

Seit mehr als 10 Jahren gibt es die elektronisch geregelten Heizungsumwälzpumpen bzw. Elektronikpumpen. Doch obwohl sie heute den Stand der Technik darstellen, scheinen viele Hintergrundinformationen über die Produkte in der Branche noch nicht hinreichend bekannt zu sein. Die wichtigsten Fragen, die in der Praxis immer wieder auftauchen, werden nachfolgend beantwortet.



Antworten auf die am häufigsten gestellten Fragen

Wie praxistauglich sind Elektronikpumpen?

Rolf-Werner Senczek*

Was sind eigentlich Elektronikpumpen?

Standardumwälzpumpen bestehen üblicherweise aus Pumpe, Motor und Klemmenkasten, mit dem der elektrische Anschluß und gegebenenfalls eine Drehzahlumschaltung vorgenommen wird. Elektronisch geregelte Heizungsumwälzpumpen – nachfolgend kurz Elektronikpumpen genannt – stellen darüber hinaus eine selbstregelnde, hochintegrierte Einheit aus mechanischer Kreiselpumpe, Naßläufer-Asynchronmotor, Leistungselektronik, Regler, Kommunikationselektronik, EMV-Filtern und Sensorik dar. Diese Kombination war bei Ihrer Entstehung in der Gebäudetechnik einzigartig und stellte speziell auch aufgrund der physikalischen Randbedingungen wie der räumli-

chen Begrenzung und hohen Temperatur höchste Ansprüche an ihre Entwickler. So wurde speziell für Umwälzpumpen der damals kleinste Frequenzumrichter entwickelt. Elektronikpumpen sind zwar um 50 bis 75 % teurer als unregelte Standardpumpen, ersetzen damit aber auch die herkömmliche Systemlösung aus Umwälzpumpe, Drehzahlregelung, Sensor und Filter, deren Gesamtpreis üblicherweise bei mehr als dem Doppelten liegen würde.

Welche Leistungsbereiche decken Elektronikpumpen ab?

Elektronikpumpen werden als Naß- und Trockenläuferpumpen weitgehendst im gleichen Leistungsbereich wie unregelte Standardpumpen angeboten. Die wichtigsten Rahmendaten:

- Nennweite : R1 bis DN 100
- Förderstrom : 1 bis 80 m³/h (Trockenläufer bis 140 m³/h)
- Förderhöhe : 1 bis 12 m (Trockenläufer bis 24 m)
- Leistungsaufnahme: 25 bis 2000 W (Trockenläufer bis 9000 W)

Auch wenn das Typenraster grobmaschiger ist, läßt sich für praktisch jede Standardpumpe innerhalb dieser Grenzen eine passende Elektronikpumpe finden.

Welche Drehzahlstellerarten kommen zum Einsatz?

Die Drehzahl eines Elektromotors ist abhängig von Frequenz, Polpaarzahl und Schlupf. Zu ihrer Änderung stehen den Herstellern der Elektronikpumpen folgende Verfahren zur Verfügung, die sie abhängig von der Pumpenleistung und damit auch dem Energiesparpotential und dem Pumpenpreis einsetzen (Bild 1):

◆ Puls-Kaskaden-Verfahren

Beim Puls-Kaskaden-Verfahren werden ganze Halbwellen der Versorgungsspannung ausgelassen. Erst beim nächsten Nulldurchgang der Sinuswelle kann wieder Strom fließen, so daß in diesem Fall also für eine 1/100 Sekunde die Pumpe ausgeschaltet wurde. Damit sind nur bestimmte, aber sehr feine Drehzahlsprünge möglich. Vorteil ist das Einschalten beim Nulldurchgang mit normalem Drehmoment und ge-

* Dipl.-Ing. Rolf-Werner Senczek* ist Produktmanager Heizung bei Grundfos, 23812 Wahlstedt, Telefon (0 45 54) 98 73 50, Telefax (0 45 54) 98 93 73 50

ringer Wärmebelastung des Motors. Diese unkomplizierte und preiswerte Schaltung zur Änderung der Effektivspannung findet sich in den kleinsten E-Pumpen.

◆ Phasenanschnitt

Phasenanschnittsteuerungen herkömmlicher Bauart sind ebenfalls relativ preiswerte Schaltungen, bei denen durch Leistungshalbleiter ein Teil der Sinushalbwellen des Motorstroms „angeschnitten“ wird, d. h. der Strom wird erst nach einer gewissen Verzögerung, einem variablen Phasenwinkel, durchgelassen. Diese auch als Thyristor- oder Dimmerschaltung bekannten Phasenanschnittsteuerungen arbeiten mit einer Schaltfrequenz, die der Netzfrequenz entspricht (z. B. 50 Hz). Daraus ergibt sich eine stufenlos veränderbare Effektivspannung, die das Magnetfeld des Motors schwächt und damit den Schlupf erhöht, sodaß die Drehzahl sinkt. Allerdings weicht der Verlauf der Motorspannung mehr oder minder stark von einer Sinuswelle ab, was zu Geräusch- und Überhitzungsproblemen führen kann. Im Gegensatz zum herkömmlichen Verfahren mit 50 Hz kommt man bei 20 000 Hz Taktfrequenz am Ausgang einer Sinus-Spannung sehr viel näher und kann dadurch die Motorenverluste deutlich senken. Daher wird heute in E-Pumpen mittlerer Leistung dieses aufwendigere Spannungsregelprinzip eingesetzt.

◆ Frequenzumrichter

Da sich auch bei dem vorgenannten Prinzip die Motorversorgungsfrequenz nicht verändern läßt, was zum optimalem Betrieb erforderlich wäre, werden für größere E-Pumpen – ab ca. 400 W – Frequenzumrichter eingesetzt. Hierbei wird der Eingangswechselstrom zunächst gleichgerichtet, und dieser Gleichstrom anschließend in einen Wechselstrom variabler Frequenz wieder umgerichtet. Wird dabei auch die Spannung proportional verändert, bleibt das Magnetfeld nahezu ungeschwächt, so daß der Motor auch bei geringer Drehzahl ein hohes Drehmoment aufweist. Da auch die Sinuswelle am Ausgang mit geänderter Frequenz wieder gut nachgebildet wird, ist der Wirkungsgrad des Motors besser als bei den anderen Verfahren.

Welche Regelungsarten gibt es?

Die Wahl der Steuer- bzw. Regelgröße (z. B. Zeit, Vorlauf-, Rücklauf-, Differenztemperatur, Volumenstrom, Druck oder Differenzdruck) müßte eigentlich je nach Regelaufgabe, Art der Anlage, ihrer hydraulischen Schaltung, der Verteilung der Rohrnetzwidestände und dem Betreiberverhalten ausgewählt werden. Die freie Auswahl wird bei Elektronikpumpen aufgrund der Konfektionierung als werkseitig fertig kombinierte Pumpe mehr oder minder stark eingegrenzt und läßt sich meist nur bei Trockenläufer-Elektronikpumpen bzw. mit Hilfe zusätzlicher Komponenten realisieren.

wie sie jedes Thermostatventil darstellt. Voraussetzung für ein einwandfreies Regelverhalten ist es, daß bei schließenden Verbrauchern der Volumenstrom im Regelkreis abnimmt. Ungeregelt würde dabei die Pumpe auf ihrer Kennlinie zur Nullförderhöhe hochlaufen. Durch Änderung der Drehzahl wird jetzt aber die Förderhöhe solange gesenkt, bis am Meßort der gewünschte Differenzdruck wieder ansteht. Zwar erscheint es in weitläufigen Anlagen auf den ersten Blick sinnvoll, den Differenzdruck am Verbraucher zu regeln. Da sich dieser sogenannte „Schlechtpunkt“ der Anlage aber durchaus verschieben kann und es einen meist nicht unerheblichen Verkabelungsaufwand bedeuten wird, stellt die Regelung des Differenzdruckes an der

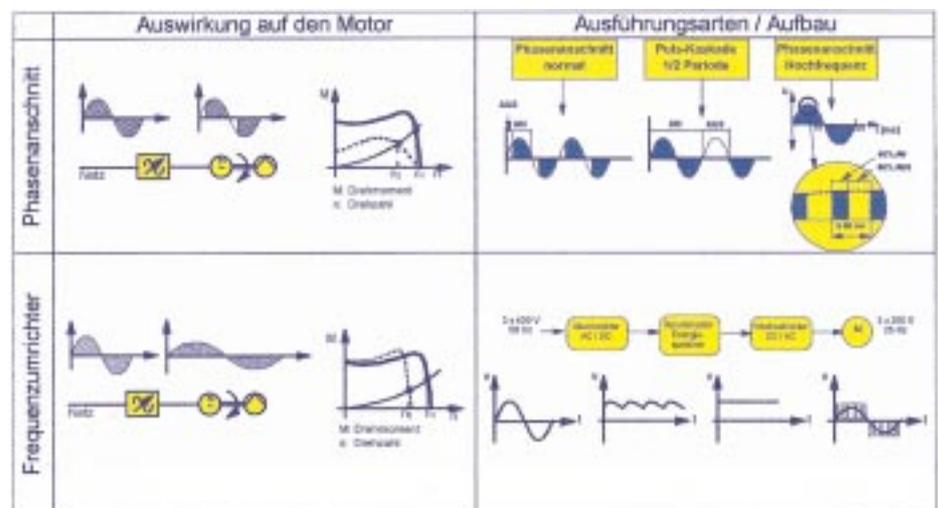


Bild 1 Drehzahlstellerarten von Elektronikpumpen

Standardmäßig werden Elektronikpumpen mit folgenden Regelungs- bzw. Steuerungsarten angeboten:

- konstanter Differenzdruck (Konstantdruck)
- variabler volumenstromgeführter Differenzdruck (Proportionaldruck)
- medientemperaturgeführte Differenzdruckregelung (Temperaturführung)
- offener Regelkreis (Konstantkennlinie)
- MAX-Kennlinie, MIN-Kennlinie, Automatischer Absenkbetrieb

Mit der Regelung des Differenzdruckes direkt an der Pumpe soll so zum einen ein unzulässiger Differenzdruckanstieg in der Anlage, z. B. an Thermostatventilen, und damit die Geräuschproblematik vermieden werden. Zum anderen soll eine Unterversorgung von Verbrauchern vermieden werden. Ihr Einsatzgebiet sind damit bevorzugt Zweirohranlagen mit Drosselregelungen,

Pumpe einen durchaus vertretbaren Kompromiß dar. Bei der Regelungsart „Proportionaldruck“ wird der Differenzdruck darüber hinaus volumenstromabhängig geführt und somit ein Rohrnetzanteil berücksichtigt, obwohl der Geber über der Pumpe angeordnet ist. Ein Vorteil dabei ist es aber auch, daß sich der Rohrnetzanteil jederzeit wieder deaktivieren läßt, indem man von Proportionaldruck auf Konstantdruck umschaltet.

Zusehends interessanter wird es, die Pumpenregelung mit der Gebäudeleittechnik zu koppeln, um sie noch exakter dem Bedarf

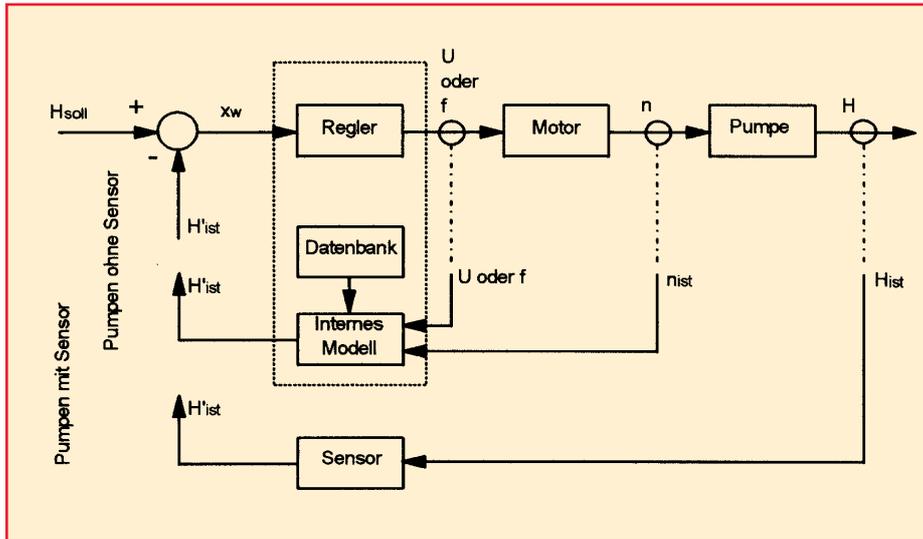


Bild 2 Regelkreise in Elektronikpumpen mit und ohne Sensor

der Anlage anzupassen. Pumpen mit integrierter Regelung verfügen unter anderem über Bus-Schnittstellen, über die von der Pumpe an die GLT/DDC-Anlage diverse Daten gesendet oder umgekehrt Steuerbefehle empfangen werden können. Eine geeignete Verknüpfung der Regelalgorithmen der einzelnen Anlagenkomponenten könnte damit auch die Pumpe (inklusive Leistungsteil) als Stellglied optimal arbeiten lassen.

Wie kann die Pumpe ohne Differenzdrucksensor geregelt werden?

Eine externe Differenzdruckregelung lässt sich meist nur mit einem realen Differenzdrucksensor aufbauen. Die meisten Elektronikpumpen kommen jedoch ohne diesen Sensor aus, obwohl in ihnen eine Reihe von Daten zur Verfügung stehen, die nicht nur für die interne Regelung benötigt werden (Bild 2). So wird neben der Förderhöhe auch der Förderstrom und somit der aktuelle Betriebspunkt sensorlos berechnet. Hierbei wird ausgenutzt, daß Naßläufermotoren bei Belastung mehr oder minder stark in der Drehzahl zurückgehen. Zunächst werden zahlreiche Testreihen gefahren und deren Meßwerte in einer Datenbank im Speicherbaustein der Pumpe abgelegt. Erfasst man beim Betrieb der Pumpe über eine separa-

te Meßspule im Stator die Spannungsimpulse, die durch die Rotation entweder der Stäbe des Käfigläufer-Rotors oder der am Laufrad angebrachten Magnete induziert werden, so kennt man neben der Soll-Drehzahl, die aus der Ausgangsspannung oder Ausgangsfrequenz des Drehzahlstellers der Pumpe ermittelt wird, auch deren Ist-Drehzahl. Aus der Abweichung beider Werte – dem Schlupf – läßt sich auf der jeweiligen „Spannungs- oder Frequenzstufe“ mit Hilfe der Datenbank Förderhöhe und auch Förderstrom der Pumpe hinreichend genau ge-

nug erfassen, um sie in der Regelung zu verarbeiten. Während bei einer „Konstantdruckregelung“ dieser berechnete Differenzdruck konstant gehalten wird, wird bei der „Proportionaldruckregelung“ ein Rohrnetzanteil nachgebildet und die Förderhöhe linear zwischen 50 und 100 % des eingestellten Sollwertes geführt, indem zusätzlich der errechnete Volumenstrom verarbeitet wird. Über eine Erfassung der Medientemperatur in der Pumpe ist ferner ein Temperatureinfluß aktivierbar, der den Sollwert der Differenzdruckregelung bei fallender Medientemperatur absenkt und so auch eine automatische Nachtabenkung ermöglicht. Über die meist integrierte serielle Buskommunikation z. B. über eine RS 485-Schnittstelle ist es ferner möglich direkt aus der Pumpe eine Reihe von Werten (Förderhöhe, Förderstrom, Drehzahl, Strom-, Leistungsaufnahme etc.) z. B. auf die Gebäudeleittechnik zu übertragen. Auch wenn die Genauigkeit dieser Daten meist nicht die von eichfähigen Geräten (z. B. Wärmemengenzählern) erreicht, läßt sich so mit geringstem Mehraufwand ein guter Überblick über den Anlagenzustand gewinnen.

Wann wird welche Regelungsart eingesetzt?

Folgende Übersicht soll die Wahl zwischen Konstantdruck und Proportionaldruck erleichtern:

	UPS 65-120 F Unregelt			UPE 65-120 F Konstantdruck		UPE 65-120 F Proportionaldruck	
Förderstrom	Leistungs- aufnahme	Wirkungs- grad	Leistungs- aufnahme	Wirkungs- grad	Leistungs- aufnahme	Wirkungs- grad	
100 % Q	1150 W	49 %	1150 W	46 %	1150 W	46 %	
75 % Q	1100 W	51 %	830 W	47 %	720 W	47 %	
50 % Q	950 W	49 %	560 W	46 %	420 W	46 %	
25 % Q	750 W	32 %	400 W	32 %	260 W	32 %	
0 % Q	600 W	0 %	320 W	0 %	140 W	0 %	
	UPS 32-80 Unregelt			UPE 32-80 Konstantdruck		UPE 32-80 Proportionaldruck	
100 % Q	245 W	29 %	250 W	26 %	250 W	26 %	
75 % Q	230 W	28 %	200 W	24 %	180 W	24 %	
50 % Q	210 W	23 %	150 W	22 %	130 W	19 %	
25 % Q	185 W	16 %	130 W	12 %	90 W	11 %	
0 % Q	155 W	0 %	70 W	0 %	50 W	0 %	

Tabelle Beispielhafter Vergleich der Gesamtwirkungsgrade geregelter und unregelter Pumpen

◆ Konstantdruck

Einsetzbar in:

- Zweirohrheizungen mit Thermostatventilen bei großer Verbraucherautorität (z. B. bei Anlagen mit $H_N < 2$ m, bei ehemaligen Schwerkraftanlagen, bei Anlagen mit stark eingedrosselten Strangabsperrventilen – bei Anlagen, die auf große Spreizung – z. B. Fernwärme – umgerüstet wurden, bei Anlagen mit geringen Druckverlusten in den Anlagenteilen, die vom Gesamtvolumenstrom durchflossen werden – Kessel, Wärmetauscher und Verteilungsleitung bis zum 1. Abgang).
- Fußbodenheizungen mit Einzelraumtemperaturregelungen
- Einrohrheizungen
 - mit Einrohr-Thermostatventilen
 - mit Zonenventilen für unterschiedliche Kreise
- Primärkreisen bei Anlagen mit geringen Druckverlusten im Primärkreis

◆ Proportionaldruck

Einsetzbar in:

- Zweirohrheizungen mit Thermostatventilen bei kleiner Verbraucherautorität (z. B. bei Anlagen mit $H_N > 4$ m, bei Anlagen mit sehr langen Verteilungsleitungen, bei Anlagen mit Strangdifferenzdruckreglern, bei Anlagen mit geringer Spreizung, bei Anlagen mit großen Druckverlusten in den Anlagenteilen, die vom Gesamtvolumenstrom durchflossen werden – Kessel, Wärmetauscher und Verteilungsleitung bis zum 1. Abgang).
- Fußboden- und Einrohrheizungen
 - mit Thermostatventilen und hohen Widerständen sowie
 - in den Anlagenteilen, die vom Gesamtvolumenstrom durchflossen werden.
- Primärkreisen bei Anlagen mit hohen Druckverlusten im Primärkreis

◆ Temperaturführung

Einsetzbar in Anlagen mit

- witterungsgeführter Vorlauftemperatur-Regelung
- mit variablem Volumenstrom als vorlauftemperaturgeführte Differenzdruckregelung
- mit konstantem Volumenstrom als vorlauftemperaturgeführte Betriebspunktsteuerung
- mit Absenckprogramm als zeitsynchrone Anpassung der Sollwertabsenkung.

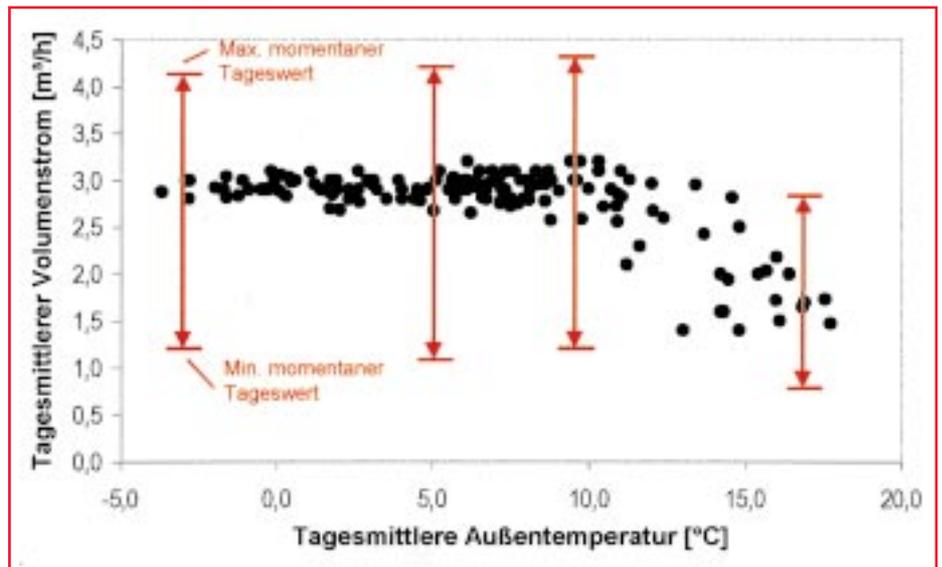


Bild 3 Verlauf der tagesmittleren Heizwasser-Volumenströme über der tagesmittleren Außentemp. Für einige Mittelwerte (bei $-2,9$ °C, $5,1$ °C, $9,5$ °C und $16,9$ °C) ist zusätzlich die max. Volumenstromvariabilität der Momentanwerte des jeweiligen Tages dargestellt [1]

◆ Konstantkennlinie

Einsetzbar in:

- allen Anlagen als Pumpe mit von Hand verstellbarer Kennlinie
- Anlagen mit übergeordneten Regelsystemen als steuerbares drehzahlvariables Stellglied einer Steuerung oder Regelung
- Anlagen mit Speichervorrangschaltung als Ladepumpe mit MAX-Drehzahl
- Anlagen mit Frostschutzsicherung als Umwälzpumpe mit MAX-Drehzahl
- Anlagen mit Absenckbetrieb als Umwälzpumpe mit MIN-Drehzahl

Warum keine Differenztemperaturregelung?

Die Regelung der Differenztemperatur ist ohne zweiten, separaten Sensor nicht realisierbar und somit für konfektionierte Elektronikpumpen aufgrund des größeren Montageaufwands unattraktiver als eine Differenzdruckregelung. Ferner ist die Regelung der Temperaturdifferenz aufgrund der Totzeiten in der Anlage naturgemäß träger und damit schlechter vorkonfigurierbar. Üblicherweise ist die Differenztemperatur zudem nicht auf einen konstanten Wert zu regeln, sondern vorlauftemperaturabhängig zu führen, damit bei niedrigen Medientemperaturen eine kleinere Spreizung gefahren werden kann. Sinnvoll ist sie ohnehin nur in Anlagen mit schwach variablem Volumenstrom wie z. B. Einrohrheizungen oder Ringleitungen. Bei parallelgeschalteten Verbrauchern (2-Rohr-Heizung) beständen sonst folgende Risiken:

- Werden alle Verbraucher voll gedrosselt, steigt die Temperaturdifferenz und die Pumpe fährt mit voller Leistung gegen geschlossene Ventile.
- Tritt ein Kurzschluß zwischen Vor- und Rücklauf auf (z. B. durch einen Bypass, ein Überströmventil oder einen überversorgten Radiator), nimmt die Spreizung aufgrund angehobener Rücklauftemperatur ab, die Pumpenleistung wird heruntergeregelt und ungünstig gelegene Anlagenteile könnten unterversorgt werden. Eine Differenztemperaturregelung ist daher üblicherweise bei Elektronikpumpen nur mittels separatem Regler als Sonderlösung realisierbar.

Haben Elektronikpumpen einen schlechteren Wirkungsgrad?

Häufig ist zu hören, daß Drehzahlregelungen den Wirkungsgrad der Pumpen verschlechtern. Beim Vergleich des Gesamtwirkungsgrades (Drehzahlsteller + Motor + Pumpe) mit dem einer Standardpumpe, machen sich kleinere Unterschiede bemerkbar. Allerdings stellt sich die Frage nach der Relevanz dieser Vergleiche. Bei Elektronikpumpen kommt naturgemäß zum

Stromverbrauch der Pumpe noch die Leistungsaufnahme von Leistungs- und Steuerungselektronik hinzu. Bei Phasenanschnittsteuerungen treten bei Vollast in der Leistungselektronik selbst keine nennenswerten Verluste auf, dafür ergeben sich bei Teillast ungünstigere Verhältnisse. Bei Frequenzumrichtern treten hingegen bei Vollast durchaus erwähnenswerte Verluste auf, dafür ist der Teillastwirkungsgrad deutlich höher. Obwohl sich so aber der Wirkungsgrad auch bei Teillast reduzieren kann, überwiegt die Energieeinsparung bei reduziertem Volumenstrom sehr schnell. Da die hydraulische Leistung als Produkt aus Volumenstrom und Differenzdruck und damit auch der Leistungsbedarf an der Welle zur dritten Potenz der Drehzahl sinkt, liegt die Leistungsaufnahme aus dem Netz bereits bei einer um 10 % reduzierten Drehzahl deutlich niedriger als bei unregulierten Pumpen. Bei Drosselung der Anlage sinkt diese Leistungsaufnahme als Quotient aus hydraulischer Leistung und Wirkungsgrad bei einer geregelten Pumpe deutlich stärker als bei einer unregulierten, wie es die Tabelle zeigt.

Übrigens haben Trockenläuferpumpen üblicherweise keine deutlich besseren Wirkungsgrade als gleichgroße Naßläuferpumpen. Werden sowohl der Pumpen- als auch der Motorwirkungsgrad berücksichtigt, ergeben sich bei Pumpen gleicher Leistung auch fast gleiche Wirkungsgrade. Leider werden bei Trockenläufern aber meist nur die Pumpenwirkungsgrade aus den Pumpendiagrammen abgelesen und die Motorwirkungsgrade vergessen.

Ändert sich der Volumenstrom überhaupt?

Häufig wird argumentiert, daß sich in einer passend dimensionierten, richtig eingestellten und optimal geregelten Heizungsanlage kaum Volumenstromänderungen einstellen. Die Erfahrungen vieler Fachleute nicht nur von Pumpen- und Ventilherstellern sehen dagegen total kontrovers aus. In einer jüngst von der Fachhochschule Köln in der Heizperiode 1998/99 durchgeführten Untersuchung einer 2-Rohr-Pumpenwarmwasserheizung eines Mehrfamilienhauses mit insgesamt 27 Wohneinheiten [1] wurde festgestellt, daß die Heizwasser-Volumenströme zwischen 100 % und 16 % variieren

(Bild 3). Selbst wenn eine Anlage allein nicht repräsentativ sein kann, sehen sich hier die theoretischen Überlegungen bestätigt. Hält man sich das Regelverhalten von Thermostatventilen und Radiatoren vor Augen, so ist feststellbar, daß bei einer Reduzierung der Heizlast um 50 % nur noch weniger als 20 % Volumenstrom benötigt wird. Wenn sich also ein Großteil der Thermostatventile im normalen Regelzustand befindet, ist bei Fremdwärmeinflüssen – wie z. B. Sonneneinstrahlung, Maschinen- oder Personenabwärme – mit einer starken Drosselung des Volumenstroms zu rechnen.

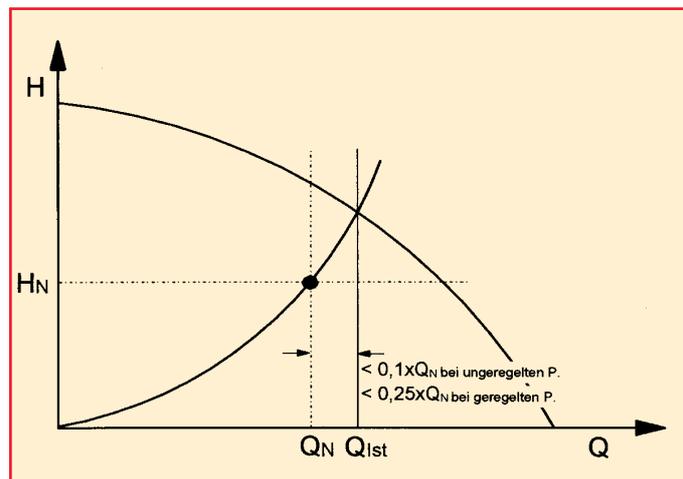


Bild 4 Zulässige Abweichung des Auslegungspunktes von der Pumpenkennlinie

Zusätzlich läßt sich gerade in Mehrfamilienhäusern ein stark unterschiedliches Nutzerverhalten feststellen. Während einige Mieter selbst beim Lüften die Einstellung der Thermostatventile nicht verändern, drehen andere das Ventil nachts, oder wenn sie den Raum nicht nutzen wollen, voll zu. Daher gibt es sowohl Anlagen als auch Stränge innerhalb einer Anlage mit stark unterschiedlichem Belastungsprofil. Während in Strängen mit gut gemischten Verbrauchern meist nur geringfügige Schwankungen auftreten, variiert der Volumenstrom bei gleichartigen Verbrauchern u. U. von 0 bis 100 %.

Lohnt sich der Einsatz in kleinen Anlagen?

Die zur Zeit gültige Heizungsanlagen-Verordnung schreibt auch in Heizkreisen mit weniger als 50 kW geregelte Pumpen vor, wenn die Kesselleistung der Gesamtanlage mehr als 50 kW beträgt. Ist es aber sinnvoll, zum einen eine Einkreis-Anlage mit 49 kW ohne geregelte Pumpe erstellen zu dürfen, zum anderen aber eine Anlage mit 5 × 11 kW mit 5 geregelten Umwälzpumpen ausstatten zu müssen? Daher stellt sich

die Frage: Ab welcher Leistung im einzelnen Heizkreis lohnt sich der Einsatz geregelter Pumpen? Beim Standardbelastungsprofil beträgt die Leistungsaufnahme der kleinsten Elektronikpumpe für $Q = 2 \text{ m}^3/\text{h}$ und $H = 2 \text{ m}$ im Jahresdurchschnitt 40 W. Eine entsprechende unregulierte Pumpe neuester Bauart nimmt dagegen 60 W auf und verbraucht ca. 35 % mehr Strom, eine ältere u. U. noch mehr. Einem Mehrpreis von z. B. 100,- DM für die Elektronikpumpe steht dabei also eine jährliche Kostenreduktion von ca. 25,- bis 30,- DM gegenüber.

Vereinfacht läßt sich somit sagen, daß Pumpen mit einer Leistungsaufnahme von weniger als 40 W bis 50 W aus wirtschaftlicher Sicht unreguliert betrieben werden können. Das ist nach dem Stand der Technik von heute typischerweise in Anlagen mit einem Förderstrom von weniger als $1 \text{ m}^3/\text{h}$ der Fall. Damit liegt die wirtschaftliche Untergrenze je nach Anlagenspreizung bei 12 bis 24 kW Heizleistung je Kreis. Es wäre also sinnvoll, die Grenze für den Einsatz geregelter Pumpen in der zukünftigen Energieeinsparungsverordnung (EnEV) deutlich herabzusetzen und nicht mehr auf die Anlagengröße, sondern den jeweiligen Heizkreis zu beziehen. Während aber im Moment noch eine im jeweiligen Heizkreis transportierter Wärmeleistung von 20 bis 25 kW als Forderung der EnEV sinnvoll erscheint, könnten Neuentwicklungen der nächsten Jahre diese Wirtschaftlichkeitsgrenze noch weiter senken.

Kann der hydraulische Abgleich entfallen?

Auch die effektivste Elektronikpumpe kann einen fehlenden hydraulischen Abgleich nicht ersetzen. Nur bei vollzogenem Abgleich – am besten direkt an den Verbraucherventilen – läßt sich eine optimale Leistungsregelung der Pumpe ohne Unterversorgung in einzelnen Anlagenteilen erzielen.

Wie viele Betriebsstunden pro Jahr?

Während die Regelungen moderner Heizkessel mit integrierter Pumpenlogik nur Pumpenlaufzeiten erwarten lassen, die knapp über denen der Brenner liegen dürfen, hat sich gezeigt, daß in vielen Anlagen von einer zumindest in der Heizperiode durchlaufenden Pumpe ausgegangen werden kann. Bei der Addition der Heiztage gemäß VDI 2067/3808 – sowohl im Winter als auch im Sommer – ergeben sich im Bundesdurchschnitt 285 Heiztage und damit 6840 Betriebsstunden.

Einsatz auch bei Umlaufwasserheizern sinnvoll?

Spezielle Anwendungen wie Gasumlaufwasserheizer oder Brennwertgeräte schränken durch ihre Bauart bzw. der Forderung nach einem Mindestvolumenstrom den Einsatz geregelter Pumpen stark ein. Dennoch ist es nicht unzulässig und nicht nur in Einzelfällen auch durchaus sinnvoll, Elektronikpumpen in Anlagen mit derartigen Wärmeerzeugern einzusetzen. Da die Pumpen nicht eigenständig abschalten und eine einstellungsabhängige Mindestförderhöhe einhalten, ist es bei geeigneter Anlagenschaltung auch mit ihnen möglich, den geforderten Mindestvolumenstrom zu gewährleisten. Allerdings ist es aufgrund der Regelcharakteristik der Elektronikpumpe (bei Drosselung gleichbleibender oder fallender Differenzdruck) nicht möglich, die Funktion von Differenzdrucküberströmventilen zu garantieren. Hier wären ständig geöffnete oder durch andere Regelungsvorgänge zeitweise öffnende Bypässe (z. B. Dreiwege-Thermostatventil) erforderlich, auch wenn sie aus energetischen Gründen abzulehnen sind.



Bild 5 Montage einer Elektronikpumpe

Wie werden Elektronikpumpen ausgelegt?

Bei der Auslegung geregelter Pumpen geht man im Prinzip wie bei unregulierten Pumpen vor. Man sollte stets nach dem Grundsatz verfahren: „Im Zweifel immer die kleinere Pumpe wählen.“ Auch im Austauschfall sollte daher stets die installierte Pumpenleistung überprüft werden. Es ist nicht empfehlenswert – auch wenn es schneller und einfacher ist –, aus der Austauschliste der Pumpenhersteller die passende neue Pumpe wählen, da diese Vorgehensweise eine meist vorliegende Überdimensionierung verstärken würde.

Zur Auslegung sei – wie bei einer Neuplanung der Heizungsanlage – auf gängige EDV-Hilfen, Pumpenschieber und Auswahlprogramme hingewiesen. Aufgrund des weiten Einstellbereiches der geregelten Pumpen ist bei ihnen eine leichte Überdimensionierung unkritisch. Auf jeden Fall aber sollte bei der Inbetriebnahme eine Anpassung des Einstellwertes der Differenzdruckregelung an den Bedarf der Anlage erfolgen. Bei der Auslegung von Umwälzpumpen ist generell folgendes zu beachten (Bild 4):

- Bei unregulierten Pumpen sollte der Auslegepunkt um nicht mehr als 10 % unterhalb der Maximalkurve liegen.
- Bei selbstregelnden Elektronikpumpen sollte der Auslegepunkt um nicht mehr als 25 % unterhalb der Maximalkurve liegen.

- Der Auslegepunkt kann sogar um bis zu 10 % oberhalb der Maximalkurve von geregelten und unregulierten Pumpen liegen. Das führt in abgeglichenen Anlagen nicht zur Unterversorgung und spart Antriebsenergie und reduziert Geräuschprobleme.
- Der Auslegepunkt sollte immer in der rechten Hälfte des Pumpendiagramms liegen.
- Erfüllen mehrere Pumpen diese Kriterien, stets die Pumpe mit der geringsten Stromaufnahme zu wählen.
- In Anlagen mit variablen Volumenströmen ist stets eine geregelte Umwälzpumpe auszuwählen, wenn sie obige Kriterien erfüllt.

Wie einfach ist der Austausch einer alten Pumpe?

Generell halten sich die Pumpenhersteller bei der Konstruktion neuer Pumpen an die Einbaumaße der alten Pumpen. Dennoch kann im Einzelfall oder bei Fremdfabrikanten eine Korrektur der Anschlüsse erforderlich werden. Bei kürzerer Neupumpe läßt sich die Differenz durch Ausgleichstücke korrigieren. Bei der Verwendung von Elektronikpumpen mit integrierter Absperrvorrichtung verlängert sich normalerweise die

Einbaulänge. Paßt die neue Pumpe nicht, da sie länger ist, hilft nur wie auch bei der oftmals empfehlenswerten Reduzierung der Nennweite eine Änderung der Rohrleitung. Im Prinzip können bei einem Austausch der Pumpe vorhandene Verschraubungsteile oder Gegenflansche weiterverwendet werden, sofern eine Änderung der Anschlußdimensionen (z. B. Nennweite) nicht notwendig ist. Auf jeden Fall sind aber die Dichtungen zu erneuern. Durch Pumpen mit Kombiflanschen ist bei Nennweiten bis DN 65 sogar eine Verbindung mit PN 6- und PN 10-Gegenflanschen möglich. Ein eventuell notwendiger Längenausgleich ist durch ein weites Programm von Ausgleichsstücken möglich. Die Verwendung von zwei Dichtungen in einer Verschraubung sollte grundsätzlich vermieden werden.

Ist der Einbau komplizierter?

Im Prinzip ist die Montage einer Elektronikpumpe sogar unproblematischer als der einer Standardpumpe (Bild 5). Die mechanische Montage ist identisch bzw. durch Kombiflansche PN 6/10 sogar noch unkomplizierter. Auch die Auslegung ist unproblematischer, da ein breiterer wirtschaftlicher Anwendungsbereich je Pumpe gegeben ist. Selbst der elektrische Anschluß ist meist einfacher, da der Motorschutz integriert ist und ansonsten üblicherweise nur die Spannungsversorgung herzustellen ist.

Muß grundsätzlich ein FI-Schutzschalter vorhanden sein?

Es muß nicht grundsätzlich ein FI-Schutzschalter vorhanden sein. Ist jedoch gemäß örtlicher, bautechnischer oder anwendungstechnischer Vorschriften der Einsatz von FI-Schutzschalter zum Personenschutz oder als Brandschutz vorgeschrieben, so ist folgendes zu beachten:

– Bei einphasigen E-Pumpen sind FI-Schutzschalter in pulsstromsensitiver Ausführung notwendig, da es hierbei im Fehlerfall zu pulsierenden Fehlerströmen kommen kann. Herkömmliche wechselstromsensitive FI-Schutzschalter, wie sie besonders in Altinstallationen anzutreffen sind, können in diesem Fall nicht auslösen und dürfen daher nicht eingesetzt werden.

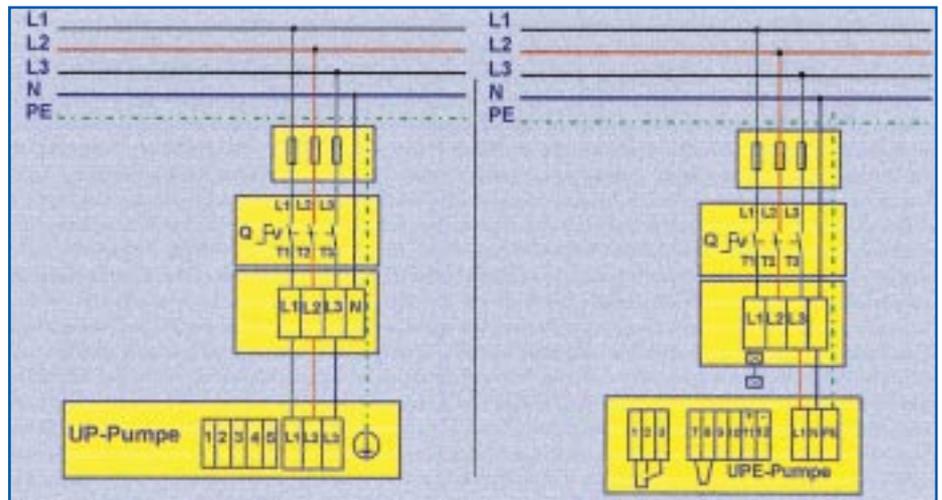


Bild 6 Austausch einer unregelmäßig 3phasigen Pumpe (l.) gegen eine einphasige Elektronikpumpe (r.)

– Bei dreiphasigen E-Pumpen ist wegen möglicher pulsierender Fehlergleichströme, die immer ungleich Null sein können, ein Schutz nur mit allstromsensitiven FI-Schutzschaltern zu erreichen.

Gegebenenfalls sind Elektronikpumpen durch andere Schutzmaßnahmen (z. B. Fehlerspannungsschutzschalter oder Trenntrafo-Schaltung) zu schützen, bzw. in einem Bereich anzuschließen, der nicht geschützt werden muß.

Muß ein Motorschutzschalter vorhanden sein?

Da alle Elektronikpumpen aufgrund ihrer Bauart mit der integrierten Erfassung diverser Daten (z. B. Spannung, Stromaufnahme und Drehzahl gegen Unterspannung, Überlast und Blockierung) geschützt sind, ist kein externer Motorschutz (z. B. Motorschutzschalter) erforderlich. Ein vorhandener Motorschutzschalter sollte sogar demontiert oder überbrückt werden. Lediglich die Absicherung des Netzanschlusses mittels Sicherungen ist notwendig.

Muß die Laufrichtung geprüft werden?

Eine Laufrichtungskontrolle ist üblicherweise nur bei Pumpen mit Drehstrommotoren erforderlich. Obwohl es sich bei größeren Elektronikpumpen um Drehstrommotoren handelt, ist jedoch aufgrund der Funktionsweise des Frequenzumrichters auch deren Drehrichtung unabhängig von der netzseitigen Phasenfolge. Kleinere Elektronikpumpen verwenden Wechselstrommotoren, so daß bei allen keine Drehrichtungskontrolle erforderlich ist.

Wie sind Elektronikpumpen abzusichern?

Grundsätzlich ist es immer sinnvoll einen elektrischen Verbraucher nur auf seine maximale Stromaufnahme abzusichern, um einen effektiven Schutz bei Überlast und Kurzschluß zu erzielen. Dennoch reicht in den meisten Fällen die Absicherung über übliche Leitungsschutzschalter aus. Eine separate Absicherung der Elektronikpumpen ist meist nur in bezug auf eine Fehlerstromüberwachung sinnvoll, da aufgrund der EMV-Filter ein erhöhter Ableitstrom auftreten kann, der den FI-Schutzschalter auslösen läßt, wenn eine größere Anzahl Elektronikpumpen angeschlossen sind und oberfrequente Netzstörungen auftreten.

Ist beim Austausch eine andere Verkabelung notwendig?

Lediglich bei einer Umverdrahtung von Wechsel- auf Drehstromversorgung ist der Austausch der Verkabelung erforderlich, da zwei zusätzliche Phasen anzuschließen sind. Eine höhere Leiterbelastung bei Umverdrahtung von Dreh- auf Wechselstromanschluß ist meist unkritisch. Ebenso ist es zulässig, ein vieradriges Kabel (3 Phasen + Schutzleiter) zur Versorgung mit Wechselstrom so umzuverdrahten, daß einer der bisherigen Phasenleiter als Nulleiter genutzt wird, wenn man ihn farblich (blau) kennzeichnet (Bild 6).

Sind Elektronik-Pumpen störanfälliger?

In den Anfangszeiten der Elektronikpumpen zeigte sich (u. a. aufgrund der immens hohen Integration von Mechanik, Elektrotechnik, Leistungs- und Steuerungselektronik und der hohen Umgebungstemperatur), daß bei ihnen eher Probleme auftraten als bei Standardpumpen ohne Elektronik. Viele Störungen waren aber nicht in der Pumpe selbst, sondern eher im Umfeld begründet. Die Sünden der Vernachlässigung fachtechnischer Erkenntnisse wie z. B. mangelnder Abgleich der Anlage und fehlende Schallentkopplung traten natürlich bei einer reduzierten Umlaufwassermenge und einer schwankenden Drehzahl deutlicher zutage als bei einer überdimensionierten Pumpe mit konstanter Leistung. Aber auch Schwankungen im elektrischen Versorgungsnetz und die zunehmenden elektromagnetischen Störungen – die sogenannte Netzverseuchung – führten zeitweise zu Störungen, mit denen der Heizungsbauer zuvor noch nie konfrontiert wurde. Wie bei allen Elektronikprodukten war ein Umlernen in der Branche erforderlich. Die Bedienung der Pumpe war ungewohnt, die höheren Ansprüche an das elektrische Umfeld waren neu und die Eigenheiten der elektronischen Datenverarbeitung, die auch mal zu ungeplanten Systemabstürzen führen konnten, führte oftmals zum unnötigen vorzeitigem Austausch der vermeintlich defekten Pumpe.

Hält man sich jedoch vor Augen, wie engmaschig die Qualitätssicherung gemäß ISO 9001 aufgebaut ist und wie viele zusätzliche Tests gerade Elektronikpumpen heute überstehen müssen, bevor sie den Kunden erreichen, so ist es nicht weiter verwunderlich, daß ihre Zuverlässigkeit jetzt in der dritten Generation bereits den Stand der unregulierten Standardpumpen erreicht hat. Bei einer Kundenbefragung wurde jüngst festgestellt, daß die Mehrheit der Heizungsbauunternehmen keinen Unterschied in der Zuverlässigkeit zwischen Standard- und Elektronikpumpen mehr erwartet.

Was ist in einem Störfall zu tun?

Tritt an Elektronikpumpen dennoch ein Störfall auf, so kann deren Ursache vielfältiger Natur sein. Im Gegensatz zu Standardpumpen werden im Betrieb laufend diverse mögliche Störgrößen überwacht wie z. B.:

- Unterspannung
- Überspannung
- Phasenfehler
- Temperatur
- Überlast

- Blockierung
- interne Fehler
- Kommunikationsfehler

Teilweise laufen die Pumpen von selbst wieder an, wenn die Störung (z. B. Unterspannung) behoben ist. Bei anhaltender Störung jedoch ist es sinnvoll, mit einem Pumpencontroller oder -monitor berührungslos über Infrarot-Kommunikation die aktuelle Störung auszulesen, bevor die Störung durch Quittierung oder Neustart der Pumpe behoben wird. Wie bei Standardpumpen sollte zunächst überprüft werden, ob der Fehler z. B. bei Luft-, Schmutz- oder Geräuschproblemen anlagenbedingt ist. Die Analyse von elektrischen Netz- oder Kommunikationsproblemen sollte dem Elektrofachpersonal überlassen bleiben. Eine weitergehende Fehlersuche ist Sache des Servicefachpersonals des Herstellers, das auch alleine gegebenenfalls den Austausch defekter Komponenten vornehmen sollte.

Bei einem Totalausfall der Elektronik gibt es bei den meisten Frequenzumrichter-pumpen aufgrund der speziell abgestimmten Motoren keine Möglichkeit den Drehzahlsteller zu überbrücken. Aber auch bei Phasenanschnittsteuerungen würde ein Notbetrieb meist nichtvielversprechend sein. So bleibt dann dem Handwerker vor Ort – wie größtenteils auch bei Standardpumpen – nur der Komplettaustausch der Pumpe (bzw. des Pumpenkopfes).

Sicherlich stellt eine Elektronikpumpe eine sehr komplexe Einheit dar, die den ungeübten Fachmann vor andere Aufgaben stellen kann, als er sie bei herkömmlichen unregulierten Pumpen gewohnt ist. Allerdings sprechen mehr als zehn Jahre Erfahrung und der Einbau von mehr als zwei Millionen Elektronikpumpen für sich. In der Regel verliert der Installateur seine anfängliche Scheu vor dem Neuem, wenn er sieht, wie unproblematisch und vorteilhaft Elektronikpumpen sind. So lassen sich die Produkte z. B. besser den Anlagenverhältnissen anpassen, sie tragen zur Energieeinsparung bei und helfen Geräuschprobleme zu vermeiden. Und nicht zu vergessen: Sie bringen dem Heizungsfachmann auch mehr Profit.

Quellennachweis:

[1] Untersuchung der Fachhochschule Köln, 1999, Prof. Sommer, Polkow und Peters

