

# Innovative Energie- einsparung

Pumpen im  
Zusammenspiel  
mit dem Gesamtsystem

Prof. Dr.-Ing. Helmut  
Jaberg, Institut für  
Hydraulische Strömungs-  
maschinen, TU Graz

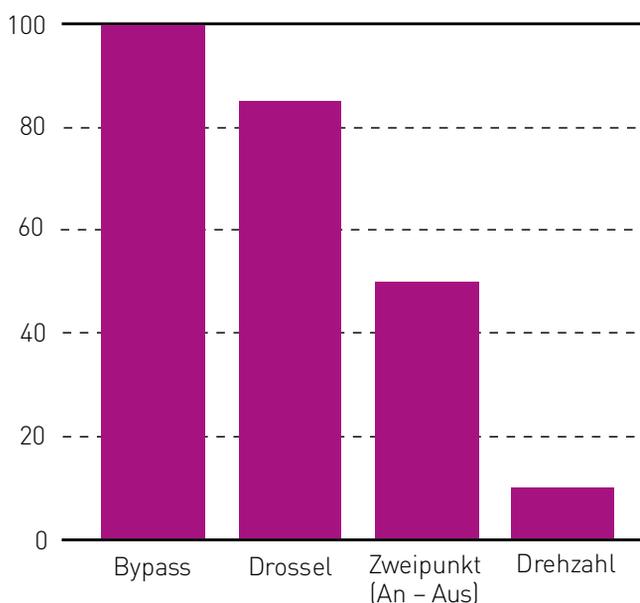
**Das Herz jeder Industrieanlage ist die Pumpe – das so oft unbeachtete Arbeitstier. Betreiber von Anlagen sollten die Wirkungsgrade ihrer Pumpenaggregate genau kennen. Jedoch das größte Potenzial zur Einsparung von Energie und somit Betriebskosten besteht durch Optimierung des Gesamtsystems unter Berücksichtigung des Zusammenspiels zwischen den Pumpen und dem gesamten Produktionsprozess.**

Der Pumpenmarkt wird durch die wachsende Weltbevölkerung getragen, wobei dies auf der einen Seite erfreulich ist und auf der anderen Seite aufgrund der Ressourcenbegrenzung der Erde einen Konflikt erzeugt. Daher ist der Fokus bei der Entwicklung von Pumpen auf Energieeffizienz wesentlich, denn laut dem Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung werden etwa 30% des Stromverbrauchs für Antriebssysteme in der Industrie für Pumpen benötigt. Dies entspricht etwa 13% des gesamten Stromverbrauchs der EU. Allein in der chemischen Industrie Deutschlands sind etwa eine halbe Million Pumpen installiert, das sind mehr Pumpen, als Mitarbeiter (432.500, 1Q/2013 lt. VCI) in der gesamten Chemiebranche beschäftigt sind. Nach realistischen Schätzungen verbrauchen zwei Drittel aller Pumpen bis zu 60% zu viel Energie.

### Potenziale zur Optimierung der Pumpe

In einer ganzheitlichen Betrachtungsweise gilt immer noch der Grundgedanke, dass die Anlagen Energie verbrauchen und Pumpen dem System Energie zur Verfügung stellen. Die beste Energienutzung verspricht eine punktgenaue Auslegung der Pumpe und die hydraulisch optimierte Anordnung in der Anlage. Aufgrund historisch gewachsener Anlagen und Furcht vor dem Pumpen-

1/2



Quelle: dena – Deutsche Energie-Agentur

Energieverbrauch verschiedener Regelungsarten im Teillastbetrieb für ein ausgewähltes Anwendungsbeispiel.

bzw. Prozessstillstand sind viele Pumpen überdimensioniert, dadurch besteht ein Interessenkonflikt zwischen Produktionssicherheit und Energieersparnis.

Eine effiziente Regelung für veränderliche Förderleistungen je nach Prozessanforderung durch Drehzahlregelung oder Parallelschaltung bringt ein großes Energiesparpotenzial in sich. Nur durch eine realistische Beurteilung der jährlichen Betriebsstundenzahlen in Voll- und Teillast ist die Auswahl einer optimalen Regelungsstrategie möglich. Die Entscheidung sollte dann zu Gunsten der Alternative mit den geringsten Lebenszykluskosten getroffen werden. Mittlerweile hat sich die Drehzahlregelung durch Frequenzumformer als zuverlässig sowie kostengünstig etabliert. Neben den reduzierten Anfahrströmen besteht der wesentliche Vorteil darin, die Drehzahl flexibel zu gestalten und statt einer Pumpenkurve ein komplettes Pumpenkennfeld, also das Verhältnis von Förderstrom zu Förderhöhe in Abhängigkeit der Drehzahl, abfahren zu können. Liegen die Betriebspunkte der Anlage völlig außerhalb des Arbeitsbereichs, hilft nur ein Austausch des bestehenden Laufrads durch ein neues mit einer besseren Charakteristik weiter.

Betrachtung der Drehzahlregelung zur Förderstromanpassung:

- ▶ Vermeidung von Drucküberschüssen, vermeintlichen Sicherheitsmargen und Toleranzen
- ▶ Sanftes Anfahren der Pumpen am Frequenzumrichter
- ▶ Schonung / Verschleißminderung mechanischer Teile
- ▶ Reduzierung hydraulischer Rückwirkungen
- ▶ Geringere Netzbelastung durch reduzierte Anlaufströme
- ▶ Reduzierte Lebenszykluskosten
- ▶ Höherer regelungstechnischer Aufwand

## Das Gesamtsystem im Visier

Auch eine kontinuierliche Wartung bietet Einsparpotenzial, nimmt doch bei allen Aggregaten durch Abnutzung bzw. Alterung der Wirkungsgrad ab. In Rohrleitungen nimmt der Leitungswiderstand durch Korrosion und Ablagerungen zu. Armaturen werden undicht, was zu Druckverlusten im System führt. Laut Deutsche Energie-Agentur büßen Pumpen bei schlechter Wartung bis zu 15% ihres Wirkungsgrades ein.

Eine Armatur wie Schieber oder Absperrklappe zur Drosselung einer Anlagenkennlinie war bei niedrigen Energiepreisen stets eine kostengünstige Alternative zu Frequenzumformer und Laufradaustausch. Der unnötig hohe Energieverbrauch wird in Kauf genommen und oft unterschätzt.

Die Regelung der Durchflussmenge mit einem Frequenzumrichter erfolgt wesentlich exakter sowie schneller und ermöglicht eine indirekte Interaktion zwischen Pumpe und Anlagenzustand. Beispielsweise kann eine Steuerungseinheit automatisch die Drehzahl bei bestimmten Prozessparametern vorgeben, sodass sich die Pumpe intelligent an den Prozess anpasst. Das spart nicht nur Energie und die damit verbundenen Kosten je nach Betriebszustand, sondern ermöglicht das Betreiben der Gesamtanlage immer im jeweiligen Betriebsoptimum aller Teilkomponenten und führt zu beachtlichen Verbesserungen des Anlagenwirkungsgrads.

## Systematisch den Anlagenwirkungsgrad verbessern

Die folgende Aufzählung gibt einen Überblick, um mit einem systematischen Ansatz das Energiesparpotenzial der Gesamtanlage zu analysieren.

### ▶ Instandhaltung optimieren

Bewertung des Verhältnisses Instandhaltungs- zu Produktionsausfallkosten. Welche „Werkzeuge“ werden zur Zustandsbeurteilung eingesetzt und wann sollen Verschleißteile ausgetauscht werden, um Folgekosten bei Defekten zu minimieren?

### ▶ Regelstrategie überprüfen

Drehzahlregelung bietet oft die meisten Vorteile für die Regelung des Volumenstromes je nach Lastbetrieb der Anlage.

### ▶ „Flaschenhalse“ weiten

Für den Einbau von Ventilen oder Messgeräten wird ein kleinerer Durchmesser gewählt, um Investitionskosten zu sparen oder um den Volumenstrom zu drosseln. Diese Einschnürungen führen zu einer steileren Anlagenkennlinie, also zu einer rapiden Zunahme der Energieverluste mit steigendem Förderstrom. Einschnürungen der Strömung verursachen zusätzliche Druckverluste

### ▶ „Druckverbraucher“ austauschen

Überprüfung von Elementen mit hohen Druckverlusten wie Filtern und Wärmetauschern, ob diese durch Alternativen mit günstigeren hydraulischen Eigenschaften ersetzt werden können. Steht ohnehin eine Revision der Anlage aufgrund von Korrosion/Ablagerungen an oder entstehen durch Dichtheitsprobleme hohe Wartungs- oder Produktionsausfallkosten durch diese Druckverbraucher, so ist eine Austauschinvestition wirtschaftlich sinnvoll.

### ▶ Volumenströme anpassen

Kann ein Prozess mit geringeren Förderströmen betrieben werden, so ist eine Anpassung der Pumpenleistung z.B. durch Drehzahlregelung oder Abdrehen des Laufraddurchmessers aus Energie- und Kostenersparnis empfehlenswert.

### ▶ Pumpe anpassen

Arbeitet die Pumpe im tatsächlichen Betriebspunkt mit ihrem optimalen Wirkungsgrad? Wenn nicht, ist ein Tausch der Pumpe oder des Laufrads sinnvoll.

### ▶ Antrieb verbessern

Je älter der Motor, desto eher rentiert sich der Austausch des kompletten Antriebs inkl. eines Motors mit höherer Effizienzklasse als nur eine Generalüberholung des Motors. Maßnahmen am Pumpenantrieb benötigen die geringsten baulichen Änderungen und bringen deutliche Wirkungsgradverbesserungen. Eine Neudimensionierung kann ebenso durch andere bereits durchgeführte Verbesserungen in der Gesamtanlage notwendig werden.

### ▶ Regelung neu parametrieren

Eine nicht optimal eingestellte Regelung führt meist nicht nur zu höheren Energiekosten, sondern auch zu höheren Instandhaltungskosten und häufigeren Produktionsausfällen.

Die oben angeführten Maßnahmen geben einen Überblick und zeigen die Möglichkeiten zur Optimierung einer Anlage auf, wobei die Herausforderungen in den tiefer liegenden Details liegen. Das Knowhow eines Pumpenexperten unterstützt wesentlich bei einer kritischen Prüfung der Anlage, um ökonomisch sinnvolle Empfehlungen für Optimierungen auf dem aktuellen Stand der Technik zu erhalten. Effiziente Anlagen



**Helmut Jaberg** studierte Luft- und Raumfahrttechnik in Stuttgart, München sowie Southampton und arbeitete bei MTU München GmbH. Nach der Dissertation an der Universität Stuttgart (1986) war er Abteilungsleiter in der F&E bei der KSB AG, danach Leiter der technischen Entwicklung eines deutsch-französischen Geschäftsbereichs und Direktor eines Geschäftsfeldes. Seit 1995 leitet er das in der Industrie mit den Schwerpunkten Pumpen – Turbinen – Gesamtsysteme renommierte Institut für hydraulische Strömungsmaschinen an der TU Graz und ist Partner einer international tätigen Unternehmensberatung. Prof. Jaberg ist Gründer und Leiter der Praktikerkonferenz „Pumpen in der Verfahrens- und Kraftwerkstechnik“, die seit 1996 jährlich immer in der Woche nach Ostern in Graz stattfindet.

1/2

sparen Geld und stärken zugleich die Wettbewerbsfähigkeit, schonen die Umwelt und reduzieren schlussendlich den Verbrauch der natürlichen Ressourcen.

**helmut.jaberg@tugraz.at**

### **Veranstaltungstipp zum Thema Pumpentechnologie:**

**18. Praktikerkonferenz:  
„Pumpen in der Verfahrens- und Kraftwerkstechnik“  
28. – 30. April 2014 Technische Universität Graz**

Die bereits 18. Praktikerkonferenz „Pumpen in der Verfahrens- und Kraftwerkstechnik“ findet vom 28. bis 30. April 2014, traditionell wieder eine Woche nach Ostern, in Graz statt. Unter dem Motto „Von Praktikern für Praktiker“ lädt Gründer und Leiter der Veranstaltung, Herr Prof.-Dr.-Ing. Helmut Jaberg Anwender und Betreiber ein, sich mit ausgewiesenen Experten über praktischen Erfahrungen, Problemlösungen und die neuesten Trends auszutauschen. Das breitgespannte Spektrum der Vorträge reicht von Kreiselpumpen mit Gleitringdichtungen bis zu hermetisch dichten Ausführungen mit Magnetkupplung, von Verdrängerpumpen über Kesselspeisepumpen (wahrscheinlich die höchstbeanspruchten Turbomaschinen überhaupt!) bis hin zu riesigen Kühlwasserpumpen und kleinsten Mikropumpen.

**Informationen zur Konferenz [www.praktiker-konferenz.com](http://www.praktiker-konferenz.com)**