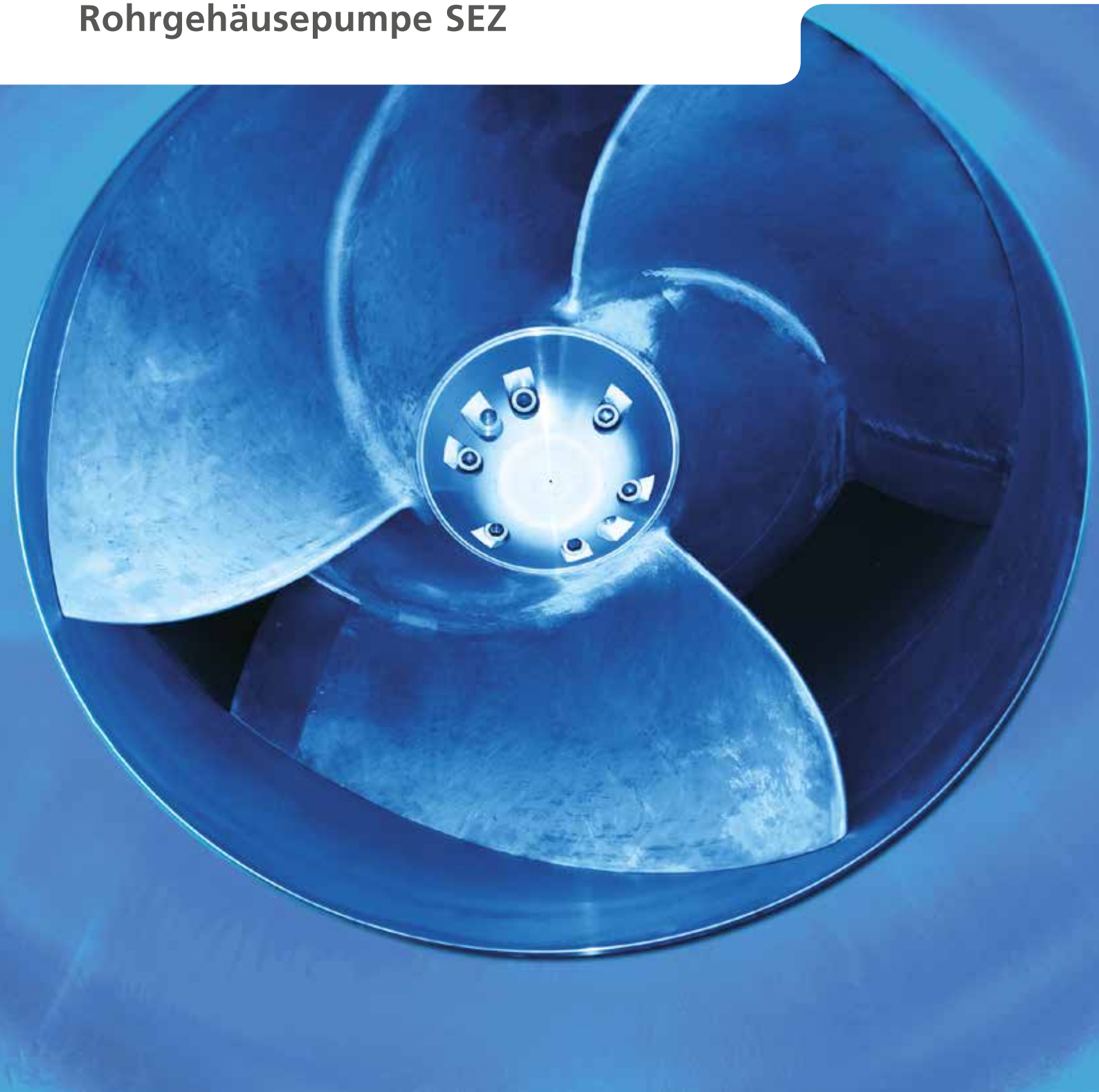


KSB-Know-how – **Rohrgehäusepumpe SEZ**



Sehr geehrte Partner,

Diese Broschüre gibt allgemein Hinweise zu Wechselwirkungen von Pumpe und Anlage. Damit werden keine projektspezifischen Empfehlungen gegeben, da immer die individuellen Gegebenheiten und Komponenten durch den Anlagenplaner zu berücksichtigen sind. Es werden nur einige wichtige Wirkungen beschrieben, deren Mißachtung in der Vergangenheit zu massiven Schäden an Pumpen und Anlagen geführt haben. Keinesfalls ist dies eine vollständige Auflistung der auftretenden Effekte. Die genannten Beispiele haben sich in der Praxis bewährt, müssen aber auf die Tauglichkeit für einen individuellen Anwendungsfall durch den Anlagenplaner überprüft werden. Daher ist der Inhalt dieser Broschüre kein Vertragsbestandteil mit KSB.



04 Planungshinweise für die Einbindung von Rohrgehäusepumpen in eine Anlage

Die Pumpe als Schnittstelle von Umgebung und Anlage

KSB-Rohrgehäusepumpen – flexibel für jeden Anwendungsfall

Mehr als nur eine Pumpe – KSB Dienstleistungen für Rohrgehäusepumpen

Die Pumpe in der Anlage – Beschreibung ausgewählter auftretender Kräfte

Randbedingungen bei der Installation

09 „Best Practise“ Beispiele von Konfigurationen aus Pumpen- und Anlagenkomponenten


Beispiel 1: Zwei Kompensatoren

Beispiel 2: Mauerfixpunkt mit Kompensator

Beispiel 3: Fixpunkt lösbar und justierbar

Beispiel 4: Mauerfixpunkt ohne Kompensator

Die Vor- und Nachteile auf einen Blick



Know-how-Bände können Sie hier ganz einfach herunterladen oder bestellen: www.ksb.de/know-how

Planungshinweise für die Einbindung von Rohrgehäusepumpen in eine Anlage



Abb. 1: SEZ

Die Pumpe als Schnittstelle von Umgebung und Anlage

Rohrgehäusepumpen (RGP) werden hauptsächlich zur Wasserentnahme aus Oberflächengewässern eingesetzt, um große Mengen Kühl- oder Prozesswasser bereit zu stellen. Dabei wird die Pumpe immer als Teil eines Systems eingesetzt und kann daher nicht losgelöst von den umgebenden Randbedingungen betrachtet werden. Im Zulauf hat die Geometrie und Strömungsführung des Mediums einen entscheidenden Einfluß auf die Leistung und das Betriebsverhalten der Pumpe, weshalb die Pumpe immer an die individuellen Wasserstände und Einlaufbauwerke angepasst werden muss. Die angeschlossene Anlage hat nicht nur durch die hydraulische Anlagenkennlinie Einfluss auf den Betrieb der Pumpe, auch die im Betrieb auftretenden Kräfte an Pumpe und Anlage müssen in geeigneter Weise durch die der Pumpe nachfolgenden Komponenten aufgenommen werden. Zur Beurteilung und Dimensionierung muss also immer das Zusammenspiel der verschiedenen Anlagen-Komponenten betrachtet werden.

KSB-Rohrgehäusepumpen – flexibel für jeden Anwendungsfall

Die Rohrgehäusepumpen von KSB sind in vier Aufstellungsarten verfügbar. Damit kann auf die Bedürfnisse der Anlage und des Einlaufbauwerks eingegangen werden.

Die Pumpen werden jeweils mit einem Fundamentrahmen im Bauwerk verankert, über den ein Teil der Kräfte und Momente aufgenommen werden können.

Bei der Zweideckenaufstellung hat der Motor ein zweites Fundament, das die (Reaktions-) Kräfte und Momente des Motors aufnimmt. Die zulässigen Lasten am Druckstutzen, der Schnittstelle der Pumpe zur Anlage, sowie die von der Pumpe resultierenden Kräfte, die nicht vom Pumpenfundament getragen werden, sind in der Projektdokumentation für ihre Pumpe explizit angegeben. Die ebenfalls projektspezifisch angegebenen Betriebsbereiche zwischen Mindestmenge Q_{\min} und maximal zulässiger Menge Q_{\max} , sowie die geplanten Mindestwasserstände $NPSH_a$ sind unbedingt einzuhalten, da eine Mißachtung zu schweren Schäden an der Pumpe führen kann.

KSB Pumpen werden entsprechend dem zu fördernden Medium mit geeigneten Korrosionsschutzmaßnahmen ausgestattet. Korrosion kann nicht vollständig verhindert werden. Das Ausmaß kann aber so weit reduziert werden, dass die Funktionalität des Produktes über einen adäquaten Zeitraum gegeben ist. Dies wird durch die Wahl geeigneter Werkstoffe, schützender Beschichtungen oder den Einsatz spezieller Korrosionsschutzeinrichtungen erreicht. Hier sind insbesondere aktive oder passive elektrochemische Methoden zu erwähnen, wie das Anbringen von Opferanoden oder das aktive anlegen einer Schutzspannung (Kathodischer Korrosionsschutz). Beim Einsatz solcher Systeme an der Pumpe oder anderer Komponenten der Anlage muss immer das gesamte elektrisch verbundene System betrachtet werden. Andernfalls kann eine nicht angeschlossene Komponente ungewollt zur „Opferkomponente“ werden.



Abb. 2: Aufstellungsarten der Rohrgehäusepumpe

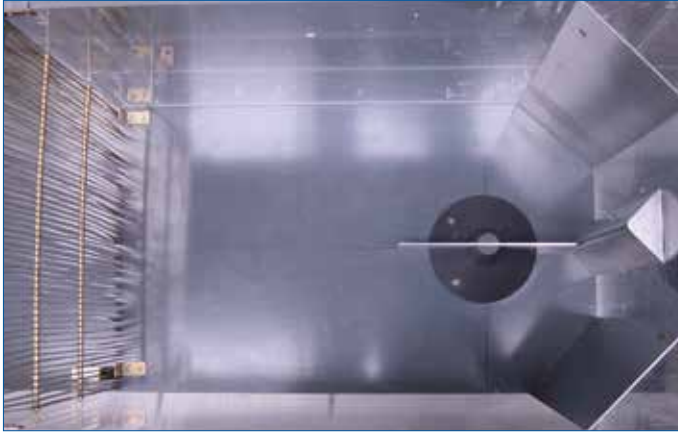


Abb. 3: Einlaufkammer Modellversuch

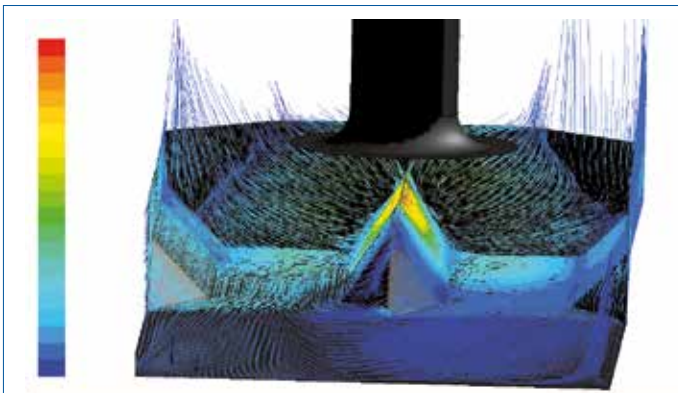


Abb. 4: CFD Simulation der Wirbelstärke im Zulauf einer SEZ



Abb. 5: Modelltest zur Beobachtung der Strömung im Zulauf einer SEZ

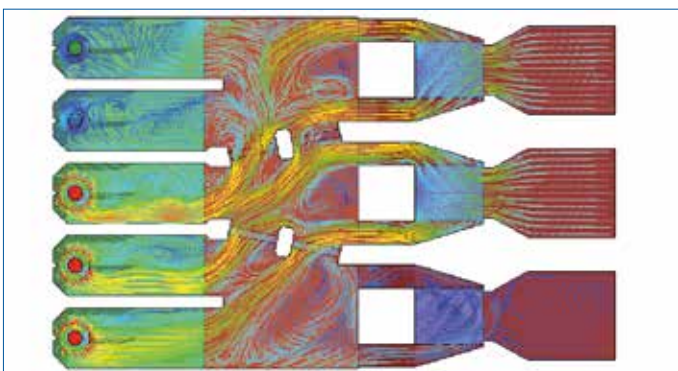


Abb. 6: Geschwindigkeitsverteilung in einem Einlaufbauwerk mit 5 SEZ Pumpen

Mehr als nur eine Pumpe – KSB Dienstleistungen für Rohrgehäusepumpen

Wie bereits erwähnt, ist die Zuströmung des Fluids zur Pumpe maßgeblich für deren Betriebsverhalten verantwortlich. Zur Ausführung der sogenannten Einlaufkammern sind diverse Veröffentlichungen wie auch Normen veröffentlicht. Hier ist insbesondere die „ANSI/HI 9.8 Pump Intake Design“ zu nennen. KSB Pumpen sind für den Einsatz in Norm-Kammern geeignet. Sie können aber auch in von KSB optimierten Kammerdesigns betrieben werden, die die Investitionen auf Bauwerksseite deutlich reduzieren können. Für den Fall, dass die individuellen Gegebenheiten auf keinen dieser standardisierten Fälle zutreffen, kann KSB die Funktionalität des projektspezifischen Aufbaus in Modell Einlaufkammertests. Des Weiteren können sämtliche Strömungsverläufe auch in Computersimulationen (sog. CFD Modellen, Computational Fluid Dynamics) abgebildet und berechnet werden. Für den geplanten Betrieb der Pumpen ist es wichtig, dass die Eigenfrequenzen des Aggregats nicht im Bereich der gewünschten Betriebsdrehzahlen liegen, um eine Anregung zu starken Schwingungen zu vermeiden. Insbesondere falls die Pumpen drehzahl geregelt betrieben werden sollen und damit die Anregungsbandbreite besonders weit ist, ist eine Vorhersage der projektspezifischen Eigenfrequenzen unverzichtbar. KSB bietet diese Berechnung für individuelle Aggregate auf Basis der Finite-Elemente-Methode (FEM). Damit kann KSB neben der reinen Pumpe auch Unterstützung bei der Anlagenplanung für den kompletten Zulaufbereich vor der Pumpe bis zum Druckstutzen bieten. Die weitere Einbindung in die Anlage ist auf Grund der Vielzahl möglicher Komponenten und deren unterschiedlichen Eigenschaften nur durch den Anlagenplaner möglich. Einige wichtige Aspekte, die maßgeblichen Einfluß auf den Betrieb der Pumpe haben, sollen im Folgenden kurz erwähnt werden, um Fehler frühzeitig zu vermeiden.

Die Pumpe in der Anlage – Beschreibung ausgewählter auftretender Kräfte

Umlenkkräfte

In der Pumpe wird das Medium von der Fließrichtung X auf die Fließrichtung Y umgelenkt. Die daraus resultierende Kraft F_R in Y-Richtung kann nicht vollständig vom Pumpenfundament aufgenommen werden und muss durch die Druckrohrleitung abgefangen werden.

Gewichtskräfte

Die Eigengewichte von Pumpe und Motor sowie die Masse des Wassers in der Pumpe werden im Pumpenfundament aufgenommen. Bei Rohrleitungen ist nicht nur das Eigengewicht sondern insbesondere das Füllgewicht der Fluidmasse mit zu betrachten. Bei einer Rohrleitung mit 2 m Durchmesser wiegt das darin enthaltene Wasser je Meter Rohrleitungslänge rund 3 Tonnen.

Deckelkraft bzw. Druckkraft F_p bezeichnet die Reaktionskraft, die auf einen theoretischen Deckel auf einem Rohrende wirkt.

Thermische Dehnung

Temperaturschwankungen der Umgebung und des Fluids führen zu Dehnungen der Rohrleitungen und Komponenten in allen Raumrichtungen. Wenn diese nicht kompensiert werden können, entstehen Kräfte, die zwingend berücksichtigt werden müssen.

Druckdehnung

Durch die innere Druckbeaufschlagung der Bauteile dehnen diese sich in allen Raumrichtungen. Wenn diese nicht kompensiert werden können, entstehen Kräfte, die zwingend berücksichtigt werden müssen.

Kompensator

Wird ein Kompensator unverspannt eingesetzt, um axiale Dehnungen aufzunehmen, so entstehen Reaktionskräfte der Größe von Innenfläche des Kompensators multipliziert mit dem Betriebsdruck, die unbedingt berücksichtigt werden müssen. Ein Kompensator kann auch verspannt werden, um diese Reaktionskräfte zu neutralisieren. Die Steifigkeit des verspannten Kompensators muss in die Berechnung der Anlagenkomponenten und der auftretenden Kräfte mit eingehen.

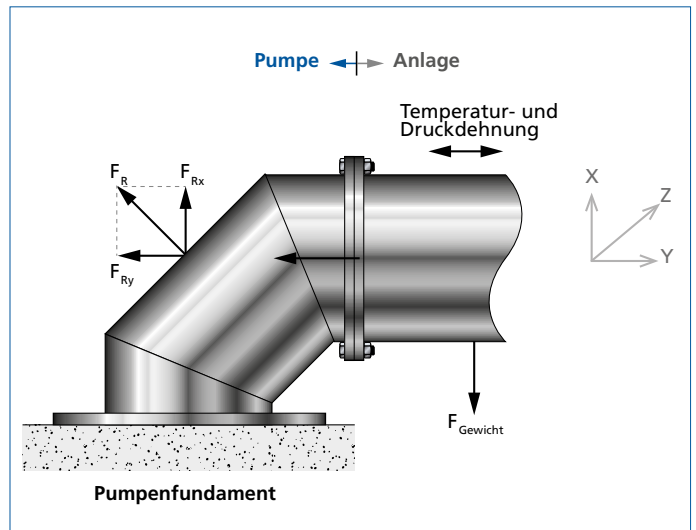


Abb. 7: Kräfte in Pumpe und Anlage



Abb. 8: Einfache Montage und Demontage

Randbedingungen bei der Installation

Zur einfacheren Montage und Demontage sollte das Druckrohr möglichst einfach (in Y-Richtung) vom Pumpendruckstutzen wegbewegt werden können. Damit wird Freiraum zur Montage geschaffen. Zum spannungsfreien Anschluss der Rohrleitung an die Pumpe sollte das Druckrohr bei Montage zusätzlich Spiel in X- und Z-Richtung haben sowie die Möglichkeit Lagefehler zu tolerieren.

Jede Pumpe hat naturgemäß innerhalb der zulässigen Toleranzen unterschiedliche Abmaße. Soll eine Pumpe austauschbar sein, muss nach dem Tausch die Rohrleitung in der Lage sein, die neuen Anschlußparameter zu adaptieren. Zudem können bei Fundamenten und Wanddurchführungen Gebäudesetzungen einen Lageausgleich erforderlich machen.

Das System muss in der Lage sein, sich ändernde Umgebungsbedingungen (z. B. Temperaturen) und Betriebsbedingungen (z. B. Innendruck bei Betrieb und Stillstand) zu tolerieren bzw. zu kompensieren. Die Pumpe und die restliche Anlage sollten bestmöglich voneinander entkoppelt sein, um keine Schwingungen zu übertragen, die sich negativ auswirken können.



Abb. 9: Einfache Montage und Demontage

„Best Practise“ Beispiele von Konfigurationen aus Pumpen- und Anlagenkomponenten

Beispiel 1: Zwei Kompensatoren

Beschreibung:

An die Pumpe ist eine Rohrleitung angeschlossen, deren Gewichtskräfte durch ein Loslager getragen werden. Es folgen ein verspannter Kompensator und ein 90° Krümmer. Danach ist ein zweiter verspannter Kompensator montiert, bevor die weitere Anlage durch einen Fixpunkt entkoppelt ist (siehe Abb. 10).

Vorteile:

Der erste Kompensator ermögliche eine Verschiebung der Rohrleitung in Y-Richtung zur einfachen (De-)Montage der Pumpe. Zudem können durch ihn Toleranzen beim Anschluss an die Pumpe ausgeglichen werden. Der zweite Kompensator kann Längendehnungen durch Druck und Temperatur in Y-Richtung durch Parallelverschiebung ausgleichen.

Nachteile:

Investitionen für zwei Kompensatoren und Rohrleitungsführung mit Krümmer notwendig. Bei dieser Anordnung sei nochmals insbesondere auf die Deckelkraft hingewiesen.

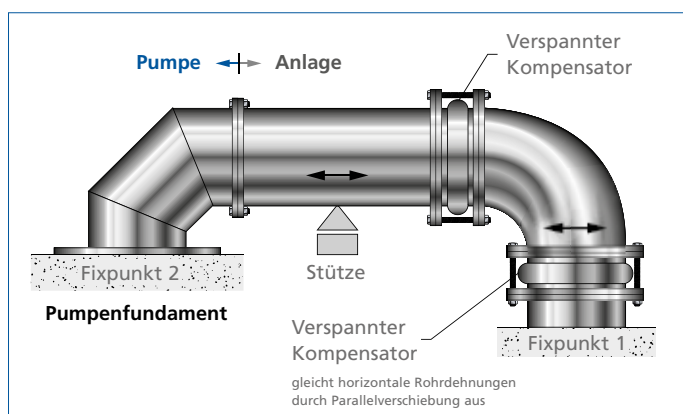


Abb. 10: Beispiel 1: Zwei Kompensatoren

Beispiel 2: Mauerfixpunkt mit Kompensator

Beschreibung:

An die Pumpe ist direkt ein verspannter Kompensator angeschlossen. Die folgende Rohrleitung ist nach einer festgelegten Länge in einem Mauerfixpunkt fest verankert.

Eine Variation hierzu ist der sogenannte „überbrückte Kompensator“, bei dem die Verspannung so ausgeführt ist, dass der Kompensator die Steifigkeit der Rohrleitung erreicht. Der Kompensator hat dann im Betrieb keine Wirkung mehr. Schwingungen der Anlage werden übertragen.

Vorteile:

Der Kompensator ermöglicht eine einfache (De-)Montage der Pumpe. Zudem können durch ihn Toleranzen beim Anschluss an die Pumpe ausgeglichen werden. Die Investitionen beschränken sich auf einen Kompensator.

Nachteile:

Die Kräfte aus Druckdehnung und thermischer Dehnung verteilen sich je nach Steifigkeiten der Komponenten auf das Pumpenfundament und den Fixpunkt. Um die Kräfte klein zu halten, müssen die Temperaturschwankungen gering sein und die Rohrleitung bis zum Fixpunkt kurz. Die zulässigen Kräfte am Druckstutzen dürfen nicht überschritten werden! Das Rohrleitungsfüllgewicht muss von Druckstutzen und Fixpunkt mit getragen werden. Diese Variante wurde mit Stahlrohr oft erfolgreich ausgeführt. Bei der Verwendung von GFK Rohren mit wesentlich geringeren Steifigkeiten traten schon mehrfach erhebliche Probleme auf.

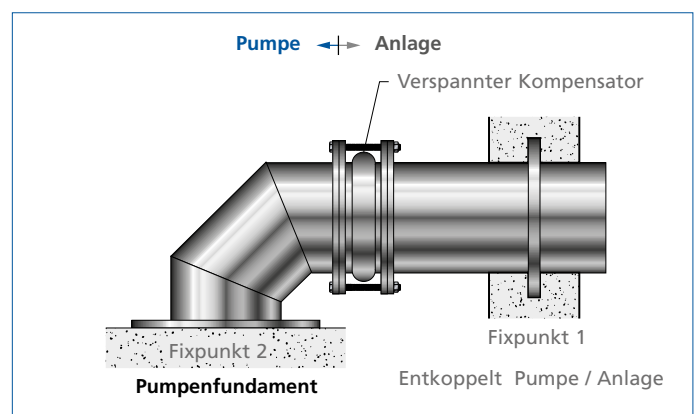


Abb. 11: Beispiel 2: Mauerfixpunkt mit Kompensator

Beispiel 3: Fixpunkt lösbar und justierbar

Beschreibung:

Das an die Pumpe angeschlossene Druckrohr wird durch eine feste Mauer geführt und mit einem Haltering von hinten an der Mauer fixiert. Die Verbindung von Rohrleitung und Mauer ist somit lösbar und die Position des Rohres kann durch diese Verbindung ausgerichtet werden. Optional kann nach dem Fixpunkt ein Kompensator installiert werden, um die Anlage zu entkoppeln (siehe Abb. 12).

Vorteile:

Keine Investitionen für Kompensatoren zwingend erforderlich. Die Montagefreundlichkeit ist gegeben, wenn das Mauerrohr gelöst und in Y-Richtung verschoben werden kann. Eine Schwingungsentkopplung kann durch einen nachgeschalteten Kompensator erreicht werden.

Nachteile:

Die Kräfte aus Druckdehnung und thermischer Dehnung verteilen sich je nach Steifigkeiten der Komponenten auf das Pumpenfundament und den Fixpunkt. Um die Kräfte klein zu halten, müssen die Temperaturschwankungen gering sein und die Rohrleitung bis zum Fixpunkt kurz. Die zulässigen Kräfte am Druckstutzen dürfen nicht überschritten werden! Das Rohrleitungsfüllgewicht muss von Druckstutzen und Fixpunkt mit getragen werden. Eine Austauschbarkeit von Pumpen wäre nur gegeben, wenn die unterschiedlichen Fertigungstoleranzen an der Mauerrohrbefestigung nicht nur in X- und Z-Richtung, sondern auch in Y-Richtung ausgeglichen werden könnten. Obwohl auch hier die aus Dehnungen resultierenden Kräfte auftreten, ermöglichte der einstellbare Fixpunkt den erfolgreichen Einsatz eines GFK Rohres.

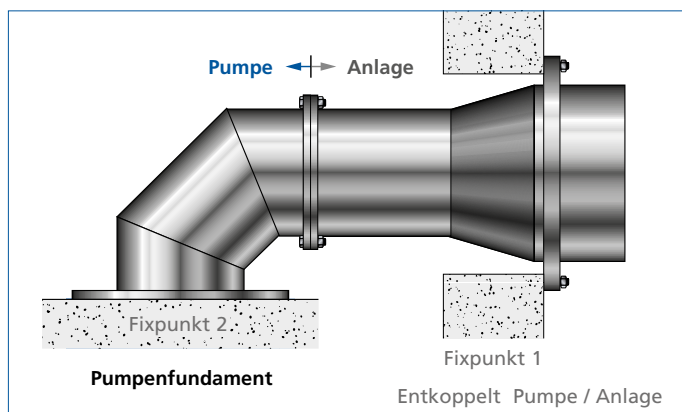


Abb. 12: Beispiel 3: Fixpunkt lösbar und justierbar

Beispiel 4: Mauerfixpunkt ohne Kompensator

Beschreibung:

An die Pumpe ist die folgende Rohrleitung angeschlossen, die nach einer festgelegten Länge in einem Mauerfixpunkt fest verankert ist (siehe Abb. 13).

Vorteile:

Keine Investitionen für zusätzliche Bauteile nötig.

Nachteile:

Die (De-)Montage der Pumpe ist durch die fest stehende Druckleitung erschwert. Daher empfiehlt sich diese Variante nur für Pumpen mit ausziehbarem Laufzeug, so dass die Pumpe zur Wartung nicht komplett ausgebaut werden muss. Eine Kompensation von Gebäudesetzungen und Toleranzen beim Austausch der Pumpe ist nicht möglich. Die Kräfte aus Druckdehnung, thermischer Dehnung verteilen sich je nach Steifigkeiten der Komponenten auf das Pumpenfundament und den Fixpunkt. Um die Kräfte klein zu halten, müssen die Temperaturschwankungen gering sein und die Rohrleitung bis zum Fixpunkt kurz. Die zulässigen Kräfte am Druckstutzen dürfen nicht überschritten werden! Das Rohrleitungsfüllgewicht muss von Druckstutzen und Fixpunkt mit getragen werden. Bei der Verwendung von GFK Rohren mit wesentlich geringeren Steifigkeiten als Stahlrohre traten schon mehrfach erhebliche Probleme auf.

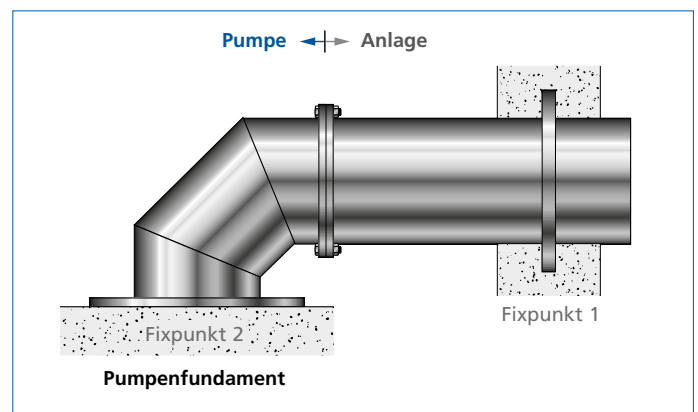


Abb. 13: Beispiel 4: Mauerfixpunkt ohne Kompensator

Die Vor- und Nachteile auf einen Blick:

	Zwei Kompensatoren	Mauerfixpunkt mit Kompensator	Fixpunkt lösbar und justierbar	Mauerfixpunkt ohne Kompensator
Montagefreundlichkeit (Einbauraum und Ausrichtung/Anpassung)	++ ¹⁾	+	-	— ¹⁾
Auswirkung von Rohrleitungsmaterial und Rohrlänge bis zum Fixpunkt (Druckdehnung, Temperaturdehnung kritisch)	++ ²⁾	-	—	— ²⁾
Schwingungsdämpfung	++ ³⁾	+	-	— ³⁾
Investitionen	— ⁴⁾	-	+	++ ⁴⁾
Bemerkung	„Kräftefreies System“	Statisch unbestimmtes System	Statisch unbestimmtes System Kompensator nach dem Fixpunkt bringt Montage- raum und Schwingungs- entkopplung von der Anlage.	Statisch unbestimmtes System Nur für Pumpen mit ausziehbarem Laufzeug geeignet, wegen der schlechten Demontierbar- keit.

++¹⁾ = montagefreundlich
—¹⁾ = schwer zu montieren

++²⁾ = unkritisch
—²⁾ = besonders kritisch

++³⁾ = Pumpe von Anlage entkoppelt
—³⁾ = Anlagenschwingungen werden an Pumpe übertragen

++⁴⁾ = geringe Investitionen
—⁴⁾ = hohe Investitionen

Tabelle 1: Vor- und Nachteile von Konfigurationen aus Pumpen- und Anlagenkomponenten



Technik, die Zeichen setzt

Hotline

Deutschlandweit zu Ihrem Vertriebshaus aus dem Festnetz 0,14€/Minute (Mobilfunktarif kann höher ausfallen)

Tel. +49 1805 5724-80
Fax +49 1805 5724-89

KSB-24-h-Service-Hotline

Tel. +49 6233 86-0
Fax +49 6233 86-3401

Vertriebshaus Berlin

vertrieb-berlin@ksb.com

Industrie-, Energie-,
Wasser-/Abwassertechnik

Tel. +49 30 43578-5010
Fax +49 30 43578-5055

Technische
Gebäudeausrüstung

Tel. +49 30 43578-5014
Tel. +49 30 43578-5022
Fax +49 30 43578-5058

Vertriebshaus Hannover

vertrieb-hannover@ksb.com

Industrie-, Energie-,
Wasser-/Abwassertechnik

Tel. +49 511 33805-0
Fax +49 511 33805-55

Technische
Gebäudeausrüstung

Tel. +49 40 69447-0
Fax +49 40 69447-256

Vertriebshaus Nürnberg

vertrieb-nuernberg@ksb.com

Industrie-, Energie-,
Wasser-/Abwassertechnik

Tel. +49 911 58608-70
Fax +49 911 58608-57

Technische
Gebäudeausrüstung

Tel. +49 911 58608-80
Fax +49 911 58608-56

Österreich

KSB Österreich GmbH

info@ksb.at

Ersatzteile

Tel: +43 5 91030-263
Fax +43 5 91030-200

Service-Center Ost, Wien

Tel: +43 5 91030-255
Fax +43 5 91030-200

Service-Center West, Salzburg

Tel: +43 5 91030-822
Fax +43 5 91030-200

Vertriebshaus Halle

vertrieb-halle@ksb.com

Industrie-, Energie-,
Wasser-/Abwassertechnik

Tel. +49 345 4826-5310
Fax +49 345 4826-5355

Technische
Gebäudeausrüstung

Tel. +49 345 4826-5340
+49 345 4826-5356
Fax +49 345 4826-5358

Vertriebshaus Mainz

vertrieb-mainz@ksb.com

Industrie-, Energie-,
Wasser-/Abwassertechnik

Tel. +49 6131 25051-0
Fax +49 6131 25051-55

Technische
Gebäudeausrüstung

Tel. +49 6131 25051-41
Fax +49 6131 25051-58

Vertriebshaus Region West

vertrieb-west@ksb.com

Industrie-, Energie-,
Wasser-/Abwassertechnik

Tel. +49 214 20694-10
Fax +49 214 20694-55

Technische
Gebäudeausrüstung

Tel. +49 214 20694-10
Fax +49 214 20694-57

Schweiz

KSB (Schweiz) AG

sales-ch@ksb.com

Tel. +41 43 2109-933
Fax +41 43 2109-966

KSB (Suisse) SA

romandie-ch@ksb.com

Tel. +41 21 9235-142
Fax +41 21 9235-120

Der KSB-Newsletter –
melden Sie sich an:
www.ksb.de/newsletter



Vertriebshaus Hamburg

vertrieb-hamburg@ksb.com

Industrie-, Energie-,
Wasser-/Abwassertechnik

Tel. +49 40 69447-0
Fax +49 40 69447-255

Technische
Gebäudeausrüstung

Tel. +49 40 69447-0
Fax +49 40 69447-256

Vertriebshaus München

vertrieb-muenchen@ksb.com

Industrie-, Energie-,
Wasser-/Abwassertechnik

Tel. +49 89 72010-200
Fax +49 89 72010-275

Technische
Gebäudeausrüstung

Tel. +49 911 58608-80
Fax +49 911 58608-56

Vertriebshaus Stuttgart

vertrieb-stuttgart@ksb.com

Industrie-, Energie-,
Wasser-/Abwassertechnik

Tel. +49 711 78902-7970
Fax +49 711 78902-7955

Technische
Gebäudeausrüstung

Tel. +49 711 78902-7910
Fax +49 711 78902-7956



KSB Aktiengesellschaft

Johann-Klein-Straße 9
67227 Frankenthal (Deutschland)
www.ksb.com

Besuchen Sie uns auch unter
www.ksb.com/sozialemedien