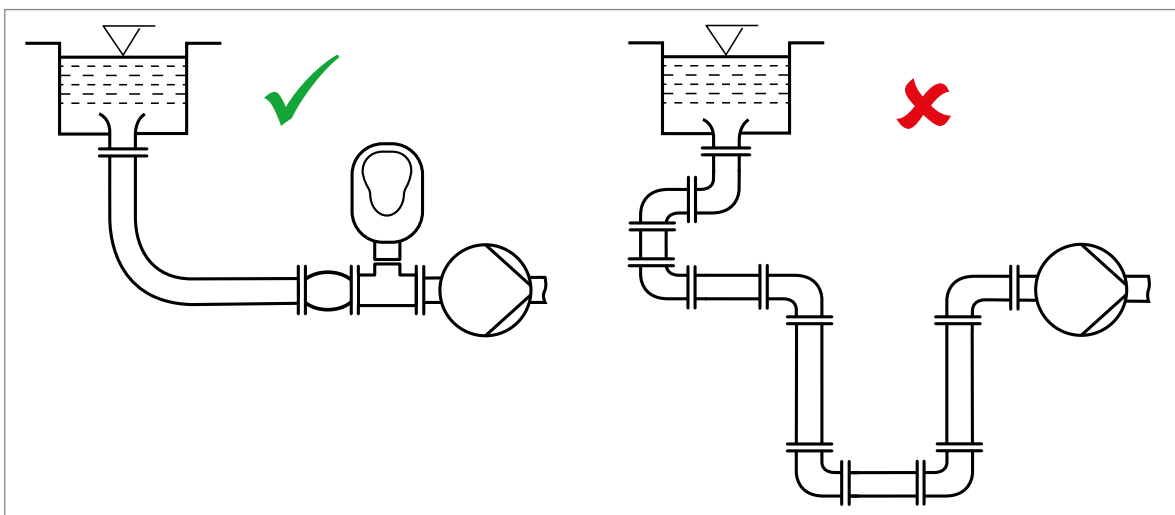


Abbildung 13: Vergleich „gute“ und „ungünstige“ Rohrleitungsführung



Abbildung 14: Y-Abzweig besser als T-Abzweig



Abbildung 15: Lange Bögen besser als scharfe 90° Umlenkung

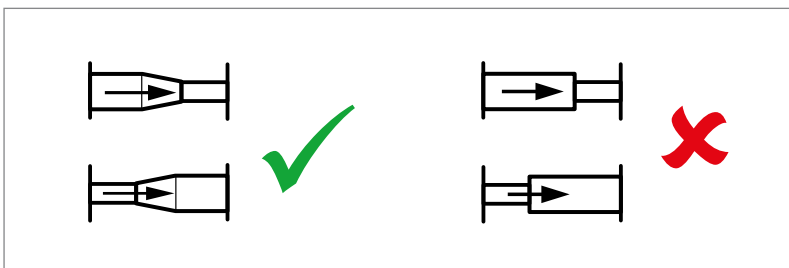


Abbildung 16: Konusübergänge besser als sprungartige Kanten

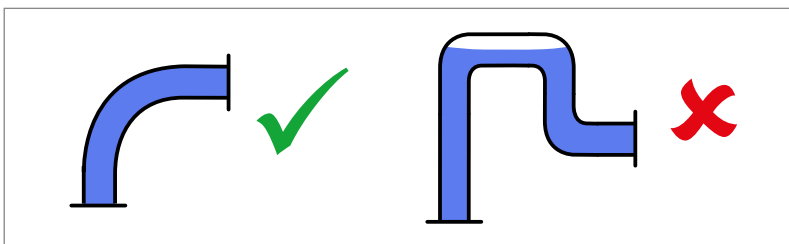


Abbildung 17: Lufteinschlüsse vermeiden

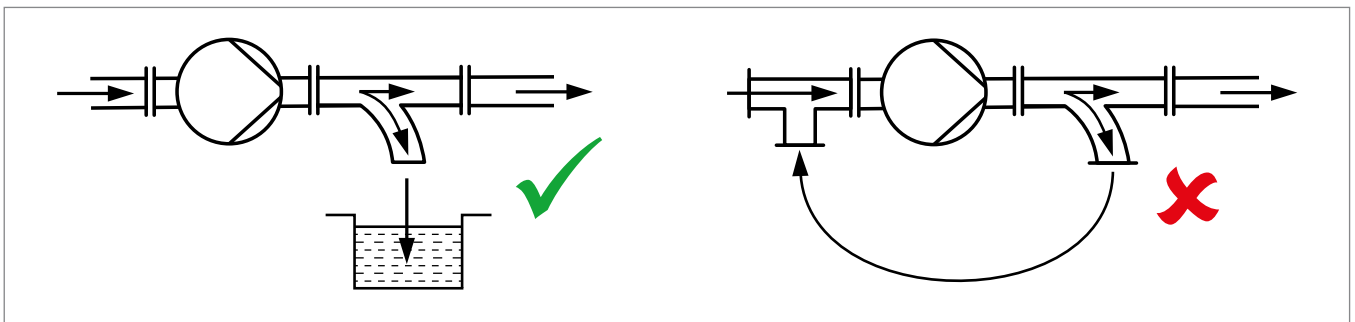


Abbildung 18: Drucklose Bypass- oder Überströmleitung ins Freie ist besser als zurück in Saugleitung

Zulauftank: Dimensionierung und Besonderheiten

Ein Zulauftank muss ausreichend und groß genug dimensioniert werden, so dass das Medium insbesondere im Kreislaufbetrieb ausreichend Zeit hat Luft ausscheiden zu können.

Ungelöste Luft im Fördermedium hat äußerst schädlichen Einfluss auf den Pumpenbetrieb. So begünstigt ungelöste Luft im Wasser das Kavitationsgeschehen auch wenn der Saugdruck vermeintlich oberhalb des Dampfdrucks liegt.

Der Förderstrom kann herabgesetzt werden und Bauteile der Pumpen können Schaden nehmen.

So sollte Lufteintrag in den Behälter vermieden, mindestens aber reduziert werden, durch geeignete Installation der Zulaufleitung in den Behälter und dessen Fassungsvermögen. Eingetragene Luft muss Gelegenheit und Zeit haben, wieder aus dem Wasser über die Oberfläche entweichen zu können.

Die Beruhigungszeit sollte mindestens 15 Minuten bei min. Füllstandlevel sein. Das Tankvolumen bei minimalem Füllstand sollte also mindestens so groß sein, dass es in 15 Minuten nur einmal umgewälzt wird, bei maximaler Fördermenge der Pumpe. Ansauganschlüsse für die Pumpe sollten möglichst weit getrennt oder gegenüber den Rücklauf- oder Versorgungsleitungen installiert sein.

Es sollten Schwallwände vorgesehen werden um direkte Strömung zu verhindern. Überwachungen für Füllstand und Temperatur sollten vorhanden sein, damit kritische Ansaugbedingungen bereits bei der Bereitstellung im Tank signalisiert werden. Der Tank ist gegen Schmutzeintrag und Fremdpartikel mit einer Abdeckung zu versehen.

Unser Tipp

- Tankvolumen ausreichend bemessen für 15 Minuten Beruhigungszeit bei min. Füllstand
- Ansauganschlüsse und Rücklaufanschlüsse gegenüber und unter Füllstand installieren
- Schwallwände installieren
- Füllstand- und Temperaturüberwachung vorsehen
- Schmutzeintrag verhindern

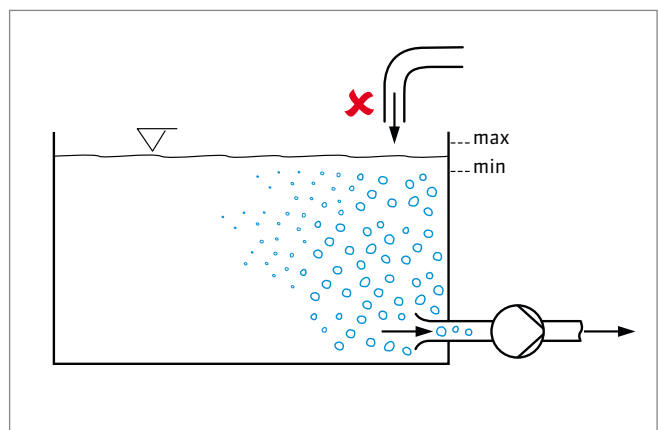
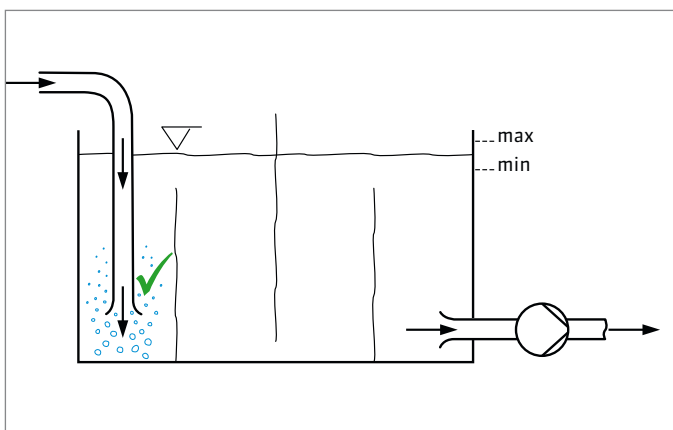


Abbildung 19: Ausführungen Zulaufbehälter

Befestigung der Rohrleitungen

Die Druck- und Saugpulsationen können die Rohrleitungen zu Schwingungen anregen. Wenn die Frequenz der Pulsation mit der Eigenfrequenz des Rohrsystems übereinstimmt, kann es zu gefährlichen Resonanzschwingungen kommen. Neben Pulsationsstudien können strukturmechanische Schwingungen im Rohrleitungssystem heute mit geeigneter Berechnungssoftware bereits in der Anlagenplanung untersucht werden. Bei komplexen Anlagen wird die Zusammenarbeit mit spezialisierten Instituten empfohlen, um die Stützkonstruktion für alle möglichen Betriebsbedingungen im Vorfeld zu optimieren. URACA unterstützt bei der Zusammenarbeit mit geeigneten Anbietern.

Stütz- und Lagerstellen sind abhängig von der Anlagenart. Für die fachgerechte Befestigung der Rohrleitungen sind die Rohrleitungsbauer und Fachbetriebe verantwortlich.

Unser Tipp

- Bei komplexen Anlagen, Pulsationsstudie inkl. strukturmechanischer Berechnung
- Fachbetriebe für Rohrleitungsbau beauftragen

Mögliche Lösungsansätze bei Schwingungsproblemen:

- Einsatz von Dämpfungselementen
- Wandstärke und/oder Dimensionierung von Rohrleitungen punktuell ändern
- Installation zusätzlicher Rohrhalterungen
- Versetzung oder Modifizierung bestehender Halterungen
- Steifigkeit der Trägerkonstruktion erhöhen

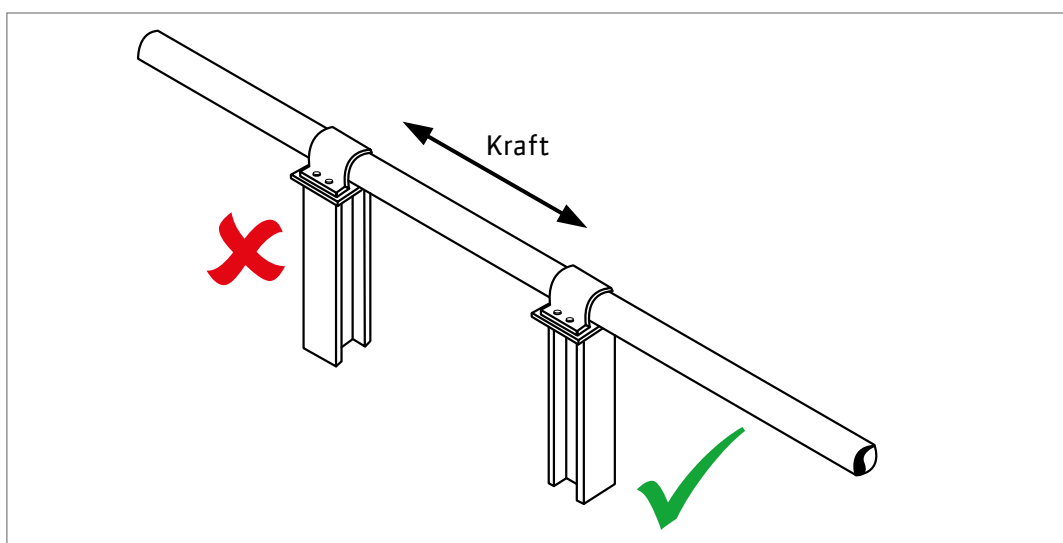


Abbildung 20: Beispiele für „gute“ und „schlechte“ Rohrleitungsbefestigung

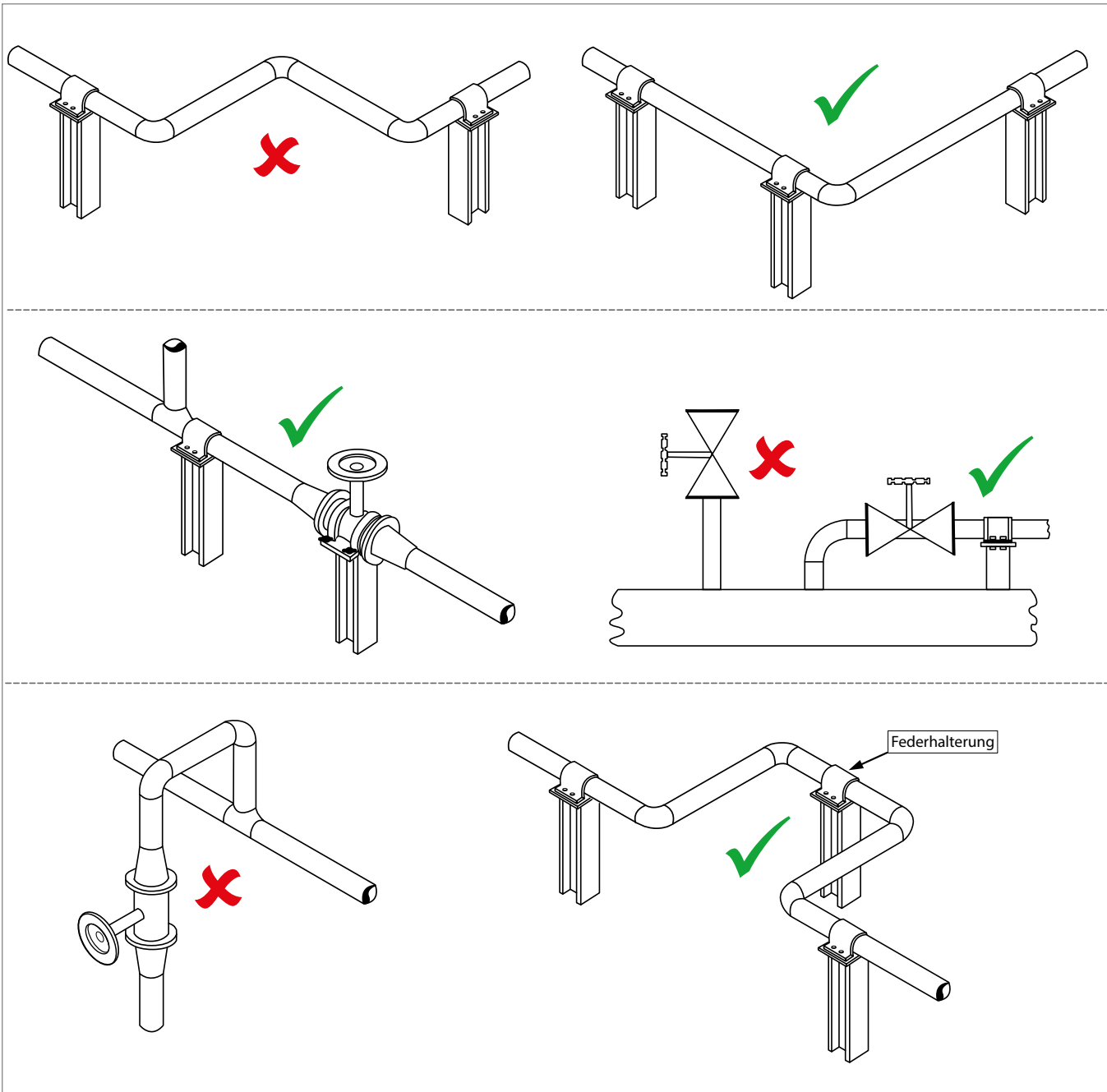


Abbildung 20: Beispiele für „gute“ und „schlechte“ Rohrleitungsbefestigung

Simulation und Pulsationsstudien

Bei komplexen Anlagen mit drehzahlregelbaren Antrieben, wird empfohlen die Verhältnisse durch numerische Verfahren (Pulsationsstudien) bereits während der Anlagenplanung abzuschätzen. So können im Vorfeld mögliche, kritische Betriebsbedingungen erkannt und Anlagenstillstand wegen kavitationstypischen oder resonanzkritischen Problemen reduziert werden.

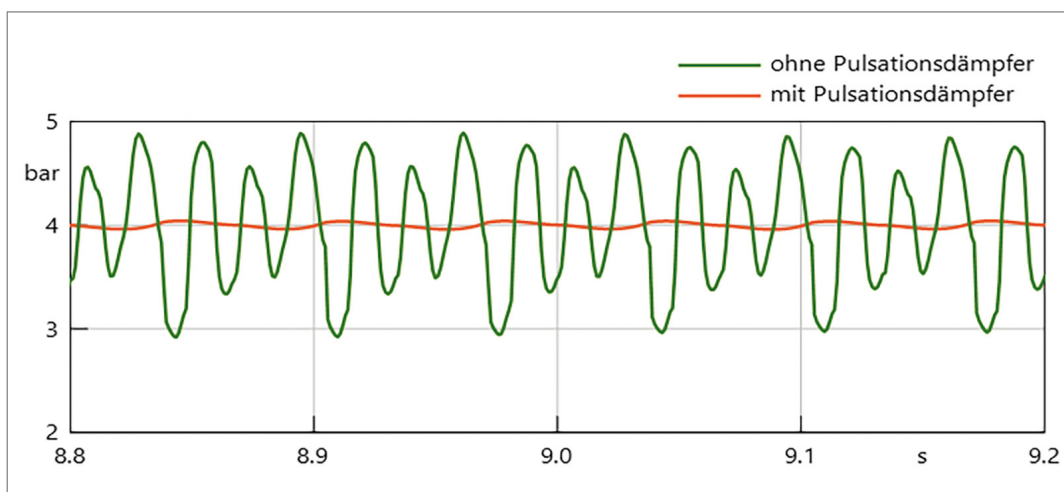


Abbildung 21: Simulation Saugdruckpulsation mit und ohne Saugpulsationsdämpfer

Mit den heute zur Verfügung stehenden numerischen Berechnungsverfahren oder mit Hilfe von Simulationsprogrammen, können die Verluste in der Saugleitung hinreichend genau berechnet werden, sofern in der Berechnung genügend Abstand zum Dampfkriterium vorhanden ist. Es können unzulässig hohe Druckpulsationen, und damit Ermüdungsbrüche an Rohrleitungen und sonstigen Komponenten verhindert werden.

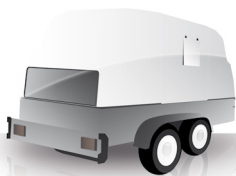
Quellen

Verfahrensgrundlagen:

- [1] Broschüre „NPSH bei oszillierenden Verdrängerpumpen“ erschienen beim VDMA
Maschinenbauverlag Bestell-Nr. 562800
- [2] Prof. Dr. Ing Dettinger, NPSH-Bestimmung und –Verhalten von Verdränger und Kreiselpumpen,
Chemie Anlagen und Verfahren 1981 Heft 10 und 11
- [3] Carsten Weiß, Beitrag zur Monteurschulung 11/2005
- [4] Andre Eijk, Mechanical Vibrations, Workshop TNO 05/2008

URACA – der professionelle Hochdruck-Systemanbieter

Produkte und Dienstleistungen



— Pumpenaggregate

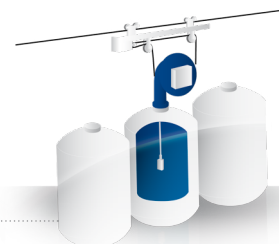
URACA fertigt vielfältigste Aggregate mit verschiedenen Antriebsvarianten. Fahrbar oder stationär, eingebaut in Container, aufgebaut auf Skid oder Anhänger. Pumpenaggregate mit

- Elektromotor
- Verbrennungsmotor
- Hydraulikmotor
- Individueller Pumpensteuerung

— Pumpen

Das Herzstück der URACA Technologie: Qualitativ hochwertige, leistungsstarke Hochdruck-Verdrängerpumpen auch für anspruchsvollen Dauereinsatz. URACA Pumpen werden optional nach API 674 ausgelegt und gefertigt.

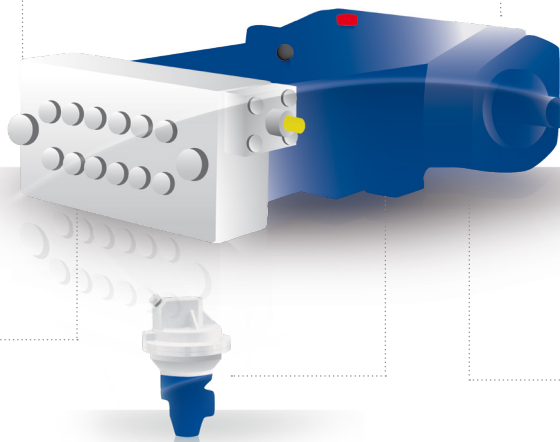
- Prozess- und Industriepumpen:
- Verdrängerpumpen in Plungerausführung
- Prüfpumpen
- Reinigungspumpen
- Kanalspülpumpen



— Hochdruck-Wasserstrahlsysteme

URACA verfügt über viel Erfahrung und höchste Ingenieurskompetenz im Bereich der Wasserstrahl-Technologie. URACA entwickelt und baut komplette Systeme, von einfachen TWK-Positioniervorrichtungen bis zu komplexen, halbautomatischen und automatischen Reinigungssystemen.

- Behälterreinigung
- Rohrreinigung
- Oberflächenbearbeitung
- Und Andere – fragen Sie uns!



— Werkzeuge

URACA baut qualitativ und effizient hochwertige Reinigungswerkzeuge für jeden Anwendungszweck.

- Spritzpistolen
- Tankwaschköpfe
- Kanalreinigungsdüsen
- Rotationsdüsen
- Flächenreiniger

— Zubehör und Komponenten

URACA ergänzt sein Pumpen- und Aggregateprogramm mit einem breiten Angebot an Hochdruck-Zubehör und Komponenten.

- Düsen
- Fernsteuerungen
- Schläuche, Rohrleitungen
- Hochdruckventile
- Drehdurchführungen
- Mehrverbrauchersysteme
- Resonatoren und Pulsationsdämpfer



— Service

After Sales Service hat bei URACA erste Priorität. Das fachkundige und speziell ausgebildete Personal unterstützt Sie zu jeder Zeit und bietet Ihnen

- Ersatzteile
 - Modernisierungen
 - Umbauten entsprechend neuer Prozessparameter
 - Schulung
 - Supervising
 - Oder Antworten auf jede andere Frage, die Sie zu URACA Produkten haben
- Kontaktieren Sie uns!