

# Den heimlichen Energiefressern im Heizungsraum geht es an den Kragen

Autor(en): **Nipkow, Jürg / Meyer, Wolfram**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **92 (2001)**

Heft 3

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-855665>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Den heimlichen Energiefressern im Heizungsraum geht es an den Kragen

## Hochwirkungsgrad-Kleinumwälzpumpe

Umwälzpumpen gehören zu jenen Geräten, die wegen der langen Einschaltzeiten sehr viel Energie verbrauchen. Eine in der Schweiz entwickelte Hochwirkungsgrad-Pumpe für kleine Heizungsanlagen benötigt dreimal weniger Elektrizität als übliche Pumpen. Ausschlaggebend für dieses Ergebnis sind der Einsatz eines Elektronikmotors mit Permanentmagnetrotor an Stelle des bisher üblichen Asynchronmotors und einer stufenlosen Drehzahlregelung zur Realisierung der einstellbaren Pumpen-Förderkennlinien.

### Umwälzpumpen – gewichtige Elektrizitätsverbraucher

Die energiewirtschaftliche Bedeutung des Elektrizitätsverbrauchs von Umwälzpumpen wurde bis vor einigen Jahren kaum beachtet. Erst mit der Frage nach der Energieeffizienz wurden Hochrechnungen angestellt. Für die Schweiz haben erste Abschätzungen gezeigt, dass die Umwälzpumpen in der Haustechnik 3–4% des gesamten Elektrizitätsverbrauchs beanspruchen [1] (Bild 1).

Das ist mehr als alle Kühlschränke der Schweiz zusammen benötigen. Davon entfällt der überwiegende Teil auf die Pumpen der Heizwärmeverteilung, während Kesselkreis-, Warmwasserzirkulations-, Lade-, Lufterhitzerpumpen usw.

überdimensioniert sind (Kasten «Kennwerte zur Pumpendimensionierung»). Untersuchungen haben gezeigt, dass gut wärmegeämmte Kleinobjekte (z.B. Minergie-Einfamilienhäuser) selbst mit Fussbodenheizung hydraulische Förderleistungen von weniger als 1 W benötigen [1].

### Pumpenwirkungsgrade

Für eine hydraulische Förderleistung (Nutzleistung) von 1 W musste bisher eine Pumpenleistungsaufnahme von 20–25 W in Kauf genommen werden; kleinere Pumpen bzw. Leistungsaufnahmen gab es gar nicht. Der Wirkungsgrad beträgt somit 4–5%. Die tiefen Gesamtwirkungsgrade kleiner Umwälzpumpen (Bild 3) sind vor allem auf folgende Ein-

flüsse – neben Massstabsgesetzen, wie sie allgemein in der Technik gelten – zurückzuführen:

- Der Wirkungsgrad der bisher eingesetzten Asynchronmotoren mit Betriebskondensator sinkt bei kleinen Pumpen in der üblichen Nassläufertechnik oft unter 25%. Bei kostengünstigen Drehzahlsteuerungen (Stufenschaltung der Wicklung, Phasenschnitt usw.) verringert sich der Teillast-Motorwirkungsgrad nochmals beträchtlich.
- Für den hydraulischen Wirkungsgrad bei kleinen Förderleistungen spielt eine besondere Rolle, dass mit Asynchronmotoren im 50-Hz-Netz keine Drehzahlen über ca. 2900 U/min erreichbar sind. Der Einsatz kleiner Pumpenlaufräder mit höherer Drehzahl ergäbe jedoch bessere Wirkungsgrade.
- Die Beherrschung der hydraulischen Verluste (Bild 4), insbesondere der Leckagen im Ansaugdichtungsspalt, wird mit abnehmender Baugrösse wegen der engen Herstellungstoleranzen schwieriger.

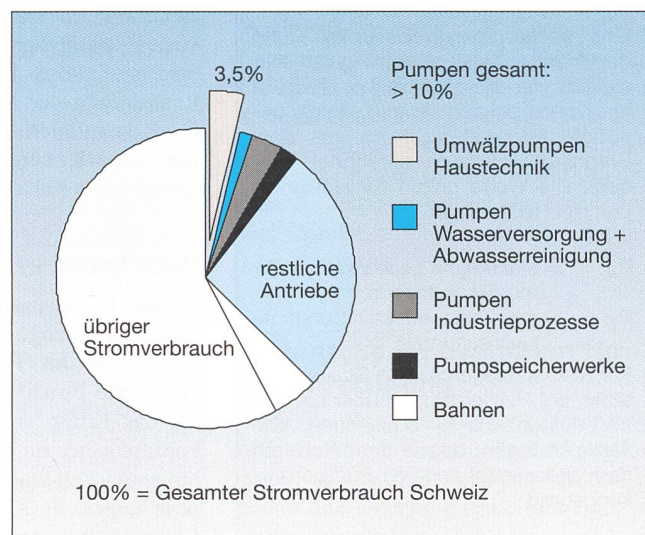
Die Analyse des Leistungsflusses einer herkömmlichen Kleinumwälzpumpe mit Einphasen-(Kondensator-) Asynchronmotor zeigt, dass der grösste Verlustanteil – 60–70% und mehr – auf den Motor selbst entfällt. Nach Abzug von rund 10% Reibungsverlusten von

#### Adressen der Autoren

Jürg Nipkow, Dipl. El.-Ing. ETH/SIA  
Arena, 8006 Zürich  
juernipkow@swissonline.ch  
Wolfram Meyer, Diplomingenieur TU  
Biral AG, 3110 Münsingen  
w.meyer@biral.ch

weniger ins Gewicht fallen. Interessant ist auch die Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs nach Grössenklassen der Pumpen: Die grosse Anzahl kleiner Pumpen bis etwa 150 W Leistungsaufnahme verursacht rund die Hälfte des Verbrauchs (Bild 2). Von Bedeutung ist dies, weil diese kleineren Pumpen vergleichsweise ungünstige Wirkungsgrade von meist weniger als 20% aufweisen. Zudem ist anzumerken, dass gerade die Pumpen in kleinen Heizungsanlagen meist stark

Bild 1 Bedeutung des Pumpenstromverbrauchs in der Schweiz



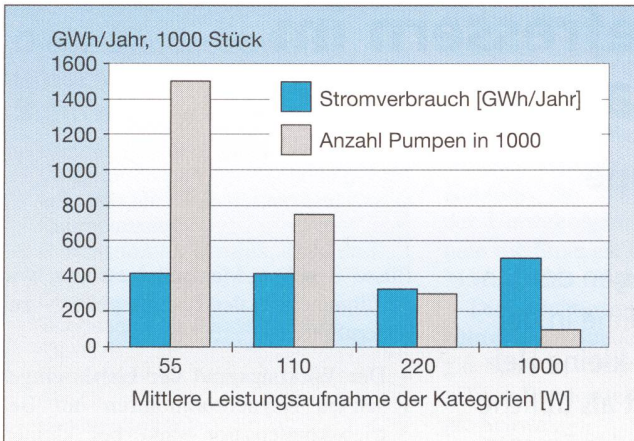


Bild 2 (oben links) Pumpenstatistik Schweiz. Anzahl und Stromverbrauch nach Leistungskategorien (Abschätzung J. Nipkow)

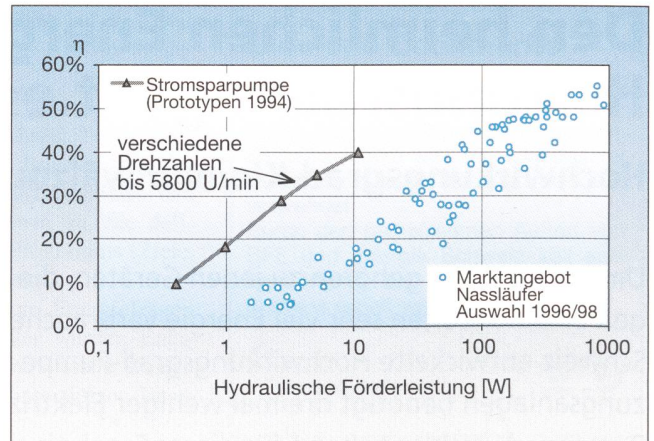
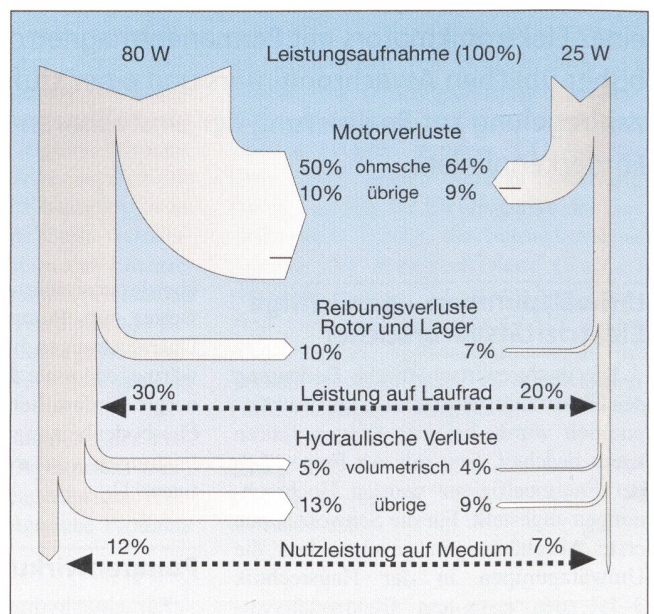


Bild 3 (oben rechts) Pumpenwirkungsgrade, aufgetragen über der hydraulischen Förderleistung

Bild 4 (rechts) Energiefluss einer konventionellen Kleinumwälzpumpe (25 W = reduzierte Drehzahl)

Rotor (im Wasser!) und Lagern bleiben noch 20–30% Leistung am Laufrad. Die hydraulischen Verluste (Reibung, Leckagen bzw. Umströmung des Laufrades) machen dann nochmals 60–65% dieser Laufradleistung aus, womit noch 7–12% der aufgenommenen Leistung als Nutzleistung bleiben. Dies gilt für den optimalen Arbeitspunkt der Pumpe und kann im Betrieb noch ungünstiger sein.

Im Bereich kleinster Pumpenleistungen kann eine neue Motorentechnologie enorme Wirkungsgradverbesserungen bringen: der Elektromotor mit Permanentmagnet, dessen Funktionsprinzip in Bild 5 dargestellt ist. Die magnetbestückten Rotoren enthalten keine Wicklung und verursachen keine eigentlichen Rotorverluste. Sie vermindern deshalb die



### Kennwerte zur Pumpendimensionierung [2]

Eine rasche, aber grobe Überprüfung der Pumpendimensionierung ist sehr einfach, da die thermische Heizleistung meist bekannt ist (die effektiv benötigte Heizleistung kann aus dem Brennstoffverbrauch berechnet werden). Die Werte gelten für Heizgruppen mit Heizkörpern:

$$P_{el}/P_{th} \approx 10/100$$

$P_{el}$  = elektrische Leistungsaufnahme der Pumpe in W  
 $P_{th}$  = maximale effektiv benötigte Heizleistung in W

Für Kleinanlagen sind 2–3% akzeptabel, bei Heizleistungen über ca. 300 kW sollten 0,5% ausreichen. Die Abweichungen begründen sich mit dem grössenabhängigen Pumpenwirkungsgrad.

luftspaltbedingten Verluste stark, welche wegen des Spaltrohrs beim Nassläufer-Asynchronmotor relativ hoch sind. Allerdings können derartige Motoren, welche nach dem Prinzip des Synchronmotors funktionieren, gar nicht ohne Elektronik betrieben werden. Mit modernen Technologien ist jedoch die erforderliche Motorelektronik für kleine Leistungen relativ kostengünstig herzustellen. Dabei wird eine stufenlose Drehzahlregelung zur Realisierung der einstellbaren Pumpenförderkennlinien (Bild 6) serienmässig integriert (Kasten «Erfolgreiches interdisziplinäres Forschungsprojekt»).

### Vom Labor in die Praxis

Vom Prototyp bis zum Serienprodukt braucht es einige Entwicklungsschritte. Die schon im Forschungsprojekt [3] engagierte Firma Biral AG, Münsingen, hat das Erfolg versprechende Pumpenkonzept näher zur industriellen Fertigung hin entwickelt und 1997 eine kleine Vorserie hergestellt (Kasten «Die wichtigsten Eigenschaften der Feldtestpumpe Biral

MC 10»). Bei der technischen Entwicklung stand die Senkung der Herstellkosten im Vordergrund bzw. die Absicht, die Kosten einer späteren Serienfertigung besser beurteilen zu können. Mit dem Feldtest sollten Praxistauglichkeit und Zuverlässigkeit der technischen Funktionen erprobt werden. Die Vorserienpumpen wurden zuerst im Labor und anschliessend in 20 normalen Heizungsanlagen in der ganzen Schweiz getestet. Im Rahmen eines Pilotprojekts [5,6] wurde das Vorhaben vom Bundesamt für Energie und von den Kantonen BE, BL, BS, SO, VD finanziell unterstützt; diese Geldgeber stellten aber auch Heizungsanlagen für die Installation der Feldtestpumpen zur Verfügung und konnten so direkte Erfahrungen mit den neuen Pumpen machen. Die Betreuung der Messdatenerfassung und die Datenauswertung wurden von Jürg Nipkow, Arena, ausgeführt.

Die 20 Feldtestpumpen wurden in Heizungsanlagen – vom Einfamilienhaus bis zum Neunfamilienhaus – in der ganzen Schweiz installiert (Bild 7). Dabei

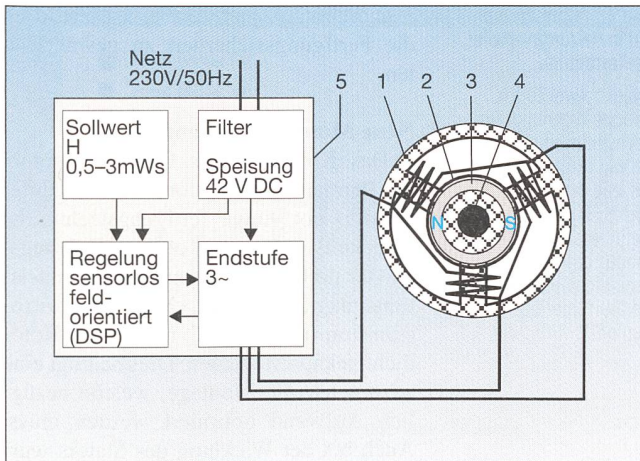


Bild 5 Funktionsprinzip des sensorlosen Elektromotors: 1 = Stator mit Wicklungen; 2 = Spaltrohr, innerhalb: Wasser; 3 = Magnetring; 4 = Welle; 5 = Elektronik

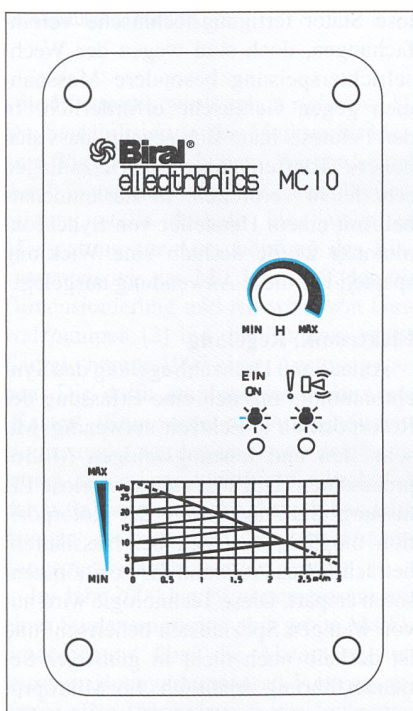


Bild 6 Kennlinieneinstellung der Feldtestpumpen

sind alle Arten von Heizgruppen vertreten: Radiatoren- und Fussbodenheizungen sowie Anlagen mit langen Zuleitungen (Fernheizung innerhalb Gebäuden).

Um detaillierte Informationen zum Verhalten der Pumpen, insbesondere im Fall von Störungen bzw. ungeplanten Zuständen, zu erhalten, wurden im Rahmen eines Messprojektes speziell für diesen Bedarf Messmodule an der EPFL (Laboratoire d'électromécanique et de machines électriques) entwickelt und gebaut. Die Module registrieren und speichern die wichtigsten Betriebsdaten der Pumpe alle 10 min, wobei die gespeicherten Daten als Mittelwerte sehr vieler Einzelmessungen während des 10-min-Zyklus erfasst werden. Die rationelle Auswertung und zweckmässige Darstellung der registrierten Daten geschehen mittels MS-Excel, welches nach dem Einlesen der Daten sofort Diagramme der Messperiode liefert (Bild 8).

Nach den Labortests war die Beantwortung der folgenden drei Fragen durch die Praxistests von grösstem Interesse:

1. Betriebssicherheit: Gibt es Ausfälle und wenn ja: weshalb und wann?

In einigen Fällen wurde die Pumpenelektronik durch Spannungsspitzen im örtlichen Netz beschädigt. Es zeigte sich, dass die Spannungsfestigkeit auf über 1000 V erhöht werden musste. Ein mechanisches Problem zeigte sich in zwei Anlagen, wo schnelle Wassertemperaturwechsel zu Luftansammlungen im hinteren Pumpenlager und in der Folge zu Klemmen und Stillstand führten. Meist lief die Pumpe nach Aus- und Wiedereinschalten wieder an. Das Problem ist mit konstruktiven Massnahmen zur besseren selbsttätigen Entlüftung des Rotorraumes zu lösen.

2. Sind in den Häusern Geräusche vernehmbar oder gar störend?

Bei einer Prototyppumpe in einem Wohnhaus waren in den Wohnräumen Pfeiftöne hörbar (Taktfrequenz des Wechselrichters der Motorelektronik). Da dieses Problem vom Prototyp her bekannt war, wurde bereits bei der Neukonzeption der Elektronik eine Gegenmassnahme vorgesehen: Die Stromanstiegs geschwindigkeit der Motorelektronik kann geändert werden. Damit konnte das als störend bemerkte Geräusch auf einen kaum mehr hörbaren Pegel reduziert werden.

3. Welche Leistungsaufnahme weisen die Hochwirkungsgrad-Pumpen im Vergleich zu den vorher eingebauten handelsüblichen Pumpen auf?

In Bild 9 sind diese Daten dargestellt. Die erzielten Leistungsreduktionen sind frappant. Zwar waren die vorher eingebauten Pumpen nicht in allen Fällen nach neuesten Erkenntnissen dimensioniert, aber auch die neuen Hochwirkungsgrad-Pumpen konnten nicht immer auf die optimale Leistung eingestellt werden, da die Planungsdaten der Anlagen nicht zur Verfügung standen. Die beobachtete Leistungsreduktion ist nur in einem Fall (1. Objekt in Bild 9) kleiner als 50%, was auf eine besonders sparsame vorher eingebaute Pumpe zurückzuführen ist (der Typ ist nicht mehr auf dem Markt). In den meisten Anlagen beträgt die Reduktion und damit die Elektrizitätseinsparung 75% und mehr.

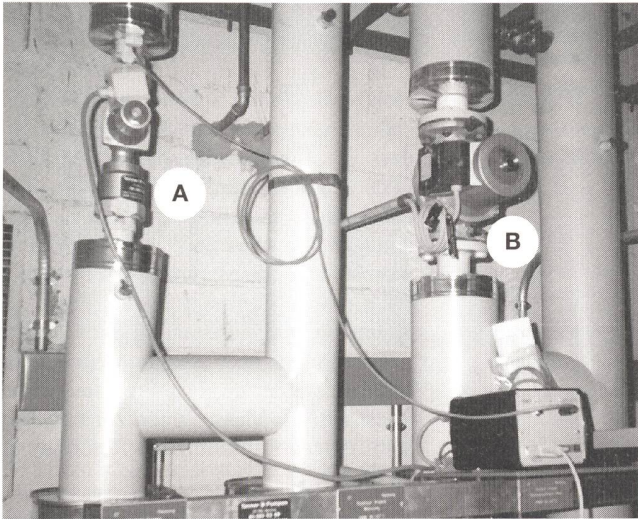
### Technische Innovationen für Serienfertigung

Bei der Weiterentwicklung dieser neuartigen Pumpe hin zur Serienfertigung waren in den drei Bereichen Hydraulik, Motor und Steuerung technische Innovationen erforderlich.

### Erfolgreiches interdisziplinäres Forschungsprojekt

Im Impulsprogramm Ravel (Rationelle Verwendung von Elektrizität) wurden die bescheidenen Wirkungsgrade von kleinen Umwälzpumpen erstmals bei der Weiterbildung von Haustechnikfachleuten thematisiert. Auf Grund dieser Erkenntnisse konnte 1992 bis 1994 unter Leitung von Jürg Nipkow und mit Unterstützung des Bundesamtes für Energie ein Forschungsprojekt «Klein-Umwälzpumpe mit hohem Wirkungsgrad» realisiert werden. In einer erfolgreichen Zusammenarbeit von zwei Pumpenherstellern und den Eidgenössischen Technischen Hochschulen Zürich und Lausanne wurden die Ursachen der tiefen Wirkungsgrade von Kleinumwälzpumpen analysiert, und es wurde nach Alternativen gesucht. Als Hauptergebnis konnten einige Prototypen einer Kleinumwälzpumpe vorgestellt werden, deren Wirkungsgrade in der Branche Aufsehen erregten [3, 4] (Bild 3).

Die beiden Autoren dieses Beitrages, Jürg Nipkow und Wolfram Meyer, wurden für ihre Anstrengungen zur Entwicklung der Hochwirkungsgrad-Pumpe mit dem Prix eta+ 2000 (1. Preis in der Kategorie I) geehrt. Die Jury würdigte vor allem die gemeinsamen Bemühungen, durch Anwendung neuester Techniken ein Produkt mit grossem Anwendungs- und Elektrizitätssparpotenzial zur Marktreife zu bringen. In Deutschland wurde Wolfram Meyer für die Pumpenkonzeption ausserdem mit dem Wuppertaler Energie- und Umweltpreis 2000 ausgezeichnet.



**Bild 7** Feldtestpumpe (A) in Heizungsverteiler im Testbetrieb

Objekt: Awel Zürich, Gruppe Wohnung. Die vorher eingebaute Pumpe war nur wenig kleiner als jene der Gruppe rechts (B). Unten rechts befindet sich das Messmodul; das Kabel mit Schlaufe führt zum Temperaturfühler über der Pumpe.

## Präzision der Hydraulik

Im Forschungsprojekt hatte sich gezeigt, dass bei sehr kleinen hydraulischen Leistungen gute Wirkungsgrade mit hohen Drehzahlen und vergleichsweise

kleinen Laufraddurchmessern zu erreichen sind. Um die hydraulischen Verluste um dieses kleine Laufrad niedrig zu halten, sind ungewohnt enge Herstellungstoleranzen einzuhalten, etwa beim An-

saugdichtungsspalt. Dabei ist natürlich die Fertigungssicherheit zu gewährleisten.

## Neue Motorkomponenten

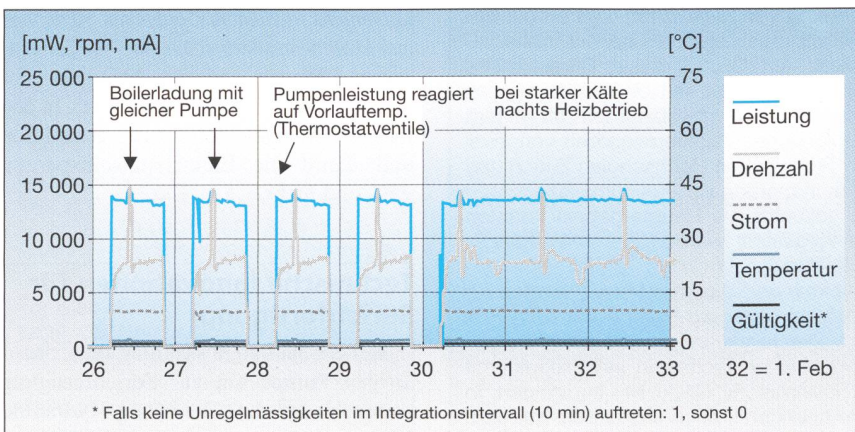
Das Konzept eines Elektronikmotors mit Permanentmagnetrotor als Nassläufer (Bild 5) bot einige fertigungstechnische Knacknüsse. Da der Rotor im Heizungswasser dreht und das gewählte Hochleistungsmagnetmaterial Neodym korrosionsempfindlich ist, muss der Rotor dicht gekapselt werden. Dies bedingt eine anspruchsvolle Montage, welche bezüglich Aufwand optimiert werden muss. Auch bei der Wicklung des Stators wurden neue Wege beschritten. Zwar bringt der beim Magnetmotor mögliche nutzlose Stator fertigungstechnische Vereinfachungen, doch sind wegen der Wechselrichterspeisung besondere Massnahmen gegen Geräusche erforderlich. In den Feldtests hatte sich gezeigt, dass sich höhere Tonfrequenzen in Heizanlagen sehr leicht verbreiten. In Zusammenarbeit mit einem Hersteller von Synchronmotoren wurde deshalb eine Wicklung speziell auf diese Anwendung ausgelegt.

## Die wichtigsten Eigenschaften der Feldtestpumpe Biral MC 10

- Drehstrom-Synchronmotor mit Permanentmagnetrotor. Dieser Motortyp erreicht sehr hohe Wirkungsgrade (>70%) auch bei kleinen Wellenleistungen von 5–20 W. Mittels einer elektronischen Steuerung wird die erforderliche dreiphasige Spannung von variabler Frequenz erzeugt.
- Motor als Nassläufer, d.h. der Rotor läuft im Fördermedium, durch ein Spaltrohr zum Stator abgedichtet (Bild 5).
- Laufrad für Drehzahlen bis über 4000 U/min.
- Die elektronische Steuerung enthält einen Mikroprozessor zur Realisierung der erforderlichen Funktionen. Die Steuerung inklusive Netzteil ist bei den Feldtestpumpen in einem von der Pumpe getrennten Gehäuse untergebracht. Obwohl der Einbau in einen Klemmenkasten auf der Pumpe möglich wäre, wird die getrennte Bauweise zu Gunsten einer optimalen Wärmedämmung der Pumpe beibehalten.
- In normalen Heizgruppen wird die Pumpe Drehzahl geregelt nach Regelkennlinien gemäss Bild 6 betrieben. Durch einen speziellen Algorithmus wird der aktuelle Arbeitspunkt aus Drehzahl und Motorstrom (Drehmoment) laufend erfasst; Abweichungen vom Sollwert – z.B. bei Förderstromdrosselung durch Thermostatventile – werden kompensiert. Am Einstellelement (Potentiometer, Skala 1–8) wird die gewünschte Regelkennlinie gewählt. Über Leuchtdioden werden Betriebszustand (Anzahl Blinksignale = Nr. der Kennlinie) und gegebenenfalls Störungen angezeigt. Der Motoranlauf erfolgt stets mit maximalem Drehmoment.

## Elektronik, Regelung

Anlauf und Drehzahlregelung des Synchronmotors machen eine Erfassung der Rotorposition in Echtzeit notwendig. Mit schnellen und leistungsfähigen Mikroprozessoren (DSP) ist eine sensorlose Erfassung und Auswertung der Rotorposition möglich, was den bei Nassläufern beträchtlichen Aufwand für Positionssensoren erspart. Diese Technologie wird nur von wenigen Spezialisten beherrscht und ist deshalb noch nicht in günstiger Serienausführung erhältlich. Im Mikroprozessor ist auch der Drehzahlregelalgorithmus programmiert, welcher die Pumpenleistung (via Drehzahl) der eingestellten Regelkennlinie nachführt (Kasten «Die wichtigsten Eigenschaften der Feldtestpumpe Biral MC 10» und Bild 6).



**Bild 8** Beispiel eines Auswertungsdiagramms des Feldtest-Monitoring (Lavigny – Jan. 99)

## Der Markt muss überzeugt werden

Für einen erfolgreichen Markteintritt der Hochwirkungsgrad-Pumpe (Bild 10) ist noch grosse Überzeugungsarbeit in der Heizungsbranche (Planer und Installateure) und bei Anlagenbestellern zu leisten: Heizungspumpen werden offensichtlich nach wie vor massiv überdimensioniert. Felduntersuchungen von 1996 haben gezeigt, dass auch drehzahlregelte Umwälzpumpen in gleichem Ausmass wie nicht geregelte überdimensioniert bzw. auf zu grosse Leistungen eingestellt werden, etwa nach dem Motto

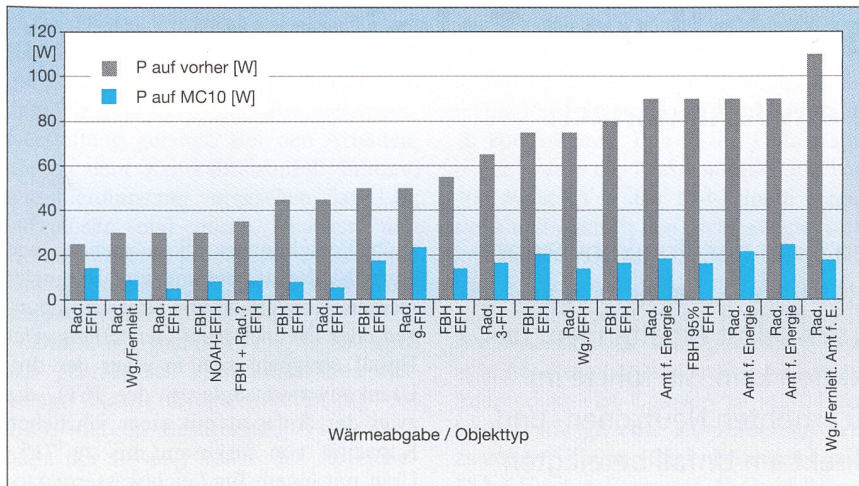


Bild 9 Leistungsaufnahme der Hochwirkungsgrad-Pumpen MC 10 im Vergleich zu den vorher eingebauten handelsüblichen Pumpen

«die Elektronik wirds schon richten» [1]. Die Sensibilisierung des Marktes für kleinere Pumpen mit hohem Wirkungsgrad durch entsprechende Aus- und Weiterbildung stellt deshalb eine wichtige Massnahme zur Ausschöpfung des Einsparpotenzials dar. Mit dem Leitfaden für Dimensionierung und Auswahl von Umwälzpumpen [2] hat das Bundesamt für Energie bereits 1997 einen Anstoss gegeben. Die darin empfohlenen Kennwerte (Kasten «Kennwerte zur Pumpendimensionierung») wurden zwar von den Fachleuten akzeptiert, doch bis die Praktiker der Installationsbranche danach handeln, braucht es noch Zeit. Weitere Umsetzungsmaßnahmen werden geprüft.

Im Jahr 2000 hat Biral gemeinsam mit einer Studentengruppe eine grobe Marktuntersuchung über die Akzeptanz von teureren Hochwirkungsgrad-Pumpen gemacht. Die Ergebnisse haben leider bestätigt, dass energieeffiziente Pumpen für die direkten Kunden des Pumpenmarktes (Installateure, Planer) noch kaum ein Thema sind. Bei umweltbewussten Anlagenbetreibern ist zwar Interesse vorhanden, doch haben diese allerdings im Normalfall keinen Einfluss auf den Entscheid, da Pumpen in der Anlage Komponenten darstellen, die durch Planer oder Installateure definiert werden. Mit dem Hinweis auf ihre Verantwortung für das System haben es Fachleute leicht, Sonderwünsche nicht fachkundiger Kunden abzublocken. Einen neuen Ansatz zur Aktivierung der Endverbraucher bringt die Leistungsgarantie von Energie 2000 [7], in welcher ergänzend zur Offerte unter anderem garantiert werden kann, dass die Umwälzpumpe den Energie-2000-Empfehlungen [2] entspricht.

In einer ersten Phase der Vermarktung wird daher schwerpunktmässig ein klei-

nes Marktsegment der auf echten ökologischen Nutzen ausgerichteten Architekten, Planungsingenieure und Endverbraucher angesprochen. Biral hat per Ende 2000 begonnen, eine Nullserie der MC-10-Umwälzpumpen in zwei Testmarktgebieten (Zürich und Bern) zu verkaufen. Parallel dazu sind wichtige Hersteller aus dem «Alternativenergiebereich» (Solar-, Wärmepumpenanlagen) mit Musterpumpen ausgerüstet worden. Es ist geplant, ab 2001 die MC-10-Pumpen in der ganzen Schweiz und im nahen Ausland auf den Markt zu bringen.

### Zusammenfassung – Einsparpotenzial

Der Einsatz von Elektronikmotoren mit Permanentmagnetrotor an Stelle des bisher üblichen Asynchronmotors ermöglicht enorme Verbesserungen des Pumpenwirkungsgrads. Auch der Wirkungsgrad des hydraulischen Teils kann dank höheren Drehzahlen (über 3000 U/min) erhöht werden. In einer Pilotphase mit

Feldtests in normalen Heizungsanlagen wurden Praxistauglichkeit und Zuverlässigkeit erprobt; es konnten dabei wertvolle Erkenntnisse für die Industrialisierung gewonnen werden.

In der Schweiz gibt es rund 1,5 Mio. kleine Umwälzpumpen mit Leistungsaufnahmen bis etwa 100 W, welche bei richtiger Dimensionierung durch die neue Hochwirkungsgrad-Pumpe ersetzt werden könnten. Wird die durchschnittliche Reduktion der Leistungsaufnahme mit 50 W angenommen, so resultiert bei jährlich 4000 Betriebsstunden (Mittelwert) eine Elektrizitätseinsparung von 300 GWh pro Jahr. Dies entspricht etwa dem Elektrizitätsverbrauch aller Fernseher in der Schweiz. Und diese Spartechnologie ist auch für mittelgrosse Pumpen bis über 100 W hydraulischer Leistung äusserst interessant, wobei nochmals ein Sparpotenzial der gleichen Grössenordnung in Aussicht steht.

### Referenzen

- [1] J. Nipkow, L. Keller: Elektrizitätsverbrauch drehzahl geregelter Umwälzpumpen. Bundesamt für Energie, Schriftenreihe Nr. 57, Bern 1996.
- [2] J. Nipkow: Umwälzpumpen – Leitfaden für Dimensionierung und Auswahl. Bundesamt für Energie, Bern 1997 (Faltblatt, EDMZ Nr. 805.164d).
- [3] J. Nipkow et al.: Klein-Umwälzpumpe mit hohem Wirkungsgrad. Schlussbericht BFE-Energieforschungsjahr, Bern 1994.
- [4] Th. Staubli, J. Nipkow: Wirkungsgradverbesserung bei Kleinumwälzpumpen. Pumpentagung Karlsruhe 1996, Preprint A 2-2, Fachgemeinschaft Pumpen VDMA, Frankfurt/M.
- [5] J. Nipkow: Felderprobung einer Klein-Umwälzpumpe mit hohem Wirkungsgrad. Schlussbericht BFE-Pilotprojekt, Bern 1999.
- [6] J. Nipkow, W. Meyer: Felderprobung einer Klein-Umwälzpumpe mit hohem Wirkungsgrad. Pumpentagung Karlsruhe 2000, Fachbeitrag 11-2, Fachgemeinschaft Pumpen VDMA, Frankfurt/M.
- [7] Energie 2000: Leistungs-Garantie für Gas- und Ölheizungen, Kärle Marketing, Gasstrasse 4, Postfach, 3000 Bern 13.

## Sus aux gaspilleurs d'énergie qui se cachent à la chaufferie!

### Petite pompe de circulation à haut rendement

Les pompes de circulation (ou accélérateurs) de chauffage comptent parmi les appareils consommant beaucoup d'énergie étant donné leurs périodes de service prolongées. Une pompe à haute rendement pour petites installations de chauffage, développée en Suisse, consomme trois fois moins d'électricité que les pompes conventionnelles. Ce résultat est dû essentiellement à l'utilisation d'un moteur électronique doté d'un rotor à aimant permanent à la place du moteur asynchrone habituel et d'un réglage continu de la vitesse de rotation pour l'obtention des caractéristiques réglables de débit.