

NIE WIEDER KAVITATION

Hydraulische Störungen beim Einsatz von Kreiselpumpen wie Trockenlauf oder Kavitation verursachen hohe Kosten. Bereits in der Planungsphase einer Anlage kann durch eine geeignete Pumpenauswahl eine dauerhaft kavitationsfreie, wirtschaftliche und energieeffiziente Lösung erzielt werden.

TEXT: Sadko Meusel, Bungartz, Anette van Dorp, A.v.D. Kommunikation **BILDER:** Bungartz  www.PuA24.net/PDF/PAK12867460

Schäden an Pumpensystemen verbunden mit Produktionsausfällen sind insbesondere bei extremen Medien – wie sie in der chemischen und petrochemischen Industrie vorkommen – keine Seltenheit. Häufig handelt es sich um Problemfelder wie das Auftreten von Kavitation. Unter Kavitation („Hohlraumbildung“) versteht man die teilweise Verdampfung von Flüssigkeiten in einem durchströmten System. Durch die Druckabsenkung unter den Dampfdruck am Laufradeintritt verdunstet Flüssigkeit. Dabei entstehen Gasbläschen. Sie werden von der Strömung mitgerissen und fallen implosionsartig zusammen, sobald der Druck wieder über den Dampfdruck steigt. Das belastet beziehungsweise zerstört das Pumpenmaterial und kann bis zum Strömungsabbruch führen. Mit der kleiner werdenden Differenz zwischen Saug- und Dampfdruck des Mediums (entspricht NPSH-Anlage in Meter) steigt die Gefahr von Kavitation. Der NPSH-Wert (Net Positiv Suction Head/Haltdruckhöhe) bezeichnet den Energieunterschied zwischen Gesamtenergiehöhe im Eintrittsquerschnitt der Pumpe gegenüber der Dampfdruckhöhe des Mediums.

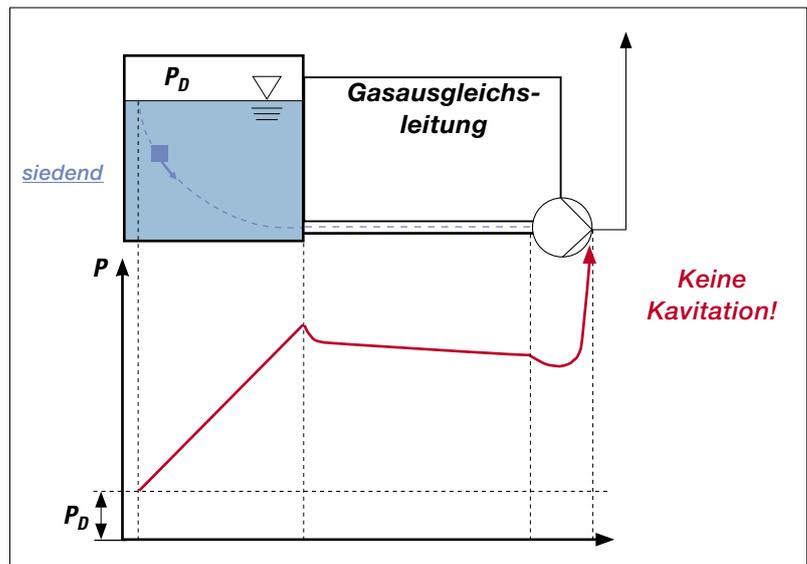
Grundsätzlich gilt: Ein kavitativer Prozess kann vermieden werden, wenn die Gesamtenergiehöhe größer als der Dampfdruck des Mediums ist. Oder anders gesagt, Kavitation entsteht nicht, wenn der Anwendung genügend Systemdruck zur Verfügung gestellt wird. Dazu nutzt man den hydrostatischen Druck der Flüssigkeit, der über einen entsprechend hohen Zulauf zur Pumpe erzeugt wird. Üblicherweise wird dazu eine normalsaugende Pumpe in einer Grube oder ein Zulaufbehälter in entsprechender Höhe installiert. Auch durch Verände-

rungen an der Konstruktion herkömmlicher Pumpen kann die Neigung zur Kavitation beeinflusst werden, zum Beispiel durch Vergrößerung des Laufradeintrittsdurchmessers oder durch die Verringerung der Schaufelzahl. Der Einsatz von doppelflutigen Laufrädern (Teilung der Fördermenge) kann sich ebenfalls positiv auf kavitative Zustände auswirken, weil die Eintrittsbeschleunigung verringert wird. Die Strömung wird sozusagen „geglättet“. Eine andere Variante ist der Einsatz eines Inducers (Vorsatzlaufrad) oder die Laufschaufelverstellung, wie bei großen Kraftwerkspumpen üblich.

Die Betriebsweise einer Pumpe hat ebenfalls Einfluss auf das Kavitationsverhalten: Langsam drehende Pumpen sind weniger kavitativ als schnell drehende. Allerdings verschlechtert sich mit fallender Drehzahl der Wirkungsgrad. Gesonderte Maßnahmen zur Vermeidung von Kavitation verursachen in der Regel zusätzliche Kosten:

- ▶ Um eine NPSH-unkritische Zulaufhöhe zu erhalten oder aus Vakuum zu fördern, sind hohe Infrastrukturkosten notwendig (Gerüste, Gruben, große Vorlagegefäße als Puffer).
- ▶ Die Anpassungen der Pumpe an die Anforderungen (zum Beispiel zur Kondensatförderung) beeinflussen maßgeblich den Preis der Pumpe.
- ▶ Auch der Energieverbrauch der Anwendung übersteigt den Bedarf einer normalen Förderaufgabe und beeinflusst die Betriebskosten in erheblichem Maße negativ.
- ▶ Nicht zu vernachlässigen sind auch die versteckten Instandhaltungskosten (Beispiel Kondensatanwendung), da

Druckverlauf einer Kreiselpumpe
ohne Saugvermögen mit einem
NPSH-Wert < 0,1 m.



die Anlage generell höher beansprucht ist, die Peripherie zur Pumpe mit gepflegt und gewartet werden muss (Grubenentwässerung, Behälterprüfungen) und die notwendige Regelungstechnik einiges an Wartungsaufwand erfordert.

Kavitationsfrei fördern

Anders hingegen die selbstregelnden Kreiselpumpen ohne Saugvermögen. Zusätzlich zum Zulauf und Druckstutzen ist diese Pumpe mit einem Gasausgleichsstutzen versehen. Dieser wird mit der Gasphase des Vorlagebehälters verbunden. Dadurch verliert die Pumpe die Eigenschaft anzusaugen. Im Gegensatz zur normalsaugenden Kreiselpumpe, bei der die typische Druckabsenkung am Laufradeintritt systembedingt immer auftritt, gibt es das Problem bei selbstregelnden Pumpen nicht. Pumpen dieser Art haben einen NPSHR von Null und fördern jedes Medium in jedem Betriebszustand kavitationsfrei.

Dieser Pumpentyp arbeitet selbstregelnd in Abhängigkeit vom Zulauf. Fließt ein Medium in den Behälter, steigt der Flüssigkeits-

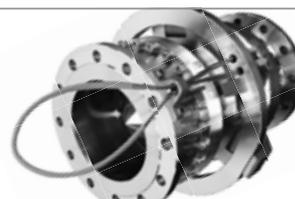
sigkeitsstand so lange an, bis die zufließende Menge gleich der abfließenden ist.

Ergebnis: Es stellt sich ein Gleichgewicht ein. Dieses Prinzip funktioniert ohne jede mechanische oder elektrische Regelungseinrichtung.

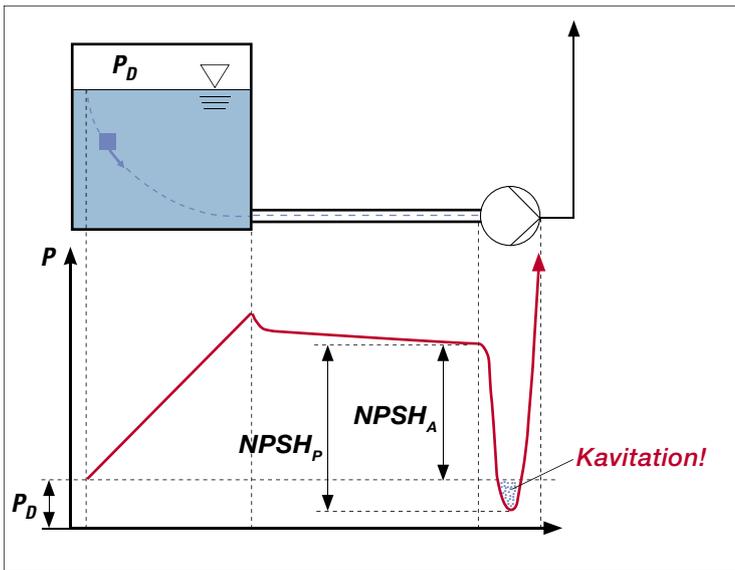
Einsatzgebiete der Pumpen

Die Fülle an kavitationskritischen Anwendungen ist groß. Zu den besonders gefährdeten Fördermedien zählen leicht siedende Stoffe (zum Beispiel Flüssiggase) oder Kondensate, weil diese in der Regel am Siedepunkt vorliegen. Die Förderung von Kondensaten stellt in industriellen Prozessen – insbesondere aber in der Kraftwerkstechnik – eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Im Kraftwerksprozess werden aus dem Wasserdampf-Kreislauf Kondensate abgeleitet. Das Medium – siedend heiß – wird in einen Ausdampfbehälter geleitet und nach Abkühlung in einen Neutralisationsbehälter gepumpt. Die eingesetzte Pumpe mit offenem Laufrad arbeitet selbstregelnd. Die Besonderheiten der Laufradgeometrie und der Druckaus-

Schnell verladen
... mit Sicherheit!
www.rs-seliger.de



RS[®]
Die starke Marke im System



Der Druckverlauf einer normalsaugenden Kreiselpumpe weist Kavitation auf.

gleich am Laufrad tragen zur Stabilität bei. Dampf, der bis zur Pumpe durchschlägt, richtet keinen Schaden an. Er wird über den Druckausgleich abgeführt. Diese Pumpenart arbeitet dauerhaft kavitationsfrei ohne Fördermengenabriss. Deshalb eignet sie sich beispielsweise zur Förderung und Sammlung von Kondensaten und Destillaten. Siedende und feststoffbeladene Mixturen aus Gruben und geschlossenen drucklosen Behältern wie Slopbehältern werden ebenso problemlos gefördert. Weitere Anwendungsbereiche sind Vakuumbandfilter, Zentrifugen, Destillationskolonnen, Eindampfanlagen und Abwassergruben. Eine Besonderheit ist der Einsatz zur restlosen Tankentleerung.

Wirtschaftlich von Anfang an

Maßnahmen zur Vermeidung von Kavitation sind in der Regel mit höheren Investitionskosten durch die Anlagenbauhöhe, den Bau von Gruben und erhöhtem Materialbedarf verbunden. Auch Betriebskosten, zum Beispiel durch höheren Energieverbrauch, und Instandhaltungskosten müssen ebenso wie geringere Standzeiten berücksichtigt werden. Durch die konstruktiven und technischen Besonderheiten der vertikalen selbstregelnden Kreiselpumpen ergeben sich entscheidende Vorteile:

- ▶ Diese Pumpen arbeiten generell kavitationsfrei ($NPSHR < 0,01 \text{ m}$), da am Laufradeintritt keine Druckabsenkung erfolgt. Dadurch wird eine hohe Verfügbarkeit erzielt, was einen Betrieb mit höherer Drehzahl ermöglicht. Die Pum-

pe kann dadurch kleiner dimensioniert werden. Zudem ergibt sich eine Einsparung an Energiekosten. Dank der systemimmanenten Selbstregelung kann die übliche Regelungstechnik eingespart werden. Nur die Flüssigkeit wird gefördert, die durch hydrostatischen Druck von selbst in Pumpe hineinfließt. Sie reagiert unmittelbar auf schwankende Zuflüsse. Das Vorlagegefäß kann kleiner dimensioniert werden.

- ▶ Durch eine minimale erforderliche Zulaufhöhe ist weder eine aufwendige Grube noch ein Gerüst notwendig.
- ▶ Die Konstruktion erlaubt eine Flüssigkeitsförderung direkt aus dem Vakuum ohne Zulaufhöhe. Diskontinuierliche Zulaufströme und Kondensate sind problemlos zu bewältigen.
- ▶ Die Pumpen arbeiten in jedem Betriebszustand selbstentlüftend.
- ▶ Durch den kontinuierlichen Betrieb sind keine Druckschläge zu erwarten.
- ▶ Insbesondere für gashaltige Medien sind sie in punkto Betriebssicherheit geeignet
- ▶ Sie sind konstruktiv trockenlauffähig und sicher ausgeführt.
- ▶ Selbst bei kleinen Fördermengen gibt es keine Regelprobleme.
- ▶ Anwender können eine hohe Betriebszuverlässigkeit und lange Standzeiten bescheinigen. □



Animation zum Pumpen-Prinzip

> MORE@CLICK PAK12867460

GRUNDFOS
INDUSTRIAL SOLUTIONS™

GRENZENLOS FLEXIBEL

GRUNDFOS NB(G)/NK(G) –
EIN KONZEPT FÜR 1001 ANWENDUNGEN



Die Pumpenbaureihe Grundfos NB/NK verändert die bekannten Standards. Die Langlebigkeit und die geringen Lebenszykluskosten sind wegweisend. Entscheidend ist aber die Wandelbarkeit der Pumpenbasis. Ein individuell konzipierter Pumpentyp fügt sich wie angegossen in Ihre Anlage ein.

Grundfos NB(G)/NK(G) – dem Standard weit voraus.

www.grundfos.de



be
think
innovate

GRUNDFOS 