



Abbildung 1: Wer als TGA-Planer bei den HVAC-Pumpen (Heizungs- und Klimatechnik) auf Benchmark-Technik setzt, erspart seinem Auftraggeber über die Jahre hohe Energiekosten. Alle Abbildungen: Grundfos GmbH

## Effiziente und intelligente Pumpen für die Heizungs- und Klimatechnik

*Der Wirkungsgrad beschreibt die Effizienz von Motoren bei der Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie. Die Norm IEC 60034-30:2008 definiert für Drehstrommotoren dazu bestimmte Wirkungsgradklassen – bislang von IE1 bis IE4. Die Klassifizierung IE5 ist durch Reduktion der Verluste um weitere 20% erreichbar – seit Januar 2017 stehen Gebäudetechnikpumpen mit einer Leistung bis 11 kW mit dieser Klassifizierung zur Verfügung. Die Kombination aus Permanentmagnet-Motor mit integriertem Frequenzumrichter spart nicht nur Strom; sie greift optional aktiv in Anlagenabläufe ein.*



Daniel Wittoesch,  
Vertriebsleiter West,  
Grundfos GmbH

Auf europäischer Ebene laufen seit 2005 unter dem Begriff „Ökodesign“ Gesetzgebungsverfahren zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch Minimierung des elektrischen Stromverbrauchs. Die Motoren-Richtlinie (EG640/2009) ist ein zentral wichtiger Punkt des Ökodesigns. Für Hersteller von mit Motoren betriebenen Komponenten wie Pumpen bedeutet dies, sich zunehmend auf

Hocheffizienzmotoren und Frequenzumrichter zur Drehzahlregelung zu konzentrieren. Hinzu kam etwas später – ebenfalls in Folge entsprechender EU-Vorgaben – ein verstärkter Fokus auf den hydraulischen Wirkungsgrad von Pumpen.

Seit Januar 2017 müssen alle Elektromotoren von 0,75 bis 375 kW entweder die IE3-Norm oder die IE2-Norm unter Verwendung eines Frequenzumrichters erfüllen. Seit dem 1. Januar 2015 müssen bestimmte Trockenläufer-Wasserpumpen einen höheren hydraulischen Wirkungsgrad aufweisen (Mindesteffizienz-Index MEI  $\geq 0,4$ ).

Was ist der MEI-Index? Der Index-Wert multipliziert mit 100 entspricht dem Prozentsatz aller in der EU vor dem 1. Januar 2013 angebotenen Pumpen, deren Wirkungsgrad unterhalb des in der Richtlinie vorgeschriebenen Grenzwerts liegt. MEI  $\geq 0,4$  bedeutet, dass 40% aller der vor dem 1. Januar 2013

in der EU angebotenen Pumpen unterhalb dieses Standards fallen.

Die EU-Vorgaben sollen dazu führen, dass sich bis 2020 die richtlinienbedingten Energieeinsparungen in Europa auf voraussichtlich neun Milliarden Euro belaufen. Ab 2020 wird eine jährliche Energieeinsparung von 135 TWh erwartet – das entspricht dem Jahresstromverbrauch Schwedens. Außerdem soll eine jährliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 63 Millionen Tonnen erreicht werden.

Damit ist Brüssel sozusagen zu einem „natürlichen“ Entwicklungspartner der Hersteller geworden. Für die Premium-Anbieter bedeutet das, dass die damit verbundene komplexere Technik doch eine gewichtige Markteintrittsbarriere für potenzielle Wettbewerber darstellt. Außerdem ist technologischer Fortschritt im Sinne höherer Energieeffizienz nur schwer nachzuahmen, so



dass sich damit ein weiterer Baustein zur Bekämpfung der Produktpiraterie ergibt.

Standard (IE1), Hoch (IE2), Premium (IE3) und Super Premium (IE4) – eigentlich ist die Sprache für zusätzliche Steigerungen überfordert. Doch wer weitere 20% der Verluste bei der Umwandlung elektrischer in mechanische Energie reduziert, erreicht sogar die Klassifizierung Ultra Premium IE5. Seit Januar 2017 stehen Gebäudetechnikpumpen mit einer Leistung bis 11 kW mit dieser Klassifizierung (gemäß IEC 60034-30-2 für drehzahlverstellbare Motoren) zur Verfügung.

**Motor-Design:  
Synchron- statt Asynchrontechnik**

Wie sind die Verbesserungen in der Motoreffizienz der vergangenen Jahre zu erklären? Es sind drei Entwicklungen zu nennen:

1. Bei der Kupfer-Stator-Wicklung von Asynchronmotoren bzw. von Kupfer auch beim Rotor wird mehr Material verwendet. Hier sind Grenzen hinsichtlich der Kosten und des Gewichts gesetzt.

2. Verluste im Motor werden reduziert, beispielsweise elektrische Widerstände in den Wicklungen, Wirbelströme, mechanische Reibungsverluste im Lager.
3. Andere Motor-Designs (Synchronmotortechnik) werden genutzt. Neben Drehstrom-Asynchronmotoren („Normmotor“) haben sich Permanentmagnet-Synchronmaschinen etabliert.

Permanentmagnet-Motoren (PM-Motoren) zeichnen sich generell durch einen sehr hohen Wirkungsgrad aus, da diese Motoren für die Magnetisierung ihres Rotors keine zusätzliche Energie benötigen. Temperaturstabile Hochleistungsmagnete sorgen für die permanente Magnetisierung. Durch die hohe Energiedichte des Rotors kann der Kupfer-Stator wesentlich kleiner ausgeführt werden, das schont die Ressourcen. Permanentmagnet-Motoren verbrauchen aufgrund dieser Besonderheiten bis zu 30% weniger Antriebsenergie als ein herkömmlicher Asynchronmotor. Darüber hinaus arbeiten

diese Motoren äußerst leise. Eine weitere Besonderheit dieser Motoren ist, dass sie gerade im meist beanspruchten Teillastbereich kaum an Wirkungsgrad einbüßen – anders als ältere Asynchronmotoren, die hier „einbrechen“.

Solche PM-Motoren arbeiten zwingend mit einem Frequenzumrichter (FU). Das ist kein Nachteil: In Anlagen mit betrieblich bedingten Lastschwankungen empfehlen sich generell über einen FU drehzahlgeregelte Pumpen, beispielsweise in raumlufttechnischen Anlagen wie Heizungs- und Klimaanlage und in Druckerhöhungsanlagen. Drehzahlgeregelte Pumpen arbeiten sparsamer: Da die Leistungsaufnahme einer Kreiselpumpe nach dem Affinitätsgesetz mit der dritten Potenz der Drehzahl steigt, macht sich eine unnötig hohe Pumpendrehzahl beim Energieverbrauch deutlich bemerkbar.

Die Kombination aus effizienter Hydraulik, Hocheffizienzmotor und Frequenzregler ist stets eine bedenkenswerte Alternative – insbesondere dann, wenn im FU anwendungs-



Abbildung 2: Der MGE-PM-Motor der 3. Generation (Leistung: bis 11 kW) wurde speziell für den Pumpenbetrieb und eine optimierte Drehzahlregelung entwickelt und bietet mit seiner IE5-Klassifizierung eine ausgezeichnete Energieeffizienz.

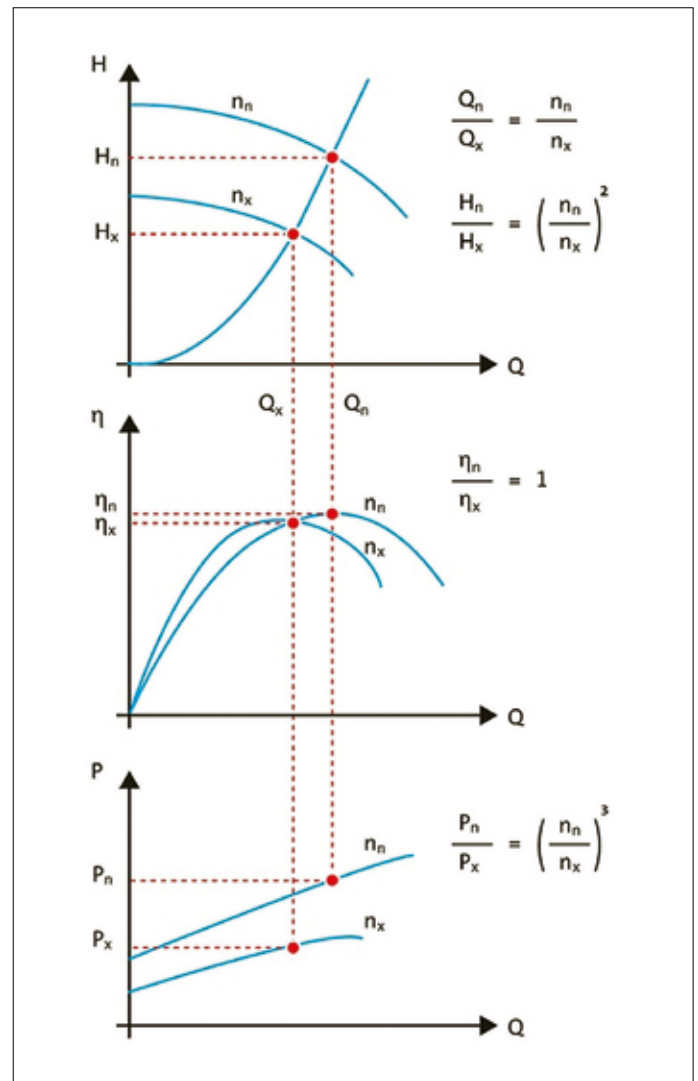


Abbildung 3: Drehzahlgeregelte E-Pumpen sind vorteilhaft in Anlagen mit betrieblich bedingten Lastschwankungen und bei Anwendungen, wo eine Anlagenregelung wichtig ist: beispielsweise in raumlufttechnischen Anlagen (Heizungs- und Klimaanlage) und in Druckerhöhungsanlagen.

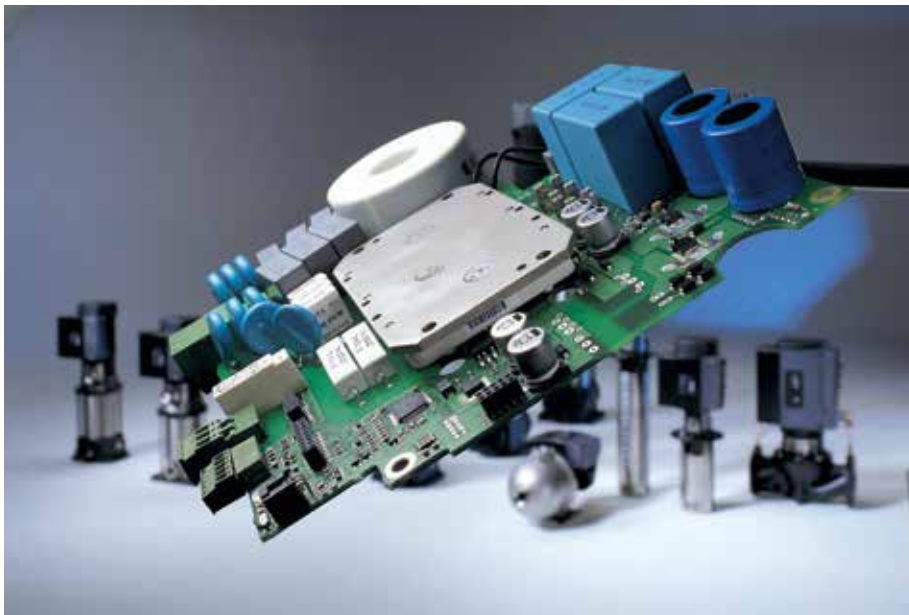


Abbildung 4: Grundfos entwickelt und fertigt nicht nur Motoren, sondern hat auch eine eigene Elektronik-Division aufgebaut.

- sehr robust da u.a. kein zusätzlicher Lüfter zur Kühlung des Frequenzumformers erforderlich ist,
- geringere Kosten für Verkabelung – kein geschirmtes Kabel und kein zusätzlicher Filter zwischen Frequenzrichter und Motor sind erforderlich,
- platzsparende Montage – Schaltschränke/Schalträume oder Platz an der Wand sind nicht erforderlich,
- aufeinander abgestimmte Komponenten – ein Produkt, ein Lieferant, ein Ansprechpartner.

Die Drehzahlregelung allein ist jedoch noch kein Garant für den optimalen Betrieb. Bei jeder Drehzahlregelung ist zunächst der Sollwert korrekt einzustellen, ansonsten arbeitet die Pumpe zwar geregelt, aber möglicherweise auf zu hohem oder zu niedrigem Drehzahlniveau. Insbesondere in Bestandsanlagen, bei denen häufig weder der Sollwert für die Förderhöhe, noch der erforderliche Förderstrom bekannt sind, ist das exakte Einstellen der Pumpe oft nicht möglich. Die dafür entwickelte Technologie „AutoAdapt“ löst dieses Problem: Sie analysiert permanent die Anlagenverhältnisse und findet die optimale Einstellung zwischen hohem Komfort und minimalem Energieverbrauch.

### Systeme sparen Energie, nicht Komponenten

Permanentmagnet-Synchronmotoren stehen seit Januar 2017 bis zu einer Leistung von 11 kW mit der IE5-Klassifizierung zur Verfügung – es ist dies die weltweit höchste Energieeffizienz-Klassifizierung für Elektromotoren (gemäß IEC 60034-30-2 für drehzahlverstellbare Motoren). Gegenüber einem IE4-Motor wurden die Verluste um weitere 20% reduziert. Daraus resultieren ein geringerer Energieverbrauch und erheblich geringere Lebenszykluskosten. IE5 bedeutet ganz konkret, dass sich die Investition in eine damit ausgerüstete Pumpe noch schneller als bisher amortisiert.

Bei aller Bewunderung der höchsten Effizienzklasse IE5 gilt es zu bedenken: Ein effizienter Motor allein erschließt nicht alle Energieeinsparungsmöglichkeiten. Das kann nur über eine Optimierung des gesamten Systems gelingen – also die günstigere Rohrleitungsführung oder die Nutzung smarter Software-Funktionalitäten im Frequenzrichter.

Durch verschiedene Funktionsmodule mit Basis-, Standard- und erweiterten Funktionsmodulen mit der entsprechenden Anzahl von Ein- und Ausgängen sowie weiteren Schnittstellen kann der Betreiber passend zur je-



Abbildung 5: Die Inline-Pumpe TPE3 (links) weist mit dem IE5-Motor eine beeindruckende energetische und hydraulische Effizienz auf. Einen interessanten Zusatznutzen bieten die integrierte Wärmemengen-erfassung und die Förderstrombegrenzung. Norm- (NKE) bzw. Blockpumpen (NBE) (rechts) sind für Anwendungen konzipiert, wo im Objektbau größere Wassermengen effizient und zuverlässig zu fördern sind, beispielsweise in leistungsstarken Heizungs- und Kälteanlagen, zur Versorgung von Fernheizungen, Klimaanlage und Kühltürmen.

spezifische Funktionalitäten hinterlegt sind. Zudem erleichtert ein Frequenzumformer die Prozesssteuerung und reduziert Verschleiß und Geräuschpegel.

Es gibt zwei Varianten, wie der Frequenzumformer mit der Pumpe verbunden sein kann: entweder über eine externe Anbindung (FU im Schaltschrank) oder im

Motor integriert. Pumpen mit integriertem Frequenzrichter bieten im Vergleich zu Pumpen mit separatem Frequenzrichter Vorteile:

- vollständige Systemintegration,
- einbaufertiges Komplett-Aggregat ermöglicht eine einfache Montage wie bei Standardpumpen mit konstanter Drehzahl,



weiligen Anwendung bei diesem IE5-Antrieb eine Vielzahl integrierter Pumpenfunktionen nutzen. Die Spanne reicht von der einfachen Prozessregelung mit konstanten Parametern (Druck/ Volumenstrom/ Füllhöhe/ Temperatur) bis hin zu komplexen Regelungen, die sich auf die individuellen Gegebenheiten einer Anlage selbst einstellen.

**HVAC-Pumpen:  
Große Volumina effizient fördern**

Besondere Bedeutung kommt im Objektbau, in Wohngebäuden wie in Nichtwohngebäuden, leistungsfähigen HVAC-Pumpen zu, also Pumpen für die Heizungs- und Klimatechnik. Was häufig noch unterschätzt wird: Der Kühlbedarf wächst kontinuierlich. Im Sommer verbrauchen wir wegen der Klimaanlage schon heute signifikant mehr Strom als im Winter. Der Klimawandel wird konkret.

Steigende Temperaturen erfordern mehr Kühlung für Nahrungsmittel, Büros und Rechenzentren. In Deutschland werden jährlich ca. 66 Milliarden kWh Strom und 11 Milliarden kWh nicht elektrische Energie für die technische Kälteerzeugung verwendet. Das entspricht 14% des deutschen Strombedarfs. Hiervon entfallen 22% auf die Klimatisierung von Gebäuden. Die heute üblichen Glasfassaden tragen dazu bei, dass auch in gemäßigten Klimazonen der Kühlbedarf von Gebäuden steigt (Quelle: BINE).

Elektrisch betriebene dezentrale Klimageräte sind für den TGA-Planer aufgrund ihres hohen Stromverbrauchs und der Emission von Kältemittel in die Umwelt bei größeren Gebäuden eher keine Option. Sie werden allenfalls noch als Sonderlösung für einzelne Räu-

me gewählt. Raumlufttechnische Lösungen wie adiabate Rückkühler und Kühlregister in der Lüftungsanlage entsprechen ebenso wie die Thermoaktivierung von Bauteilen (Flächenkühlung, Betonkernaktivierung) hier dem Stand der Technik.

Für solche Systeme offeriert die Industrie entsprechend konzipierte Kühlwasserpumpen: Norm- und Blockpumpen, mehrstufige vertikale Hochdruckpumpen und Inline-Pumpen.

Trockenläuferpumpen sind konstruktionsbedingt weniger medientemperaturabhängig als Nassläuferpumpen und leichter auf das Fördermedium abzustimmen. Beim Design als Inline-Pumpe liegen Druck- und Saugstutzen geradlinig gegenüber, das ver-

einfacht die Rohrleitungs montage. Während der gesetzlich geforderte MEI-Mindesteffizienzindex derzeit bei  $\geq 0,40$  liegt, stehen dem Markt schon heute Inline-Pumpen mit einem MEI-Wert von  $\geq 0,70$  zur Verfügung.

**Fazit**

Integrierte Pumpen-Lösungen für die Gewerke „Heizung“, „Klimatechnik“ und „Sanitär“ sichern nicht allein den kosteneffizienten Betrieb. Kombiniert mit modernen Feldbus-Lösungen gewährleisten sie Transparenz hinsichtlich der Betriebsdaten und bieten damit die Möglichkeit zur Präventivwartung. Das verbessert die Betriebssicherheit signifikant. ◀

**Tipp: Auch das spart Energie**

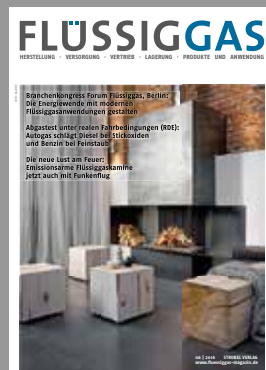
Wer Energie sparen will, muss nicht nur an neue Motoren denken. Es geht oft auch einfacher: Ein größerer Kabelquerschnitt zum Motor kann beispielsweise zu einer deutlich höheren Stromersparung führen, als der Austausch eines alten Motors gegen einen Antrieb der Hocheffizienzklasse. Die Investition für das stärkere Kabel ist besonders bei großen Leistungen erheblich geringer.

Die Verkabelung spielt auch bei der Nutzung eines Frequenzumformers (FU) eine gewisse Rolle: Sitzt der FU direkt auf dem bzw. im Motor, wird durch den kurzen Weg gegenüber der entfernten Schaltschrankvariante selbstverständlich Energie eingespart – der nicht vorhandene Aufwand zum Kühlen des Schaltschranks kommt als Einsparung hinzu.

Elektrische Antriebssysteme nehmen auch im Standby-Betrieb elektrische Leistung auf. Am meisten Energie kann gespart werden, wenn die Spannungsversorgung in Pausen komplett abgeschaltet wird.

Hoch interessant ist auch der Hinweis der Deutschen Energie-Agentur (dena): Messungen in den USA haben demnach gezeigt, dass durch eine bessere Wartung der Motoren zwischen drei und zehn Prozent der Stromkosten eingespart werden können.

Fazit: Elektrotechnische Grundkenntnisse und ein vernünftiger Umgang mit Technik können auch ohne große Investitionen Ressourcen und Geld einsparen.



**Die vielseitige und zuverlässige Energie!**

Jetzt kostenloses Ansichtsexemplar anfordern!



STROBEL VERLAG GmbH & Co KG  
Postfach 5654, 59806 Arnsberg  
Leserservice Flüssiggas  
Tel. 02931 8900-50/54, Fax 02931 8900 38  
leserservice@strobel-verlag.de  
www.fluessiggas-magazin.de