

Pumpen und Lüfter: Clever Energie sparen

Gerade Pumpen und Lüfter sind hervorragend geeignet, Einsparungen zu erzielen. Sie gehören zu den größten Verbrauchern elektrischer Energie in der Industrie und idealerweise geht ihr Energieverbrauch in der dritten Potenz mit der Drehzahl zurück. Aber nicht alle Anwendungen und Strömungsmaschinen sind für eine Drehzahlregelung geeignet. Und bei einigen müssen Anwender entsprechende Rahmenbedingungen beachten.

Seit Jahren steigen die Energiepreise und damit das Interesse an Energieeinsparungen in Anwendungen der Industrie, des Handels und des Gewerbes. Anwender können durch Einsparung von Energiekosten ihre Betriebskosten trotz steigender Energiepreise konstant halten oder gar senken. Maschinen- und Anlagenbauer erzielen Wettbewerbsvorteile über den geringeren Energieverbrauch ihrer Anlagen und die daraus resultierenden niedrigeren Energiekosten.

Ziel vieler Anwender ist es, sowohl bei bestehenden wie auch bei neuen Anlagen und Maschinen erhebliche Einsparungen im Energieverbrauch vorzunehmen. Eine Schlüsseltechnologie für eine erhöhte Energieeffizienz stellt die elektrische Antriebstechnik dar. Sie ist derzeit die effek-

tivste Lösung, den Energieverbrauch schnell und deutlich zu senken. Allerdings fordern Betreiber sowie Maschinen- und Anlagenbauer, dass entsprechende Maßnahmen einfach, schnell und vor allem preiswert umzusetzen sind.

Potenziale zur Energieeinsparung gibt es in fast allen Bereichen, gleichgültig, ob es sich dabei um Anlagen der Gebäudetechnik oder um chemische Prozesse handelt, die Dosierpumpen oder Ventilatoren für Gebläse oder Lüftungen einsetzen. Die Schwierigkeit liegt immer in der Identifizierung und Abschätzung der Potenziale sowie in einer (wirtschaftlich) optimalen Umsetzung. Besonderes Augenmerk muss der Anwender/Betreiber bei der Ergreifung von Maßnahmen auf ihren jeweiligen Nutzen legen.

Drehzahlregelung als Sparfaktor

In vielen Anwendungen der Industrie und Gebäudetechnik kommen heute Pumpen und Lüfter zum Einsatz. Sie sind hervorragend für Einsparungen geeignet. Denn zum einen gehören sie zu den größten Verbrauchern elektrischer Energie in der Industrie, zum andern geht bei Kreiselpumpen und Ventilatoren der Energieverbrauch in der 3. Potenz mit der Drehzahl zurück. Eine einfache, aber sehr effektive

Methode zur Energieeinsparung bei Strömungsmaschinen mit quadratischen Lastmomenten ist daher die Drehzahlregelung.

Eine schnelle und einfache Lösung wäre demnach, alle Pumpen und Lüfter mit quadratischem Kennlinienverlauf mit modernen Frequenzumrichtern auszurüsten und damit ihre Drehzahl zu regeln. Dabei sprechen auch die sinkenden Preise für eine solche Maßnahme, die Umrichter immer attraktiver machen. Aber Achtung: Nicht alle Pumpen und Ventilatoren sind für eine Drehzahlregelung geeignet. Und nicht immer ist der preislich günstigste Frequenzumrichter die wirtschaftlich optimale Lösung.

Um Überraschungen bei der Drehzahlregelung von Pumpen und Lüftern zu vermeiden, sollte der Betreiber in der Projektierungsphase beachten, dass sich mit Änderung der Drehzahl auch der Arbeitspunkt und somit der Wirkungsgrad der Strömungsmaschine ändert. Zur Vermeidung unwirtschaftlicher und kontraproduktiver Maßnahmen ist es notwendig, alle Aspekte, sowohl in technischer wie auch kommerzieller und logistischer Art, vor einer Investitionsentscheidung zu prüfen. Damit die Kosten und die Effektivität durch den Einsatz drehzahl geregelter Pumpen und Lüfter stimmen, sollte der Anwender eines Frequenzumrichters diesen nicht nach dem günstigsten Preis, sondern nach dem wirtschaftlich sinnvollsten und attraktivsten Angebot über die Gesamtlebenszeit auswählen.

Der Anteil der Pumpen- und Lüfteranwendungen ist enorm. Eine grobe Übersicht über den Anteil dieser Anwendungen gibt eine Untersuchung der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2000. Ca. 70 % des in der gesamten EU (15) industriell genutzten Stroms verbrauchen elektrische Motore. Und mit etwa 37 % haben Pumpen und Lüfter einen beträchtlichen Anteil daran. In Bereich von Handel, Gewerbe und Dienstleistung liegt der Anteil EU-weit sogar bei ca. 40 %. Es ist davon auszugehen, dass dieses Verhältnis auch für die seit dieser Untersuchung erweiterte EU weiterhin gilt oder der Anteil gar noch gestiegen ist.



Foto: Danfoss

Abb. 1: Die Reduzierung der Drehzahl um 20 % kann bei Pumpenanwendungen im Idealfall die Energiekosten um bis zu 50 % senken.

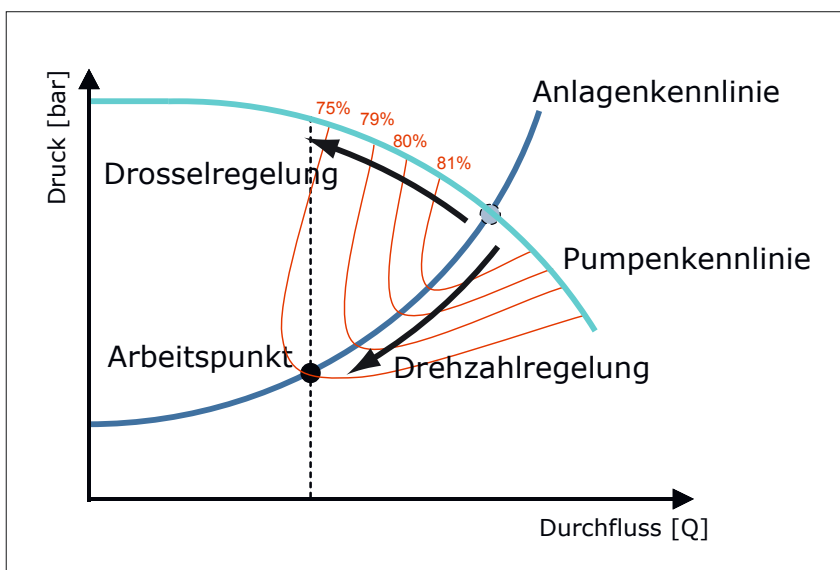


Abb. 2: Im Kennliniendiagramm sind neben der Pumpen- und Anlagenkennlinie auch einige Wirkungsgradgrenzen dargestellt. Durch Drossel- und Drehzahlregelung bewegt sich der Arbeitspunkt aus dem Wirkungsgradoptimum heraus.

Abb.: Danfoss

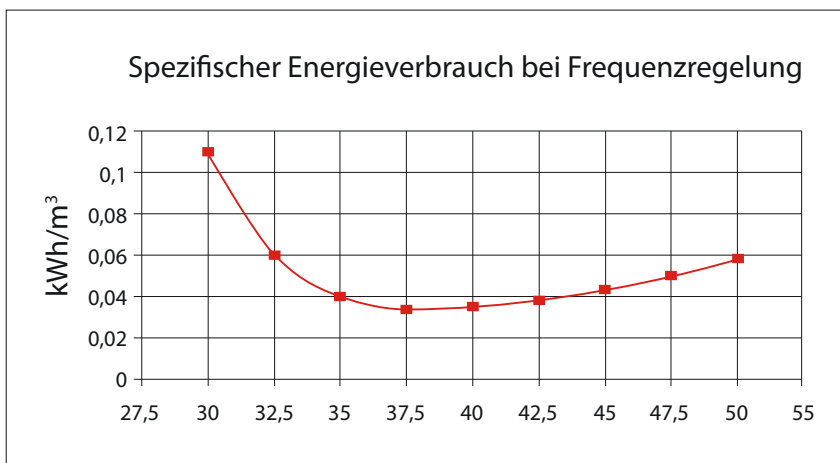


Abb. 3: Die Kurve zeigt den Energieverbrauch einer ausgewählten Pumpe bei Drehzahlregelung. In der dargestellten Anlage liegt die energieoptimale Frequenz demnach bei 38 Hz.

Abb.: Danfoss

Wirkungsgradverlauf bei Strömungsmaschinen

Bei den meisten Strömungsmaschinen wie Pumpen oder Ventilatoren kommen häufig Drallklappen, Drosseln oder Dreiwegeventile zum Einsatz, um den Druck oder den Volumenstrom einer Anwendung zu regeln. Erfolgt die Regelung einer Kreiselpumpe mittels Drosselklappe, verschiebt sich durch die Drosselung der Arbeitspunkt der Maschine entlang der Pumpenkennlinie. Es kommt nur zu einer minimalen Reduzierung der benötigten Energie im Vergleich zum Nennarbeitspunkt der Pumpe.

Bei einer Pumpenregelung über die Drehzahl verschiebt sich der Arbeitspunkt entlang der Anlagenkennlinie. Die

dabei benötigte Energie reduziert sich im Vergleich zur Drosselregelung wie beschrieben in der dritten Potenz! So benötigt die Pumpe z. B. bei der halben Drehzahl nur ein Achtel der Leistung. Dieses Verhalten gilt analog für Ventilatoren und für alle Pumpen mit quadratischem Verlauf der Kennlinie. Bei Pumpen ist zusätzlich zu unterscheiden: Zwar verfügt die weit verbreitete Kreiselpumpe über einen quadratischen Momentenverlauf, Exenter-, Vakuum- und Verdrängerpumpen besitzen aber einen konstanten Momentenverlauf.

Im Kennliniendiagramm (Abb. 2) sind neben der Pumpen- und Anlagenkennlinie auch einige Wirkungsgradgrenzen dargestellt. Sowohl durch Drosselregelung als auch durch Drehzahlregelung bewegt sich

der Arbeitspunkt aus dem Wirkungsgradoptimum heraus.

Abbildung 3 zeigt den Energieverbrauch einer ausgewählten Pumpe bei Drehzahlregelung. Etwa bei 32 Hz beginnen die zusätzlichen Verluste der Pumpe die Einsparung zu übersteigen. In der dargestellten Anlage liegt die energieoptimale Frequenz demnach bei 38 Hz. Würde die Pumpe nicht drehzahlregelt, wäre die Energiebilanz noch wesentlich schlechter.

In der Praxis zeigt es sich, dass gerade Strömungsmaschinen häufig nicht immer im optimalen Arbeitspunkt arbeiten (können). Beispielsweise müssen Klimaanlage im Sommer eine höhere Kühlleistung erbringen als im Winter. Da das System aber für die maximal benötigte Leistung ausgelegt sein muss, ergibt sich zwangsläufig ein hoher Anteil an Teillastbetrieb. Dieser Tatsache tragen einige Hersteller von Strömungsmaschinen inzwischen Rechnung. Sie legen ihre Aggregate teilweise so aus, dass das Wirkungsgradoptimum bei ca. 70 % der Fördermenge liegt. Anwender sollten daher bei Nachrüstung bestehender Anlagen oder Neukonzeption bei der Auswahl der eingesetzten Strömungsmaschinen darauf achten, wo das Wirkungsgradoptimum liegt und mit dem Teillastprofil ihrer Anwendung abstimmen, ob eine solche Auswahl für ihre Anlage sinnvoll ist.

Kaskadierung häufig sinnvoll

Im Zusammenspiel aus Strömungsmaschine und Umrichter ergibt sich ein Drehzahlbereich, in dem das System Energie spart. In diesem Bereich sollte die Maschine die meiste Zeit laufen. Ist der Unterschied zwischen der maximal benötigten Leistung und dem durchschnittlichen Teillastbetrieb zu groß, ist es sinnvoll, eine Kaskadierung der Anlage vorzunehmen. Oft rechnen sich auch bei einem Umbau einer bestehenden Anlage die Investitionen nach kurzer Zeit.

Bei der Kaskadierung von Pumpen deckt eine drehzahlregelt Pumpe die Grundlast ab. Steigt der Verbrauch, schaltet der Frequenzumrichter weitere Pumpen nacheinander zu. Die Pumpen arbeiten so möglichst in ihrem Wirkungsgradoptimum. Die Regelung einer Pumpe sorgt immer für die energetisch beste Ausnutzung des Systems. Das gleiche System kann analog auch Lüfter ansteuern. Entsprechende Kaskadenregler sind als umrichterintegrierte Lösungen oder als externe Baugruppen erhältlich.

Drehzahlregelung: Auswirkung auf den Prozess beachten

Bevor sich der Anwender an die Durchführung der Energieeinsparungen

macht, sollte er auch noch verdeckte Einflüsse auf den eigentlichen Prozess prüfen. Denn eventuell ergeben sich Nebeneffekte, die die Qualität oder Durchführung des Prozesses gefährden. Das

folgende Beispiel soll dies verdeutlichen.

In einem Prozess sorgt eine Pumpe für den notwendigen Durchsatz eines bestimmten, für die Produktion notwendigen Mediums. Eine elektronische Drehzahlsteuerung soll die Anzahl der Ein-/Ausschaltungen reduzieren, indem sie den Durchfluss verringert und an die benötigte Menge anpasst. Allerdings sind im geförderten Medium Feststoffe enthalten. In dem Augenblick, in dem die Drehzahlregelung den Durchfluss für eine kontinuierliche Förderung zu stark reduziert, kommt es zu einer Absetzung der Sedimente, was a) den Prozess gefährdet und b) durch ein dann notwendiges regelmäßiges Spülen der Leitungen mehr Kosten verursacht, als die Drehzahlregelung einspart. Eine zu große Reduzierung des Durchflusses ist bei der beschriebenen Anlage deshalb zu vermeiden!

Umrichter ist nicht gleich Umrichter

Ein wesentlicher Punkt bei Energieeinsparungen durch den Einsatz von Frequenzumrichtern ist die Effizienz der verwendeten Regelverfahren zur Motorsteuerung. Heute arbeiten Wechselrichter fast ausschließlich mit einer festen Zwischenkreisspannung. Sie variieren die Motorspannung dadurch, dass die Zwischenkreisspannung über längere oder kürzere Zeit auf die Motorwicklungen gelegt wird. Gleichzeitig verändern sie die Frequenz, indem sie die Spannungspulse der einen Halbperiode positiv und der anderen negativ in der Zeitachse kombinieren. Zur Berechnung der optimalen Schaltpunkte sind verschiedene Steuerverfahren im Einsatz, die sich in der Qualität der erreichbaren Motorsteuerung unterscheiden. Je besser die Kontrolle über den Motor, desto größer ist der Rechenaufwand im Prozessor. Sehr einfache Verfahren sind beispielsweise nicht in der Lage, die volle Motorspannung zu erzeugen. Auch hier ist eine größere Motorerwärmung die Folge. Komplexere Steuerverfahren ermöglichen das Erreichen der vollen Motorspannung. Das Bild, das zwei Geräte mit verschiedenen Steuerverfahren vergleicht, zeigt deutlich: Bei einem Strompreis von 10 Cent und einer Lebensdauer von 10 Jahren können sich abhängig vom Lastprofil alleine aufgrund der energetisch optimierten Ansteuerung bei einem 1,5-kW-Umrichter Unterschiede in den Stromkosten von über 1000 € ergeben!

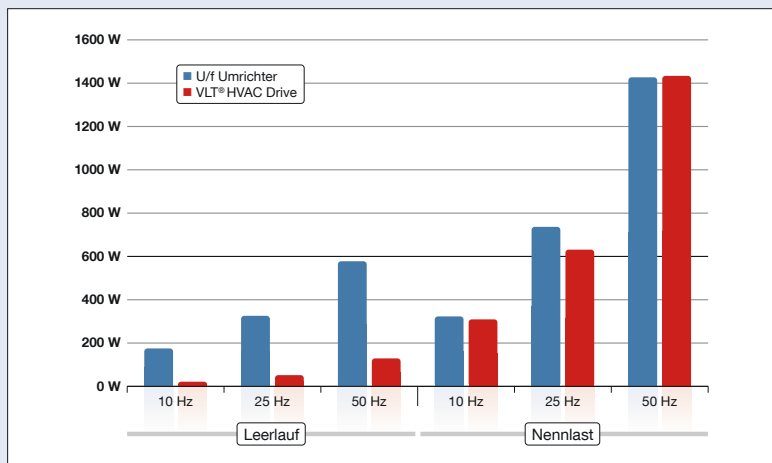


Abb. 4: Angepasste Regelstrategien ermöglichen einen energetisch optimalen Betrieb.

Fazit oder Ausblick

Für ein cleveres Sparen muss der Anwender auf jeden Fall abschätzen, welche Vor- und Nachteile eine bestimmte technische Lösung hat. Dabei ist zu beachten, dass meist die Güte der technischen Lösung mit deren Preis steigt. Da es für Anwender in der heutigen Zeit fast unmöglich ist, alle technischen Geräte bis ins letzte Detail zu kennen, ist es durchaus sinnvoll, bei Bedarf Experten hinzuzuziehen und mit ihnen alle technischen Vor- und Nachteile zu klären.

Informationen:

Danfoss GmbH, VLT Antriebstechnik
 DI Michael Burghardt
 Produktmanager VLT® HVAC Drive und VLT® AQUA Drive
 Carl-Legien-Straße 8
 63004 Offenbach/Main
 Tel.: +49-69-8902-266
 Fax: +49-69-8902-466-266
 E-Mail: michael.burghardt@danfoss.com
 www.danfoss.com