

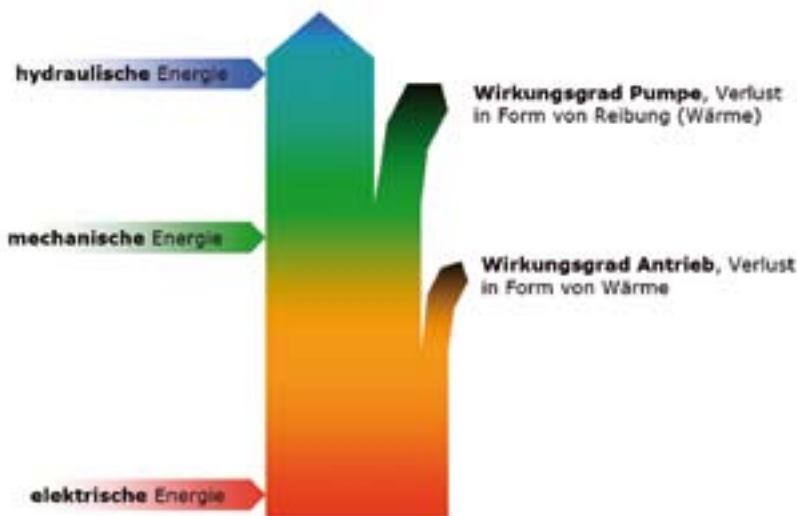
# VTA-WASSERFACHTAGUNG 2008

## Referat von Reto Baumann

### Vorgehen beim Pumpenersatz zur Optimierung der Wirkungsgrade und Senkung der Kosten

#### Übersicht:

- I Die auftretenden Energieformen beim Betrieb einer Kreiselpumpe
- II Ursachen für eine Verschiebung des Pumpenbetriebspunktes
- III Pumpenersatz, eine einmalige Gelegenheit zur Optimierung
- IV Die verschiedenen Qualitätsausführungen, Tendenzen der Entwicklung
- V Revision der bestehenden Pumpe oder Neupumpe?



Übersicht der Energieumwandlung

#### I Die auftretenden Energieformen beim Betrieb einer Kreiselpumpe

Der Antriebsmotor wandelt die elektrische Energie in mechanische Energie in Form eines Drehmomentes auf der Antriebswelle um. Durch diese Umwandlung entsteht ein Verlust in Form von Wärme. Heutzutage sind mit dem Einsatz von EFF1-Antrieben Wirkungsgrade bis 96% erreichbar. Das Pumpen-

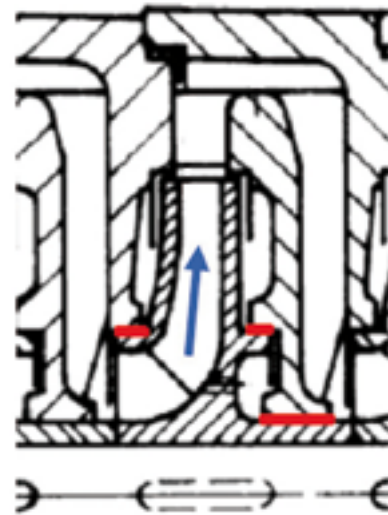
laufrad wandelt das Drehmoment in eine hydraulische Wasserförderung um. Durch die Umwandlung entstehen Verluste in Form von Reibung (Wärme). Kreiselpumpen können bei entsprechend optimaler spezifischer Drehzahl Wirkungsgrade im Bereich von 85% erreichen. Die hydraulischen Wirkungsgrade von Kreiselpumpen sind seit Jahrzehnten technisch ausgereizt. Entgegen der Erwartung, dass eine neuere Pumpe auch bessere Wirkungsgrade aufweist zeigt sich häufig, dass zugunsten von rationelleren Produktionsverfahren Restriktionen hinsichtlich eines tieferen Wirkungsgrades akzeptiert werden.

#### II Ursachen für eine Verschiebung des Pumpenbetriebspunktes

**Fall 1: Es werden keine periodischen Revisionen durchgeführt**  
Hierbei muss zwischen mechanischem und hydraulischem Verschleiss unterschieden werden. Betroffen vom **mechanischen Verschleiss** sind meist die Lagerstellen und die Wellenabdichtung. Grundsätzlich kann dazu festgehal-

ten werden, dass bei zunehmendem mechanischem Verschleiss die Leistungsaufnahme der Pumpe bei konstanten hydraulischen Parametern ansteigt.

Verursacht durch den **hydraulischen Verschleiss** (auch bei reinen Medien wie Trinkwasser) werden die Spaltspiele, welche die dynamische Abdichtung von Bereichen höheren Druckes zu Bereichen niedrigeren Druckes übernehmen sollten, kontinuierlich vergrössert (siehe rote Markierung).

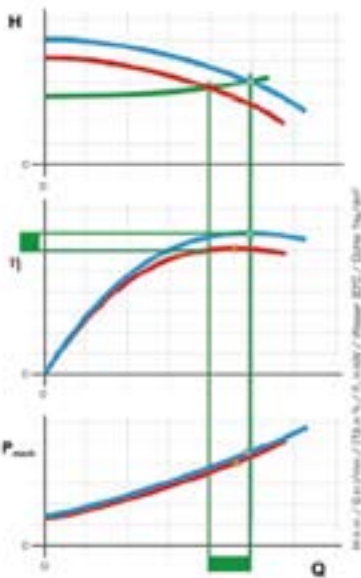


Spaltspiele in einer Kreiselpumpe

Durch die Vergrösserung der Spaltspiele entsteht bei der Betrachtung der Pumpenhydraulik eine statische Verlustwirkung (interne Zirkulation). Diese hat gemäss der dargestellten Kennlinie zur Folge, dass sich der Pumpenbetriebspunkt vom Auslegungspunkt wegbewegt. Eine weitere Folge ist die Reduktion des hydraulischen Wirkungsgrades. Somit muss je nach Verschleisszustand deutlich mehr Energie aufgewendet werden, um die Förderaufgabe zu erfüllen.

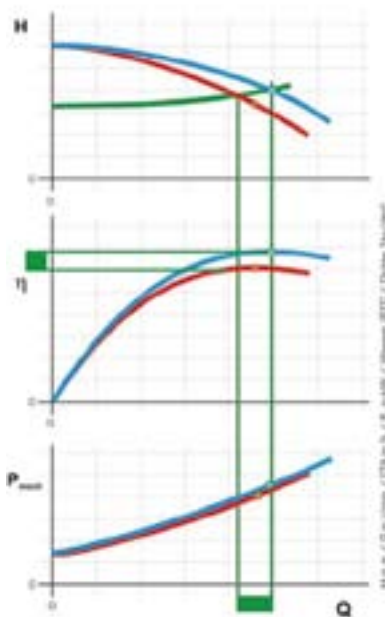
Die interne Korrosion und Verockerung der Pumpe kann ebenfalls in den Bereich des hydraulischen Verschleisses eingeordnet werden.





Statische Verlustwirkung

Im Gegensatz zu vergrösserten Spaltspielen verengen sich dabei die für die Wasserförderung vorgesehenen Kanäle. Dadurch entsteht eine dynamische Verlustwirkung, welche die gleichen nachteiligen Folgen aufweist wie die statische Verlustwirkung.

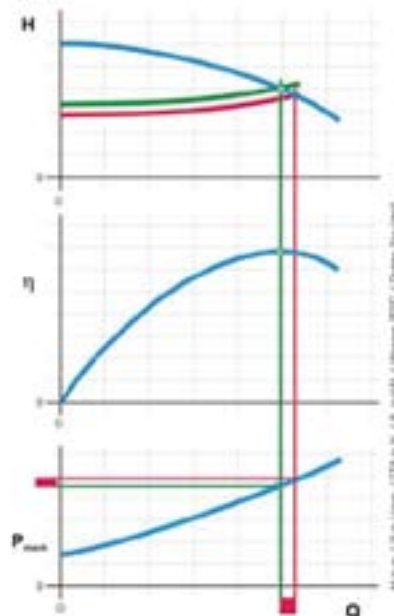


Dynamische Verlustwirkung

**Fall 2: Veränderung der Anlageparameter**

Wenn an einem hydraulischen System Parameter verändert werden (Leitungsführung, Leitungsdurchmesser, Koten der Wasserspiegel, etc.) ist unbedingt die Auswirkung auf die im System installierte Pumpe vorgängig abzuklären.

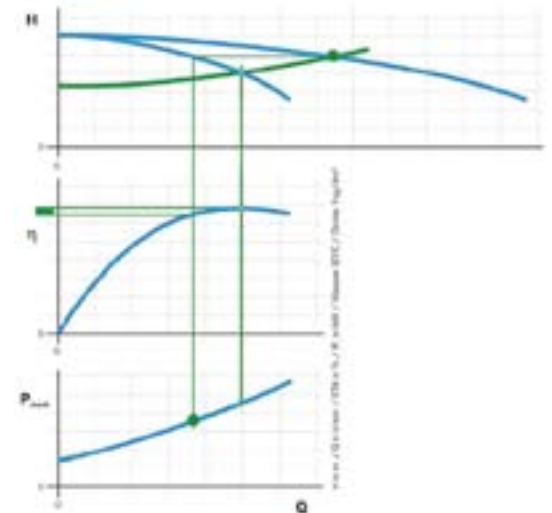
Im vorliegenden Beispiel wurde ein neues Reservoir auf einer leicht angepassten (tieferen) Kote installiert. Die Pumpe wurde nicht angepasst. Dies hatte eine erhöhte Förderung und eine damit verbundene erhöhte Stromaufnahme zur Folge, welche bereits nach kurzer Betriebszeit zu einem Ausfall der Pumpe geführt hat mit der Diagnose: Wicklungsschluss, Überlast Motor.



Neue Betriebsdaten mit niedrigerer Förderhöhe

In einem anderen Fall hat eine Versorgung aufgrund eines steigenden Wasserbedarfs beschlossen, in einem bestehenden Grundwasserpumpwerk die für Einzelförderung ausgelegten Pumpen (2x100%) einfach parallel zu betreiben. Dies

hat, wie die Kennlinie zeigt, zur Folge, dass der Gesamtwirkungsgrad des Systems sinkt und somit mehr Energie für die Förderaufgabe benötigt wird. Im vorliegenden Beispiel haben die Mehrkosten durch den gesteigerten Energiebedarf bereits nach 6 Jahren den Anschaffungspreis einer neuen, grösseren, für die Förderaufgabe geeigneten Pumpe erreicht.



Parallellauf mit tieferem Wirkungsgrad

**III Pumpenersatz eine einmalige Gelegenheit zur Optimierung**

Der Ersatz einer Kreiselpumpe in der Wasserversorgung ist häufig die einmalige Gelegenheit zu Optimierungen der Energie- sowie der Gesamtkosten für die nächsten Jahrzehnte. Darum ist dieser Schritt sorgfältig zu planen. Bei der Häny AG hat sich das folgende schrittweise Vorgehen bewährt:

1. Aufnahme und Messung der aktuellen Anlageparameter
2. Vergleich mit den Auslegungsdaten der aktuellen Pumpe
3. Feststellung der Abweichung, Festlegung der erforderlichen Parameter
4. Entscheidungsgrundlagen für die Beschaffung der Neupumpe



Wasser

# VTA-WASSERFACHTAGUNG

## Referat von Reto Baumann

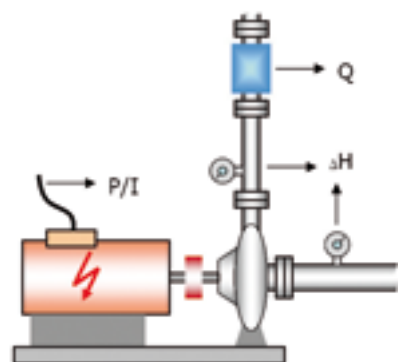
5. Einbau der Neupumpe
6. Erneute Messung der Anlageparameter
7. Erfolgsnachweis der Optimierung/Modifikation



Sieben Schritte für einen erfolgreichen Pumpenersatz

### 1. Aufnahme und Messung der aktuellen Anlageparameter

Folgende Parameter müssen aufgezeichnet werden:  $Q$  = Volumenstrom,  $H$  = Differenzdruck (HMano),  $I/P$  = Phasenstrom-/leistung. Die Aufnahme dieser Parameter muss exakt in dem Betriebszustand durchgeführt werden, in welchem die Pumpe ihren vorgesehenen Betrieb leistet. Falls mehrere Betriebszustände auftreten können, sind die beiden Extremfälle aufzuzeichnen. Wenn das Mess-Equipment nicht vorhanden ist, lohnt sich der Aufwand zur Miete eines solchen allemal.



Messanordnung

### 2. Vergleich mit den Auslegungsdaten der aktuellen Pumpe

Stimmen die gemessenen Daten mit der damaligen Auslegung überein? Liegt eine Abweichung auf-

grund einer Veränderung der Fördercharakteristik der Pumpe vor? Liegt eine Abweichung aufgrund einer Veränderung der Systemcharakteristik vor?

Nach der Beantwortung dieser Fragen, kann zu Schritt drei weitergegangen werden. Um den Vergleich zu erstellen, muss vom Hersteller der eingebauten Pumpe die Detailkennlinie verlangt werden.

### 3. Feststellung der Abweichung, Definition der erforderlichen Parameter

Nachdem nun mögliche Abweichungen zum Sollzustand lokalisiert wurden, kann anhand des aktuellen Betriebskonzeptes der Wasserversorgung (GWP) der neue, möglicherweise abweichende Förderbedarf der einzubauenden Pumpe festgelegt werden ( $Q/H$ ).

Die Erfahrung zeigt, dass die Chance, dass die Auslegungsdaten der eingebauten Pumpe 1:1 mit den erforderlichen Auslegungsdaten für die Ersatzpumpe übereinstimmen sehr gering ist. Dies trifft vor allem bei altgedienten Pumpen (30 Jahre und mehr) zu.

### 4. Entscheidungsgrundlagen für die Beschaffung der Neupumpe

Anhand der vorliegenden Informationen können nun bei potentiellen Lieferanten Angebote für das Ersatzprodukt eingeholt und verglichen werden.

### 5. Einbau der Neupumpe

Unsere Erfahrung zeigt, dass es empfehlenswert ist, für den Einbau der Neupumpe und deren Inbetriebnahme die Serviceorganisation des Lieferanten zu beauftragen. Damit können allfällig später auftretende Probleme im Betrieb und die Übernahme der Verantwortung dafür viel einfacher zugeordnet werden.

### 6. Erneute Messung der Anlageparameter

Im Idealfall können gleich bei der Inbetriebnahme die Parameter analog zu Punkt 1. der neu eingebauten Pumpe aufgenommen werden. Wichtig dabei ist, dass die Messbedingungen dem eigentlichen Einsatzfall entsprechen.

### 7. Erfolgsnachweis der Optimierung/Modifikation

Anhand der nun vorliegenden Messergebnisse kann einerseits geprüft werden, ob die Pumpe die Versprechen der Lieferfirma erfüllt und ob der erwartete Effekt bezüglich Energieeinsparungen damit auch wirklich umgesetzt werden konnte.

### IV Die verschiedenen Qualitätsausführungen, Tendenzen der Entwicklung

Bei der Betrachtung der Entwicklung des Pumpenmarktes kann generell festgestellt werden,

- dass der Markt eine sinkende Investitionsbereitschaft aufweist.
- dass die Abschreibungszeiten immer kürzer angesetzt werden.
- dass weniger Know-how intensive Produkte verlangt werden,
- dass Kapazitäten beim Unterhaltspersonal eingespart werden müssen.
- dass eine erhöhte Verfügbarkeit der After-Sales-Dienstleistungen des Lieferanten verlangt wird.

Das Gros der Hersteller reagiert auf die Marktbedürfnisse «Senkung der Produktkosten» hauptsächlich durch die Reduktion des Pumpengewichtes. Dies wird erreicht, indem die Maschinen tendenziell in einer höheren Drehzahlausführung hergestellt werden. Bei einer rotierenden Maschine hat eine Erhöhung

# VTA-WASSERFACHTAGUNG

## Referat von Reto Baumann



Trends der Marktentwicklung

der Drehzahl immer einen direkten, negativen Einfluss auf die Lebensdauer.

Durch die grosse Vielfalt an Herstellern, Händlern und Produkten sind für die ausschreibenden Ingenieurbüros die Anforderungen an einen die Qualität der Maschinen berücksichtigenden Fokus stark gestiegen. Die Häny AG, welche den Fokus ihrer Produkte primär auf die qualitativ hochwertige Ausführung legt, hört daher ab und zu von einem Kunden nach der Präsen-

tation einer alternativen Lösung die Aussage: «Hätten wir das von Anfang an gewusst, wären wir auch bereit gewesen 20% mehr zu investieren!».

Um Kreiselpumpen möglichst aussagekräftig und realitätsnah miteinander zu vergleichen, sollten folgende Parameter berücksichtigt werden:

- Pumpen-Wirkungsgrad
- Motoren-Wirkungsgrad
- Aufstellungsart (vertikal/horizontal)

- Drehzahl (je tiefer desto besser)
- Verwendete Materialien
- Art des Axialschubausgleichs
- Art und Materialien der Wellenabdichtung
- Schutzhülsen im Bereich der «freien Pumpenwelle»
- Art der Lagerung/Lagergrösse
- Wellendurchmesser
- **Gewicht der Einheit** (Wandstärken, Wellendurchmesser, Lagergrösse, etc.)

Obwohl das Gewicht als Bewertungskriterium auf den ersten Blick merkwürdig erscheinen mag, ist es durchwegs aussagekräftig. Die Qualität jeder rotierenden Maschine steht in einer direkten Beziehung zu deren Gewicht.

### V Revision der bestehenden Pumpe oder Neupumpe

Vor der Revision einer alten, schweren Pumpe (z.B. Bohrlochwel-

	Bohrlochwellenpumpe (BLP)	Unterwassermotorpumpe (UWP)
Beschreibung:	Typ BPK 28/5st./1450 min <sup>-1</sup>	Typ D420/5st./1450 min <sup>-1</sup>
Ziellebensdauer	50 Jahre	12 – 15 Jahre
Hydr.Daten	Q= 104 l/s ; H= 107 m	Q= 104 l/s ; H= 107 m
ETA Pumpe (%)	84.2 % (ISO 9906/II)	73.9 % (ISO 9906/II)
ETA Motor (%)	96.1 %	88.0 %
P verlust (kW)	3.2 kW	0 kW (da keine Transmissionswelle)
P1 (el.) (kW)	138.1 kW	167.9 kW
Einsparung (kW)	29.8 kW ( -21.6%)	
Einsparung (kWh/a)	130'524 kWh/a	12h pro Tag, 365 Tage im Jahr
Einsparung (CHF/a)	11'747.15 CHF/a (Energiekosten)	Energiekostensatz 0.09 CHF/kWh

Energiekostenvergleich





lenpumpe) stellt sich die Frage, ob anstelle der relativ teuren Neuwert-Revision eine neue, leichtere Pumpenbaureihe (z.B. Unterwassermotorpumpe) eingesetzt werden soll.

Der Vergleich auf Seite 45 der Energiekosten zeigt anhand eines effektiven Beispiels auf, dass mit der revidierten «alten» Bohrlochwellenpumpe gegenüber einer Unterwassermotorpumpe pro Jahr 11'700 CHF eingespart werden können.

Die Aussage, dass eine Neupumpe einer Revision generell vorzuziehen wäre ist völlig unangebracht. Oftmals wurden Pumpen, welche vor 30-50 Jahren gebaut wurden derart massiv konstruiert, dass sie

nach einer Revision die Lebensdauer der alternativ neu eingesetzten Baureihe um ein Mehrfaches überschreiten.

#### Zusammenfassung

Regelmässiger Unterhalt und Wartung an einer Pumpe ist unabdingbar, um einen energieeffizienten und störungsfreien Betrieb sicherzustellen.

Der Ersatz einer Kreiselpumpe ist bei guter Planung eine einmalige Gelegenheit, die Energiekosten und die Betriebsbedingungen zu optimieren.

Bei der Evaluation einer neuen Pumpe müssen die Angebote genau

analysiert werden, um nicht Gefahr zu laufen, Birnen mit Äpfeln zu vergleichen.

Eine neue Kreiselpumpe hat überhaupt nicht zwingend auch einen besseren Wirkungsgrad.

Oftmals kann eine Revision gegenüber der Beschaffung einer Neupumpe eine lohnenswerte Alternative darstellen.

*Reto Baumann  
Häny AG  
Pumpen, Turbinen  
und Systeme  
Buechstrasse 20  
CH-8645 Jona  
Tel. 044 925 41 11  
Fax 044 923 38 44  
reto.baumann@haeny.com*



## KURZ NOTIERT

## Weltwassertag 22. März 2009

Der Weltwassertag stand unter dem Motto «Grenzübergreifende Wasservorkommen» («Transboundary Water»). Die UNESCO und die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa UNECE sind gemeinsam für die Veranstaltungen zuständig, die vor allem im Rahmen des 5. Weltwasserforum in Istanbul stattfanden.

Der Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW nahm in der Schweiz den diesjährigen Weltwassertag zum Anlass, auf die Initiative von «solidarit'eau

suisse» aufmerksam zu machen. Hierzulande kann frisches Leitungswasser nach Belieben vom Wasserhahn getrunken werden. Wenn wir allerdings über die Schweiz und Europa hinausschauen, ist die ausreichende Versorgung der Menschen mit Wasser nicht garantiert. Im 21. Jahrhundert werden wir vor dem Problem stehen, eine ausreichende Wasserversorgung der Weltbevölkerung zu gewährleisten, damit um das Wasser keine kriegerischen bzw. gewaltsamen Konflikte ausbrechen. Um diesen Problemen Herr zu werden, sind zusätzliche Anstrengungen notwendig.

Die Sicherstellung von genügend sauberem Trinkwasser in Entwicklungsländern liegt auch im Interesse der Schweiz. Denn Wasser bedeutet Leben. Fehlt dieses, verlassen die Menschen diese Regionen und suchen sich anderswo

auf der Welt bessere Lebensbedingungen.

Der SVGW und solidarit'eau suisse nahmen deshalb den diesjährigen Weltwassertag zum Anlass, öffentlich auf die Initiative von «solidarit'eau suisse» hinzuweisen und die Wasserversorgungen zum Mitmachen anzuregen. Diese Initiative fördert seit Juni 2007 die Unterstützung von Trinkwasserprojekten in Entwicklungsländern durch Schweizer Wasserversorgungen und Gemeinden. Bereits engagieren sich mehrere Schweizer Wasserversorgungen und unterstützen Trinkwasserprojekte in Entwicklungsländern.

*Weitere Informationen finden Sie unter [www.solidariteausuisse.ch](http://www.solidariteausuisse.ch)  
Informationen rund um den Weltwassertag finden Sie hier:  
<http://www.unwater.org/worldwaterday/flashindex.html>*

