

VERMEIDUNG VON PUMPENKAVITATION

Bitte keine Dampfblasen!

Ein nicht alltägliches Thema mit besonderer Brisanz drängt sich hier mal wieder in den Vordergrund, die Kavitation. Vielleicht kann dieser Bericht dazu beitragen, bereits betroffene Anlagen zu erkennen und dann Abhilfe zu schaffen.

Bestenfalls verhindert die Beachtung der hier beschriebenen Empfehlungen schon während der Planung, dass überhaupt Kavitation in einer Anlage auftritt.



Bild: cherezoff / thinkstock

Kavitationschäden an Pumpen verursachen unnötige Kosten und sind mit dem nötigen Fachwissen leicht zu vermeiden. Jörg Schaller, Vertriebsleiter Fachgroßhandel Gebäudetechnik bei **Xylem** in Deutschland, erläutert die Ursachen dieser Probleme und macht Lösungsvorschläge.

WAS IST KAVITATION?

Kavitation kann erhebliche Auswirkungen auf den Betrieb und die Lebensdauer einer Pumpe haben. Schädigungen können überall in der Pumpe auftreten, jedoch ist in den meisten Fällen das Laufrad betroffen.

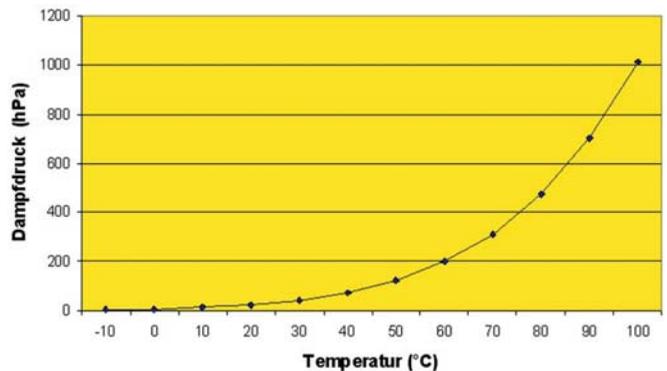
Ein Laufrad, das von Kavitation betroffen ist, sieht oft aus, als wäre es bereits seit vielen Jahren in Betrieb; das Material des Laufrads kann erodiert und irreparabel beschädigt sein.

Kavitation entsteht, wenn Flüssigkeit in einer Pumpe mit zu geringem Vordruck zuströmt.

In der Pumpe wird – bedingt durch innere Strömungsvorgänge – der Druck noch geringer, bis der Dampfdruck des Mediums unterschritten wird. Ist dies der Fall, bilden sich Dampfblasen innerhalb der Flüssigkeit. Anders gesagt, die sogenannte Haltdruckhöhe (Net Positive Suction Head available (NPSHa)) ist unzureichend.

Wenn Kavitation entsteht, bilden sich wegen des geringen Drucks Dampfblasen. Wenn die Flüssigkeit von der Saug- auf die Druckseite des Laufrades gelangt, implodieren diese Blasen. Das führt zu einer Schock-

welle, die auf das Laufrad trifft und so Pumpenvibrationen und mechanische Schäden verursacht, die möglicherweise zu Leistungsabfall oder sogar zum Versagen der Pumpe führen.



Bei welchem Druck und welcher Temperatur Wasser verdampft, zeigt dieses Diagramm. Es kann also auch bei Minusgraden gasförmig werden.

WARUM IST DAS EIN PROBLEM?

Allzu häufig wird hierfür ungerechtfertigterweise die Pumpe verantwortlich gemacht. Die unterschiedlichen Probleme, einschließlich Kavitation, die in Pumpensystemen auftreten können, zeigen sich meist an der Pumpe, werden jedoch nur in den seltensten Fällen von ihr verursacht. Vielmehr ist es so, dass die Probleme in neun von zehn Fällen nicht von der eigentlichen Pumpe, sondern durch mangelnde Druckhaltung, Sauerstoffeintritt und fehlende Wartung.

Durch Kavitation hervorgerufene Probleme wie z. B. Vibrationen oder Abrasion des Laufrades verkürzen die Lebensdauer einer Pumpe erheblich. In Extremfällen sogar auf bis zu zwei Jahre.

WODURCH WIRD KAVITATION VERURSACHT?

Durch Einströmen der Förderflüssigkeit in das Laufrad der Pumpe wird der Gesamtdruck an dieser Stelle herabgesetzt. Wird dabei der Dampfdruck der Flüssigkeit unterschritten, beginnt diese zu verdampfen. Dieses kann – je nach Medium und Anlagen- druck – auch schon bei geringen Temperaturen passieren.

Strömt die Förderflüssigkeit innerhalb der Pumpe weiter, gelangt sie in den Bereich des hohen Drucks, der sogenannten Druckseite des Laufrades. Hier wird der Dampfdruck des Mediums wieder überschritten, die entstandenen Dampfblasen implodieren.

AUSWIRKUNGEN VON KAVITATION AUF EINE PUMPE

Kavitation führt zur Verschlechterung der Pumpleistung, mechanischen Schäden, Geräuscentwicklung und Vibration,



Fast jede Pumpe kann betroffen sein von schädlicher Kavitation

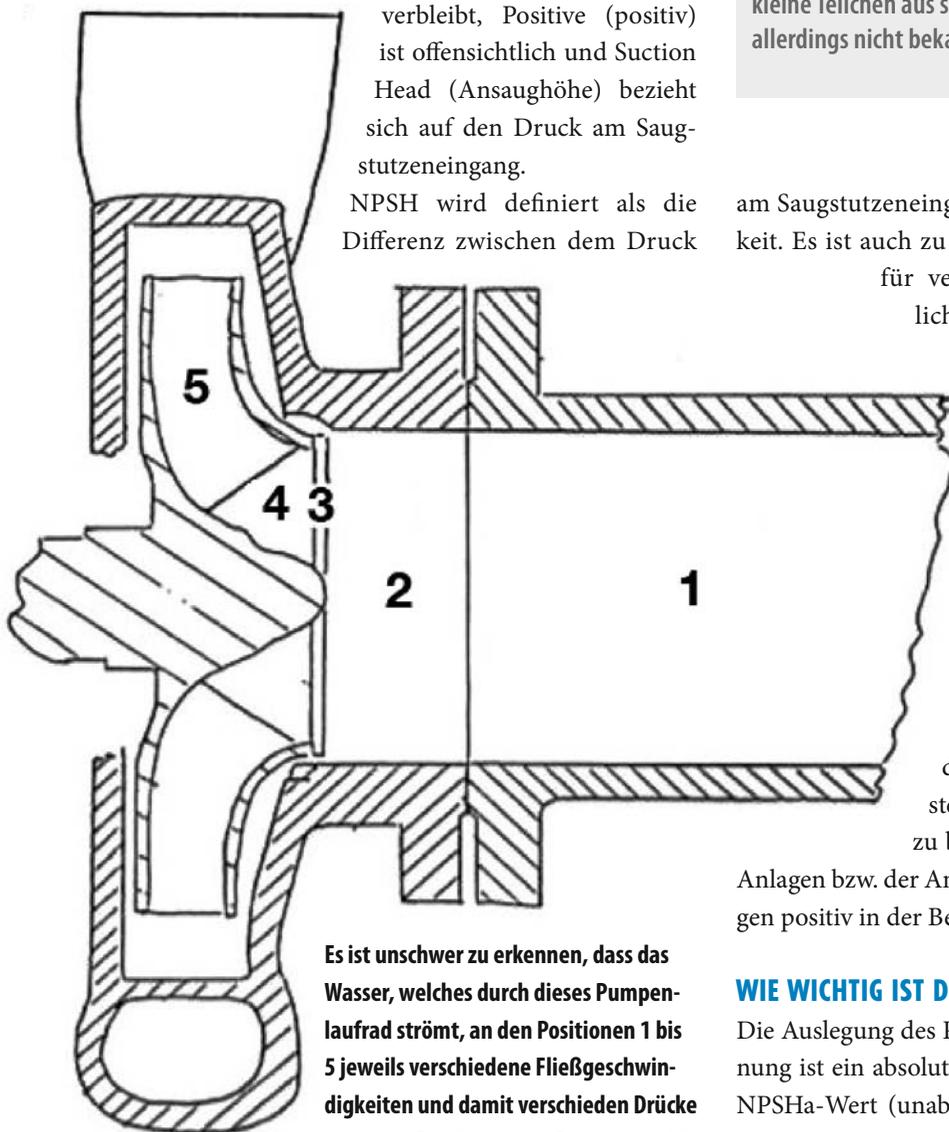
was letztendlich den kompletten Ausfall der Pumpe zur Folge haben kann. Häufig ist Vibration das erste Anzeichen eines Pumpenproblems. Diese Vibrationen können Schäden an vielen Pumpenteilen einschließlich Welle, Lager und Dichtungen verursachen.

WIE MAN KAVITATION VERMEIDEN KANN

Vorausgesetzt, dass im Betrieb keine Änderungen der Saugbedingungen oder der Eigenschaften des Fördermediums erfolgen, lässt sich Kavitation ganz einfach bereits bei der **Planung** vermeiden. Wichtig ist es, den Begriff der Halte-
 druckhöhe oder NPSH (Net Positive Suction Head) zu verstehen und von Anfang an zu berücksichtigen. Um NPSH besser zu verstehen, sollte man die englische Bezeichnung in seine Bestandteile zerlegen. Net (netto) bezieht sich auf

das, was nach allen Abzügen verbleibt, Positive (positiv) ist offensichtlich und Suction Head (Ansaughöhe) bezieht sich auf den Druck am Saugstutzeingang.

NPSH wird definiert als die Differenz zwischen dem Druck



Es ist unschwer zu erkennen, dass das Wasser, welches durch dieses Pumpenlaufrad strömt, an den Positionen 1 bis 5 jeweils verschiedene Fließgeschwindigkeiten und damit verschiedenen Drücke aufweist. Das ändert die Anfälligkeit für Kavitation.

KAVITATION IM ALLTAG

Ultraschall-Reinigungsgeräte, die ohne spezielle Reinigungsmittel zum Beispiel eine Brille oder Schmuck reinigen, arbeiten mit dem Prinzip der Kavitation. Durch Schwingungen, eben in diesem Ultraschall-Bereich, erzeugt man künstlich Kavitation. Diese löst dann zwar den Schmutz auf der Oberfläche, zerstört aber in der Regel nicht das Reinigungsgut. Es geht also um sehr schnelle Bewegungen in Flüssigkeiten, die Kavitation hervorrufen. Das Militär hat ebenfalls den Einfluss von Kavitation genutzt um Geschosse durch Flüssigkeiten zu bewegen. Ein Torpedo oder ein ähnliches Geschoss muss nur schnell genug durchs Wasser getrieben werden. Irgendwann, so bei 500 km/h, bildet sich um dieses Geschoss eine Kavitationsblase und verringert die Reibung erheblich. Letzter, ziviler Effekt: Der Turmspringer vom Zehn-Meter-Brett verursacht beim blitzartigen Eintauchen ins Wasser auch Kavitation. Ob dabei jemals kleine Teilchen aus seinem Körper geschlagen wurden, ist allerdings nicht bekannt.

am Saugstutzeingang und dem Dampfdruck der Flüssigkeit. Es ist auch zu berücksichtigen, dass der Dampfdruck für verschiedene Flüssigkeiten unterschiedlich ist und sich mit dem Druck und der Temperatur ändert.

Weiterhin gilt es unbedingt zu bedenken, dass der Druck am Saugstutzeingang derjenige ist, der nach Berücksichtigung aller Reibungsverluste sowie der Ein- und Auslassverluste in der Saugleitung verbleibt.

Bei der Planung müssen alle Verluste in der Saugleitung berechnet und von der Saughöhe der Pumpe in Abzug gebracht werden. Dabei verbleibt der für die Pumpeninstallation zur Verfügung stehende Nettodruck. Es ist hierbei wichtig zu beachten, dass der Luftdruck bei offenen Anlagen bzw. der Anlagenüberdruck bei geschlossenen Anlagen positiv in der Berechnung berücksichtigt werden.

WIE WICHTIG IST DIE SYSTEMPLANUNG?

Die Auslegung des Pumpensystems bereits während der Planung ist ein absolutes Muss. In der Planungsphase kann der NPSHa-Wert (unabhängig von der gewählten Pumpe) einfach bestimmt und anschließend mit dem NPSHr (die für die Pumpe erforderliche Saughöhe) für die erwogene Pumpe



Durch Kavitation geschädigte Pumpenlaufräder

verglichen werden. Ist der NPSHa zu gering, können Veränderungen am System sehr viel leichter und weniger kostenintensiv noch während der Planung vorgenommen werden als nach dem Einbau und der Inbetriebnahme.

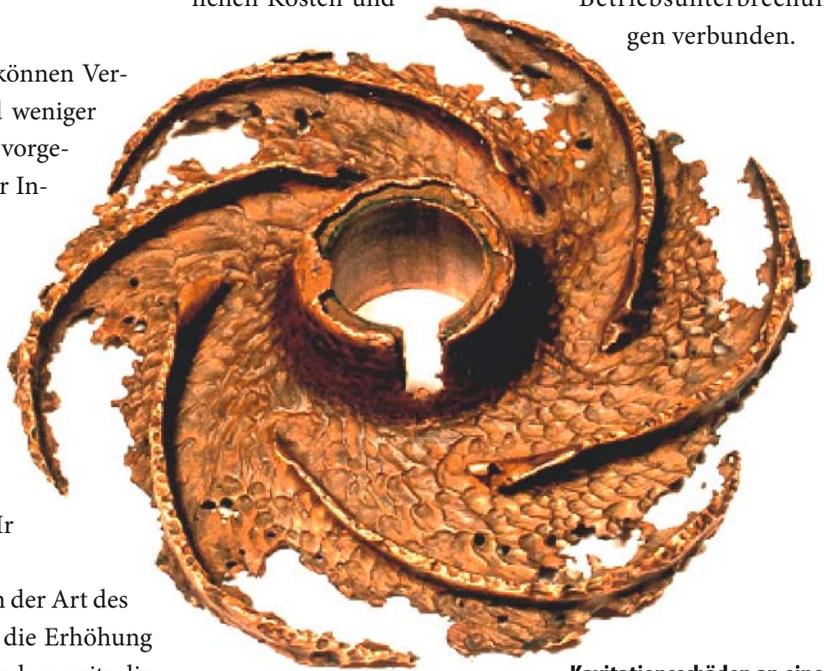
WAS PASSIERT BEI KAVITATIONSPROBLEMEN IN EINEM VORHANDENEN SYSTEM?

Sollte eine Pumpenkavitation zu Problemen in einer vorhandenen Anlage führen, gibt es im Wesentlichen zwei Möglichkeiten, um Abhilfe zu schaffen – entweder den NPSHa der Pumpe zu erhöhen oder den NPSHr der Pumpe zu verringern.

Eine mögliche Erhöhung des NPSHa hängt von der Art des fraglichen Systems ab. Dazu gehört einerseits die Erhöhung des Drucks an der Saugseite der Pumpe oder andererseits die Verringerung von Reibungsverlusten in der Rohrleitung, damit saugseitig weniger Druckabfall erzeugt wird. Einen größeren Förderdruck kann man durch die Erhöhung des statischen Drucks erreichen. Der größere statische Druck kann in geschlossenen Systemen, wie bei Heiz- und Kühlkreisläufen, durch Erhöhung des Systemdrucks am Membrangefäß erreicht werden. Alternativ können die Reibungsverluste in

der Rohrleitung durch die Verwendung von Rohren mit größerem Durchmesser oder weniger Komponenten und Armaturen verringert werden.

Diese Optionen sind in einer vorhandenen Anlage aufgrund von Platzproblemen, Kosten und potenziellen Betriebsunterbrechungen nicht immer realisierbar. Ebenso können oftmals die Rohrleitungen im Saugsystem nicht durch Leitungen mit größerem Durchmesser ersetzt werden. Weitere Alternativen sind der Austausch vorhandener Pumpen durch Aggregate mit einem geringeren NPSHr-Wert oder ein paralleler Pumpbetrieb mithilfe mehrerer Pumpen. In vielen Fällen sind die vorgenannten Möglichkeiten jedoch nicht durchführbar und in allen Fällen sind sie mit erheblichen Kosten und Betriebsunterbrechungen verbunden.



Kavitationsschäden an einem Pumpenlaufrad, fast schon als Kunstwerk



AUTOR



Jörg Schaller ist Vertriebsleiter Fachgroßhandel bei Xylem und verantwortet die Produkte der Marke Lowara für Sanitär, Heizung und Klima in Deutschland
 Telefon: (0 71 41) 49 87-0
 Info-shk@xylem.com
 www.tga.xylem.com



DICTIONARY

Kavitation	=	cavitation
Pumpenlaufrad	=	impeller
Dampfdruck	=	vapor pressure
Lebensdauer, Beständigkeit	=	durability