



Hocheffiziente Pumpen im zentralen Heizungssystem

Rolf-W. Senczek
Bundesverband der Deutschen
Heizungsindustrie e.V.

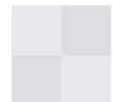
BDH

Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie

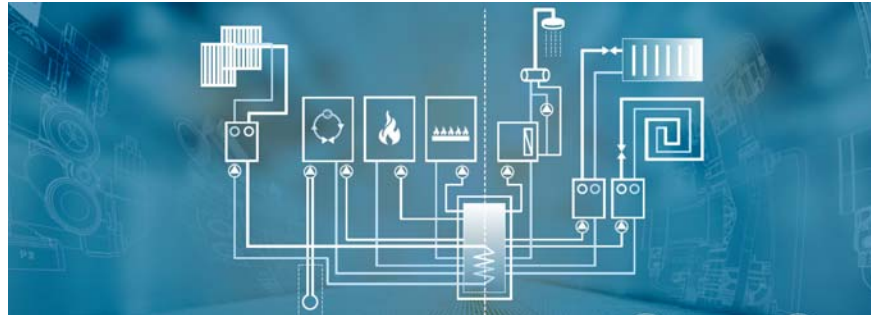


Agenda

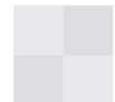
- Pumpenbauarten
- ErP/Ecodesign Anforderungen
- Anwendungen
- Aufbau
- Energieeinsparung
- Energieeffizienzmessung
- Anforderungen von Hocheffizienzpumpen
- Regelungsarten
- Ansteuerung von Umwälzpumpen
- Added Value



Umwälzpumpen in der Gebäudetechnik



Aufgabe	Anwendung
Wärmeerzeugung	Gas- oder Ölheizungen und Mehrzweckwasserheizer
	Feststoffkessel
	Wärmepumpen (soleseitig)
	Wärmepumpen (heizungsseitig)
	Mini-Blockheizkraftwerke
	Thermische Solaranlage (kollektorseitig)
	Fernwärmeanlagen mit Wärmetauscher
Wärmeverteilung	Raumheizung
	Raumheizung und Raumkühlung
	Häusliche Warmwassererzeugung (heizungsseitig)
	Häusliche Warmwassererzeugung (warmwasserseitig)
	Häusliche Warmwasserzirkulationssysteme



➤ Trockenläufer-UP

➤ Vorteile

- Motor ist Medientemperatur unabhängig
- Motorleistung kann angepasst werden
- Auch für Leistungen > 2 kW lieferbar

➤ Nachteile

- Gleitringwellenabdichtung ist nicht dicht
- Lauter da Motor gebläsegeköhlt
- Weniger kompakt

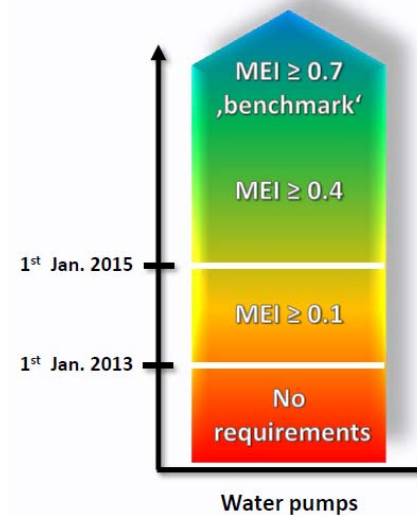
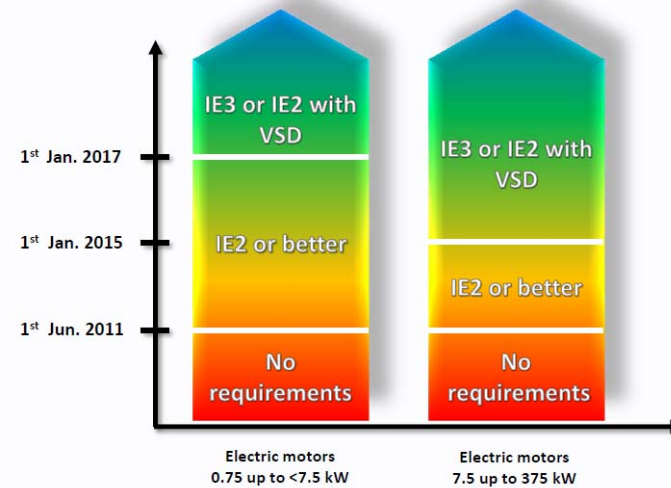


❖ Trockenläuferpumpen – ErP Anforderungen



EC 640/2009
Ecodesign
requirements for
electric motors

EU 547/2012
Ecodesign
requirements for
water pumps



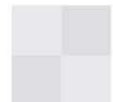
➤ Nassläufer-UP

- Erfunden Schweiz 1899
- Erste Serien-UP Schweiz 1935
- Grundfos UP Dänemark 1959



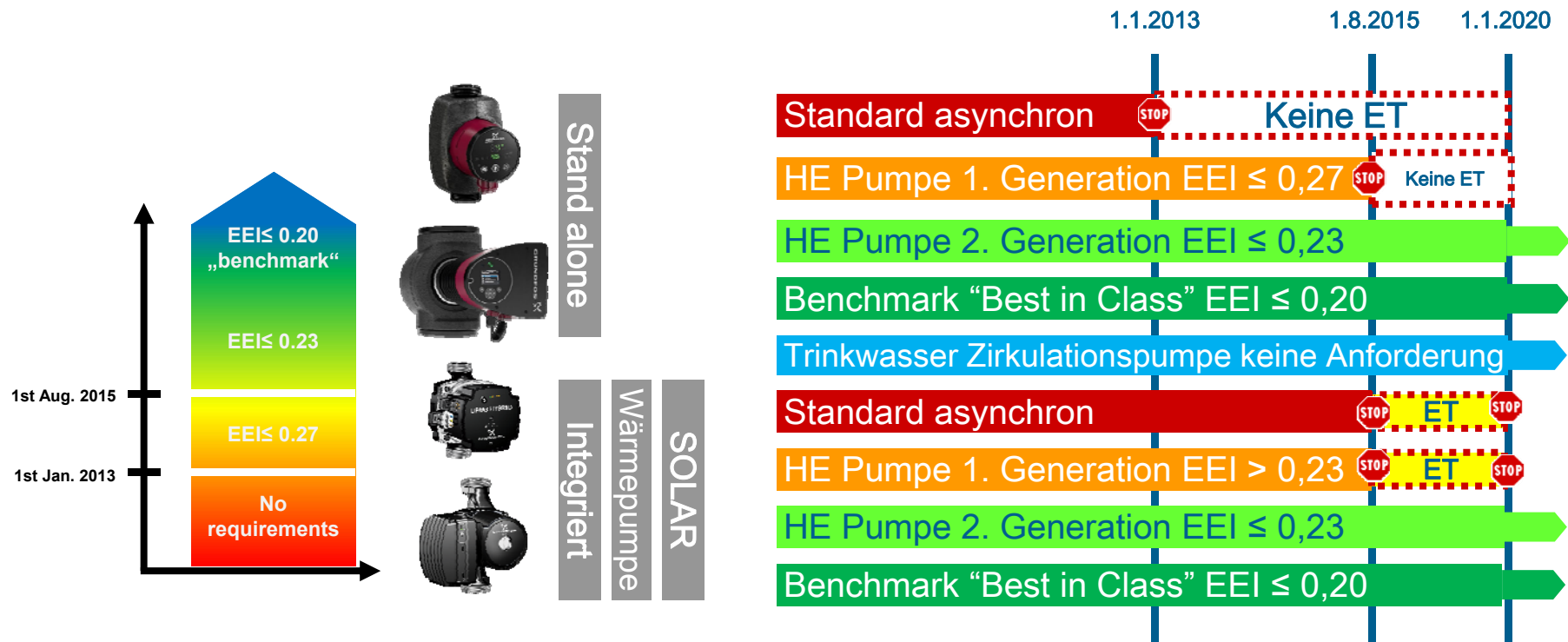
- In der EU zur Zeit im Einsatz: ca. 140 Millionen

- Vorteil
 - Sehr geräuscharm
 - Wartungsfrei und zuverlässig
 - Günstig und kompakt

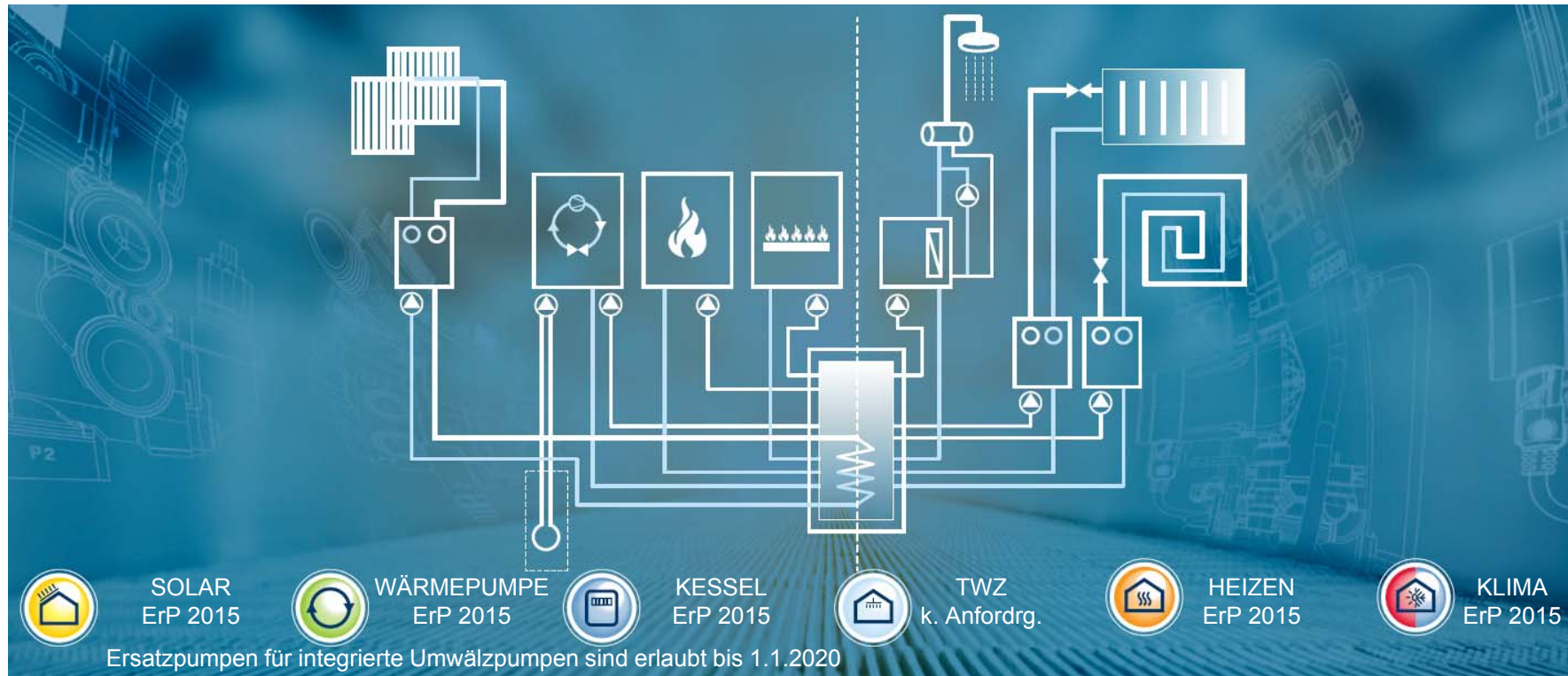




Ecodesign Anforderungen für Umwälzpumpen



❖ Umwälzpumpen in SHK-Anlagen



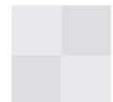
Ecodesign Anforderungen an Heizgeräte

EU VERORDNUNG 813/2013 GÜLTIG AB 26 SEPT 2015 – ECODESIGN von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten

Efficiency class	Seasonal space heating energy efficiency	Fuel boiler space heaters and fuel combination boilers			Cogeneration heater		Electric space + combi heaters		Heat pumps		LT heat pumps designed for indoor heat exchanger outlet temperature ≤ 35 °C			
		B1 Heaters ≤ 10kW/ Combi ≤ 30 kW	≤ 70 kW	70 - 400 kW	0 - 400 kW		0 - 400 kW		0 - 400 kW		0 - 400 kW		Seasonal space heating energy efficiency	Efficiency class
		2015-09-26			2015-09-26	2017-09-26	2015-09-26	2017-09-26	2015-09-26	2017-09-26	2015-09-26	2017-09-26		
A +++	≥ 150%								Best B/W HP				≥ 175%	A +++
A ++	≥ 125%								B/W HP / best A/W HP		B/W HP / best A/W HP		≥ 150%	A ++
A +	≥ 110%				Gas motor + Stirling				A/W HP		A/W HP		≥ 125%	A +
	≥ 100%													
	≥ 98%													
A	≥ 94%	Gas/Oil best cond	Gas/Oil best cond	at 30%					Low A/W HP		Low A/W HP		≥ 115%	A
	≥ 90%													
B	≥ 86%	Gas/Oil cond	Gas/Oil cond	at 100%									≥ 107%	B
	≥ 82%													
C	≥ 75%	Gas OFnC	Gas FFnC										≥ 100%	C
D	≥ 36%	Gas ST/pilot	Oil LT										≥ 61%	D
E	≥ 34%							Electr. boiler					≥ 59%	E
F	≥ 30%												≥ 55%	F
G	< 30%												< 55%	G
NOTE: There are additional requirements on water heating energy efficiency of combination heaters and on sound power level of heat pump space heaters and heat pump combination heaters														
From 26 September 2018 there are additional requirements on emissions of nitrogen oxides, expressed in nitrogen dioxide, of heaters														

EU VERORDNUNG 814/2013 GÜLTIG AB 26 SEPT 2015 – ECODESIGN von Warmwasserbereitern

Umwälzpumpen werden nur im Solarkreislauf berücksichtigt!

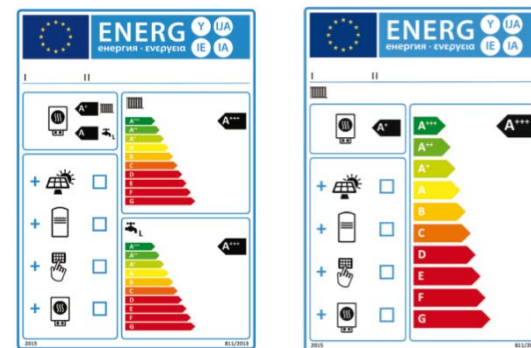
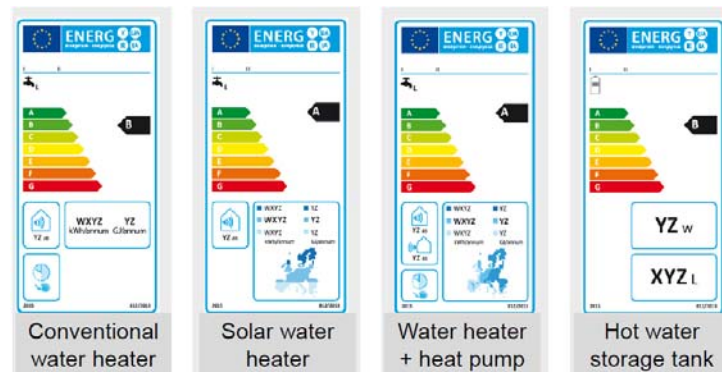
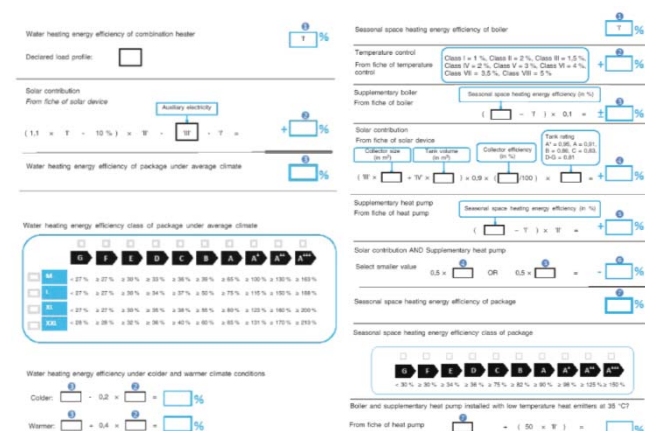
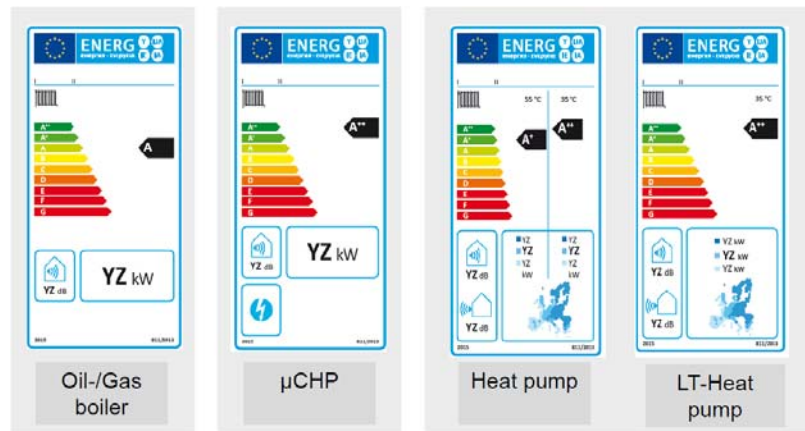


Energieeffizienzkennzeichnung - Anforderungen an Heizgeräte

EU VERORDNUNG 811/2013 GÜLTIG AB 26 SEPT 2015 – Energieeffizienzkennzeichnung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten

EU VERORDNUNG 812/2013 GÜLTIG AB 26 SEPT 2015 – Energieeffizienzkennzeichnung von Warmwasserbereitern

Umwälzpumpen werden nur im Solarkreislauf berücksichtigt!

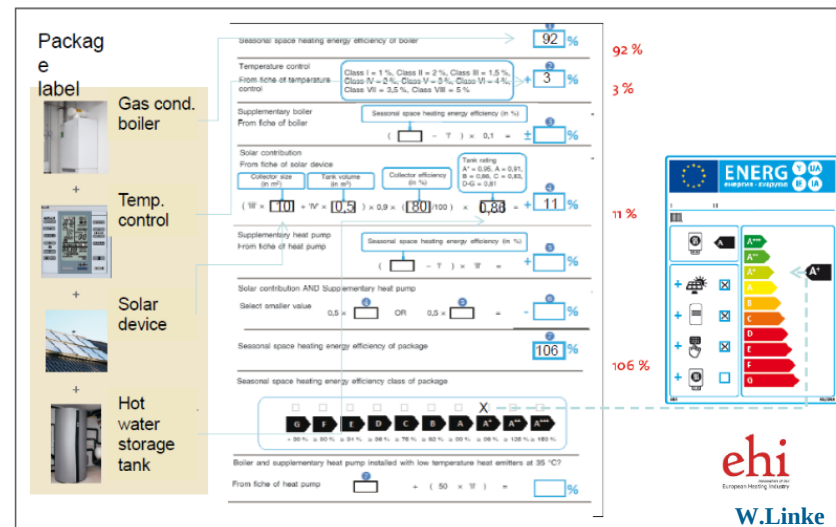


Energieeffizienzkennzeichnung - Anforderungen an Pakete

EU VERORDNUNG 811/2013 GÜLTIG AB 26 SEPT 2015 – Energieeffizienzkennzeichnung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten

Umwälzpumpen werden nur im Solarkreislauf mit der Leistungsaufnahme im Betrieb und Standby berücksichtigt!

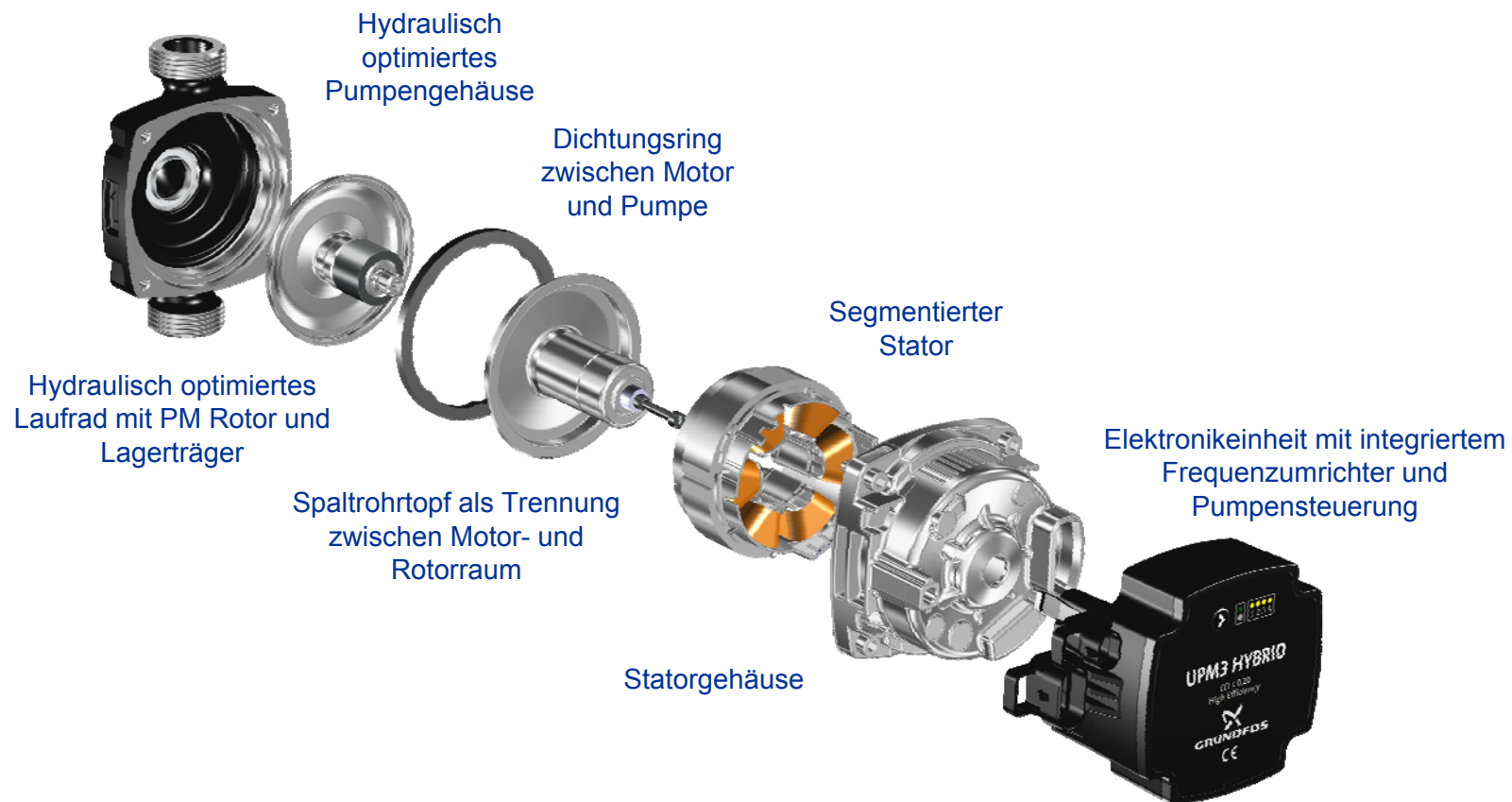
GRUNDFOS HVAC OEM SOLAR CIRCULATORS	Rated Power Input		EN 16 297		Standby Power Input
	P _{1, rated}	50% P _{1, rated}	EEl Part 3	P _{L, avg}	
UPM3 SOLAR 145	60 W	30 W	≤ 0.20	≤ 25 W	≤ 1 W
UPM3 SOLAR 105	52 W	26 W	≤ 0.20	≤ 22 W	≤ 1 W
UPM3 SOLAR 75	45 W	23 W	≤ 0.20	≤ 20 W	≤ 1 W
SOLAR PM2 145	87 W	44 W	≤ 0.23	≤ 39 W	≤ 1 W
SOLAR PM2 105	70 W	35 W	≤ 0.23	≤ 30 W	≤ 1 W
SOLAR PM2 85	57 W	29 W	≤ 0.23	≤ 24 W	≤ 1 W
SOLAR PM2 65	48 W	24 W	≤ 0.23	≤ 21 W	≤ 1 W
SOLAR PM2 45	26 W	13 W	≤ 0.23	≤ 12 W	≤ 1 W
SOLAR PML 145	140 W	70 W	≤ 0.23	≤ 60 W	≤ 3 W





Aufbau einer ECM/PM* Hocheffizienz UP

* Elektronisch kommutierter Motor mit Permanentmagnet-Rotor



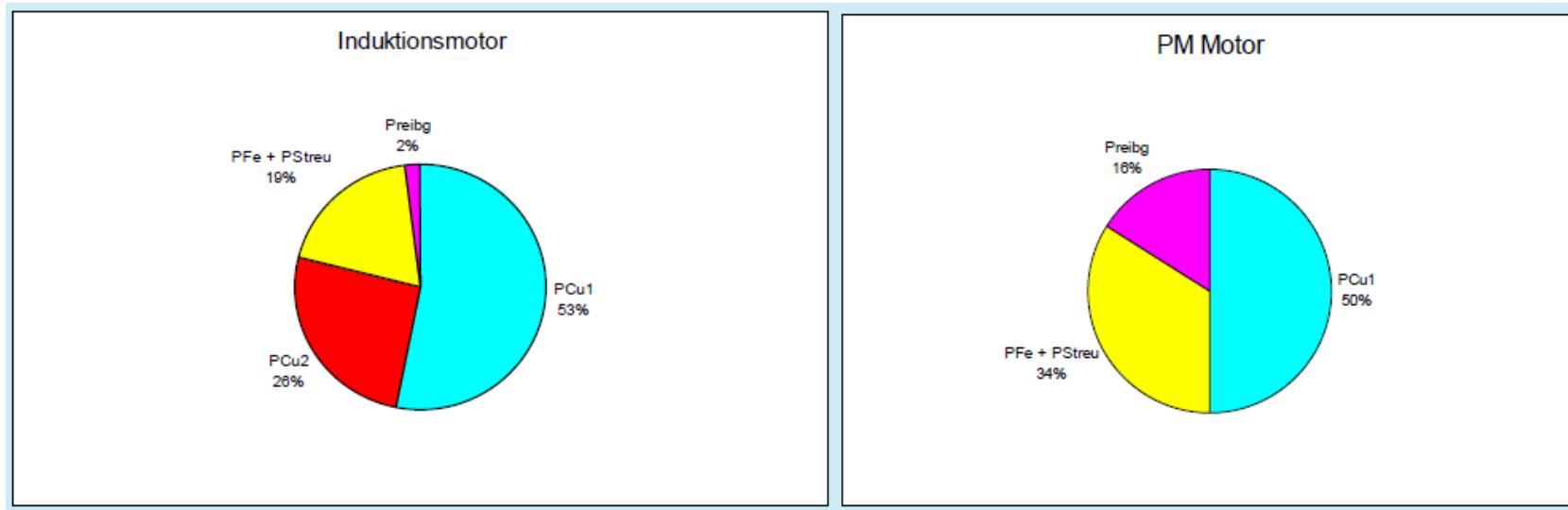
BDH

Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie





ECM/PM Motoren – Höhere Effizienz durch geringere Verluste



Verluste eines 1,1 kW Normmotors:

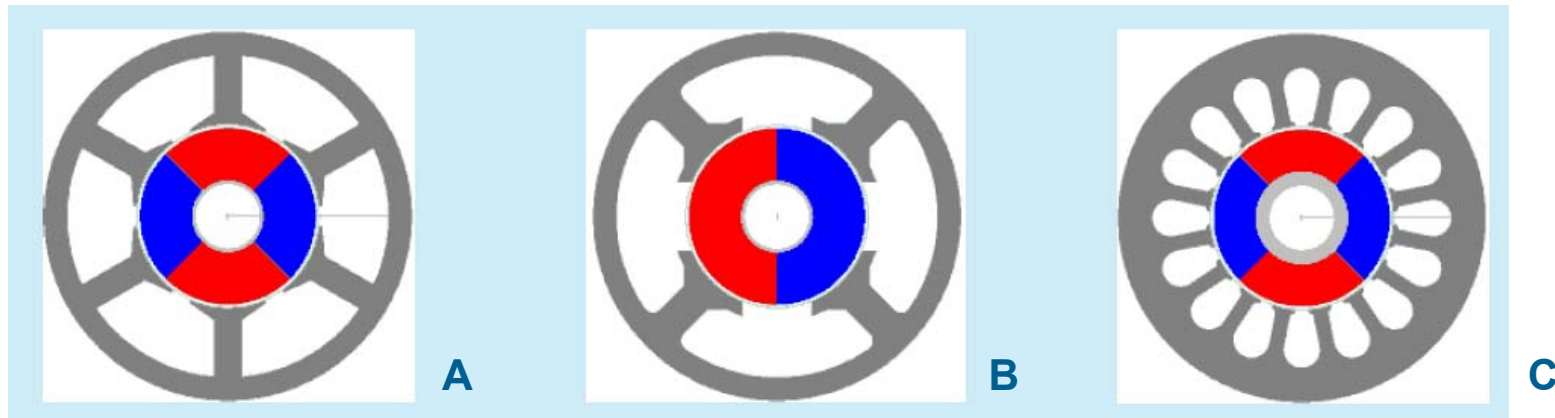
a) Induktion asynchron

b) ECM/PM synchron

- P_{cu1} = Stromverluste in den Statorwicklungen
- P_{cu2} = Stromverluste im Rotorkäfig
- P_{reibg} = Reibungsverluste in Kugellager und Lüftung
- P_{fe} = Eisenverluste in der Lamination von Rotor und Stator
- P_{streu} = Streuverluste durch Wirbelströme in Rotor und Stator



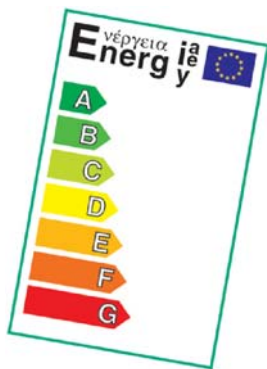
Unterschiedliche Bauarten von ECM/PM-Motoren



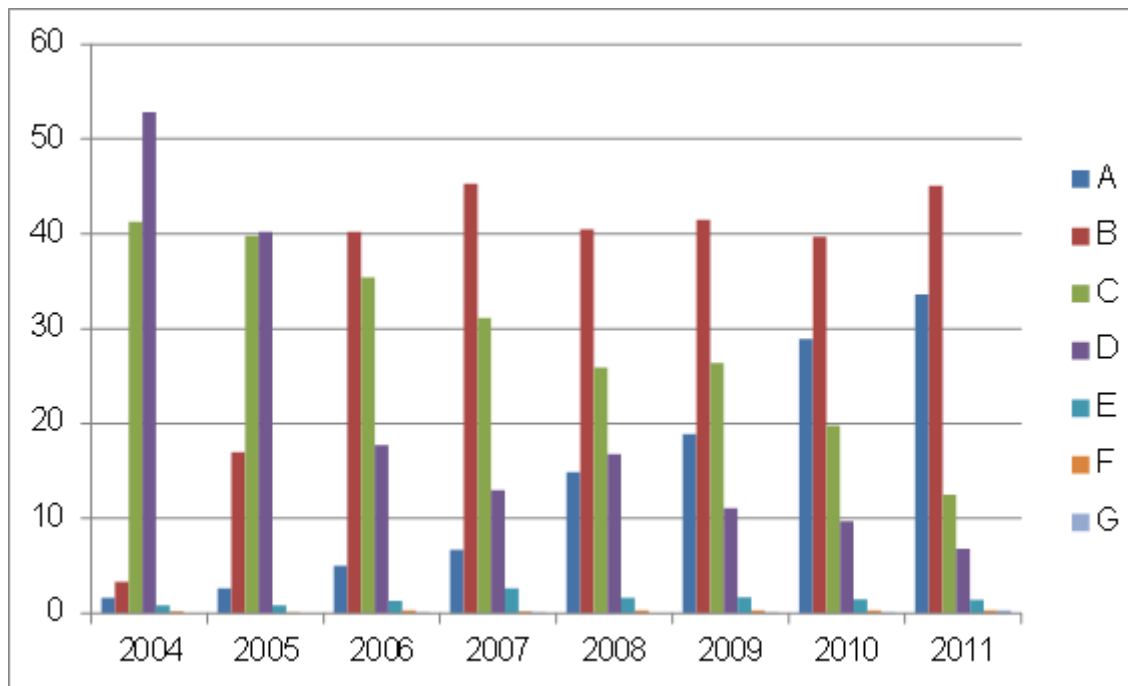
	A	B	C
PM Rotor	4 Pole	2 Pole	4 Pole
ECM Stator	3 Phasen	2 Phasen	2 Phasen



➤ Markttransformation durch Energiekennzeichnung von Energieeffizienzklasse C/D nach A/B



Class	Energy Efficiency Index (EEI)
A	$EEI < 0.40$
B	$0.40 \leq EEI < 0.60$
C	$0.60 \leq EEI < 0.80$
D	$0.80 \leq EEI < 1.00$
E	$1.00 \leq EEI < 1.20$
F	$1.20 \leq EEI < 1.40$
G	$EEI \geq 1.40$

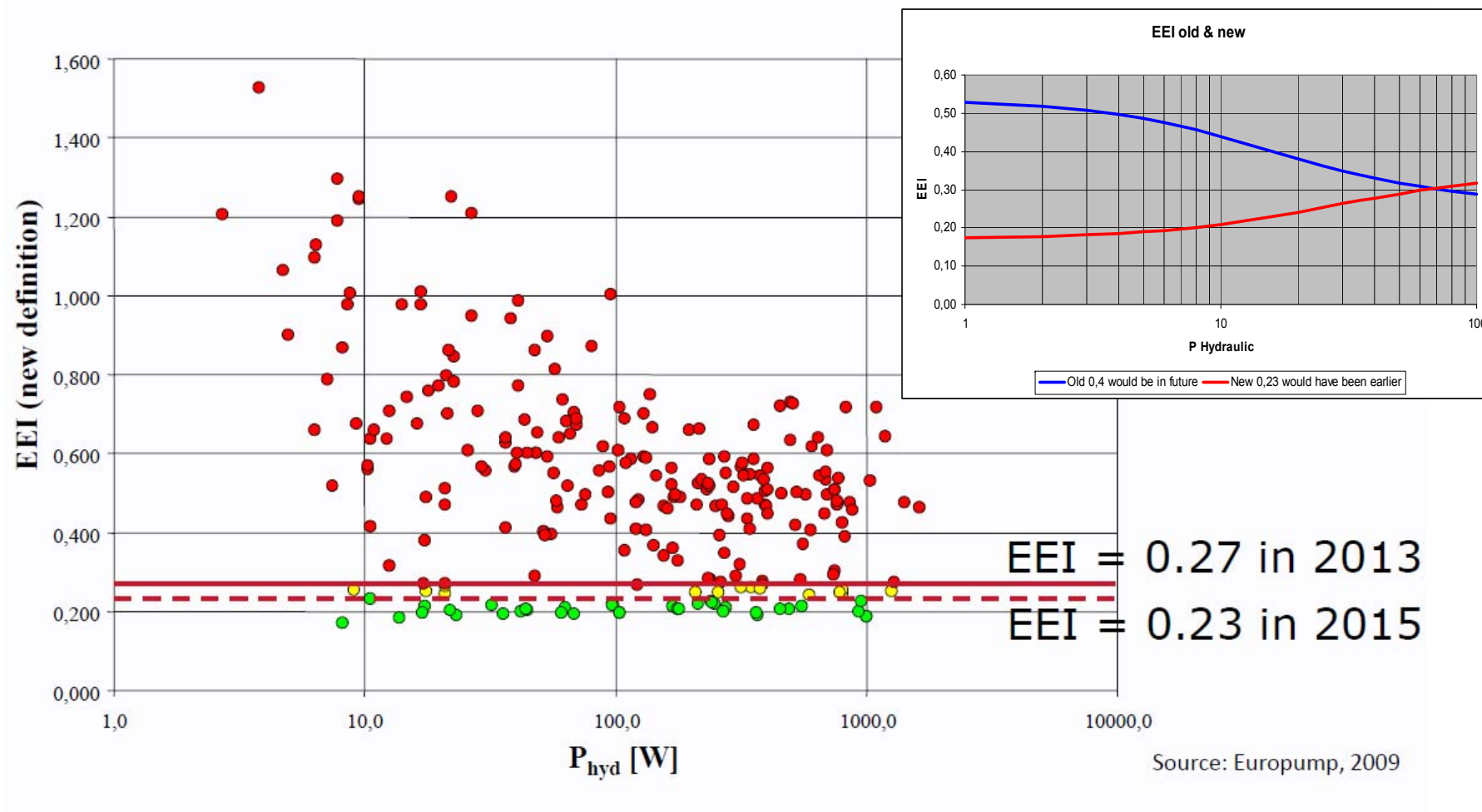


Markttransformation aufgrund der A-G Kennzeichnung von Umwälzpumpen (Quelle: Europump)





Die ErP Ecodesign Verordnung brachte eine drastische Verschärfung der Anforderungen

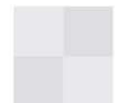




Einsparpotential durch Ecodesign für Umwälzpumpen

	Leistung	Bestand	Verbrauch 2010	Verbrauch 2020	Einsparung 2020
	W	Milionen	TWh	TWh	TWh
Kleine Standalone Umwälzpumpen	65	56	12.000	5.000	7.000
Geräteintegrierte Umwälzpumpen	90	53	17.000	11.000	6.000
Große Standalone Umwälzpumpen	450	14	24.000	7.000	17.000
STROM TWh		123	53.000	23.000	30.000
CO₂ Mio t			25	11	14

Quelle: AEA-Studie 2008 ED02287/Issue 1 EUP Lot 11 Circulators



➤ Einsparpotential hocheffizienter Umwälzpumpen

1 Million kleiner Hocheffizienz-Umwälzpumpen können jedes Jahr einsparen



Reduzierung des
Stromverbrauchs um
285.000.000 kWh

* basierend auf dem Ecodesign
Belastungsprofil und einem EEI von 0,20
im Vergleich zu einer Standardpumpe mit
EEI = 0,75 bei 5,000 h/a



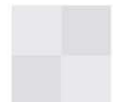
Reduzierung des
Stromverbrauchs von 80.000
Haushalten

* basierend auf einem durchschnittlichen
Stromverbrauch von 3.600 kWh/a pro
Haushalt in Europa



Reduzierung des CO₂
Ausstoßes um 137.000 Tonnen

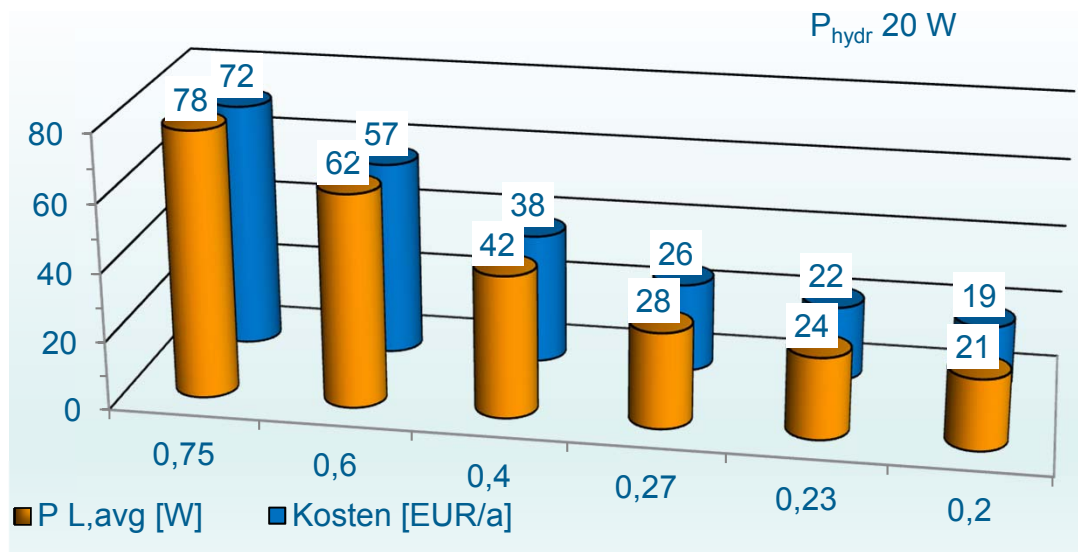
*basierend auf einem EU Energiemix von
0,48 kg CO₂ pro kWh Strom



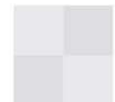
Vergleich des Jahresenergieverbrauchs

Vergleich für verschiedene EEI

- a) Standard asynchron (0,75)
- b) E-Pumpe asynchron (0,6)
- c) A-Klasse Pumpe (0,4)
- d) Ecodesign 2013 (0,27)
- e) Ecodesign 2015 (0,23)

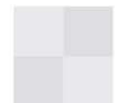
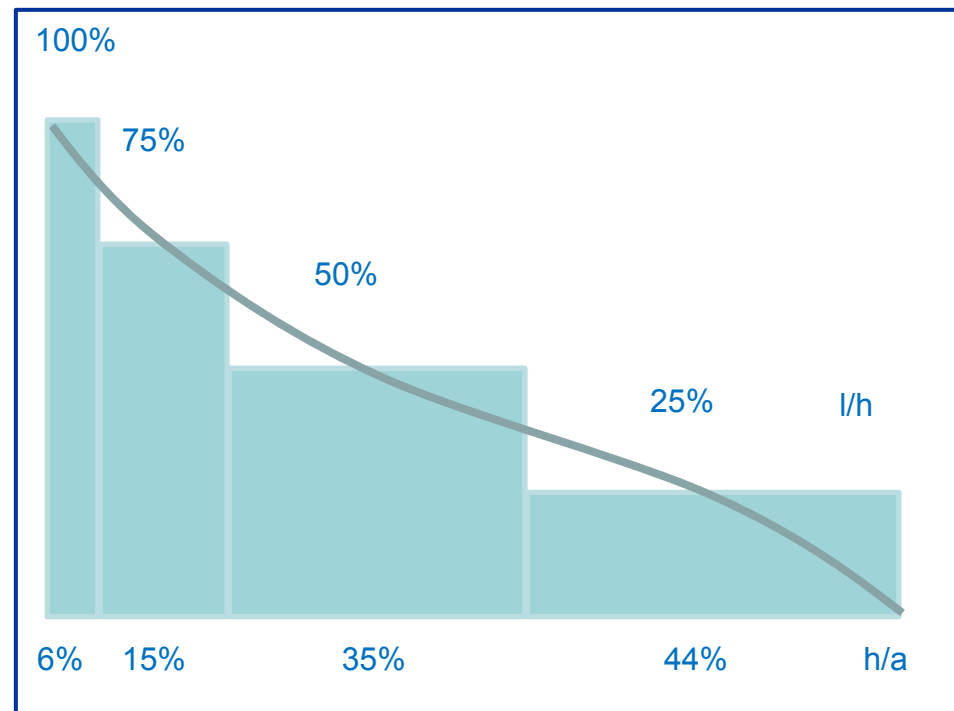
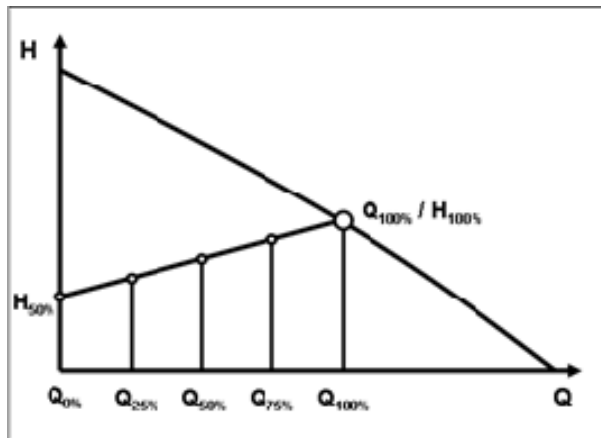


Gemittelter Jahresenergieverbrauch $P_{L,avg}$ entsprechend Ecodesign Berechnung und Energiekosten bei 5000 h/a und 0,184 EUR/kWh



Ecodesign Berechnung EEL („Blauer Engel Profil“)

$$P_{L,avg} = 0,06 \cdot P_{L, 100 \%} + 0,15 \cdot P_{L, 75 \%} + 0,35 \cdot P_{L, 50 \%} + 0,44 \cdot P_{L, 25 \%}$$





Definition alleinstehende oder integrierte Pumpe

Design	Details	Beispiel (nicht vollständige Liste)
Pumpengehäuse	Konstruiert um innerhalb eines Gerätes montiert und genutzt zu werden	Gehäuse, die konstruiert wurden, um innerhalb eines Gerätes genutzt zu werden z.B. mit O-Ring/Clip-Verbindung, zur Montage auf einer Montageplatte (back panel) oder einem Platten-Wärmetauscher Gehäuse mit integrierter thermisch- oder elektrisch- angetriebener Ventalfunktion
Drehzahlregelung	Konstruiert um direkt vom Gerät drehzahlgesteuert zu werden	Umwälzpumpen mit gerätespezifischem Regelsignalanschluss
Sicherheitsmaßnahmen	Konstruiert mit Sicherheitsmerkmalen die nicht zur geeignet sind, die Pumpe außerhalb eines Gerätes zu betreiben Die Umwälzpumpe ist definierter Teil der Gerätezulassung oder der CE-Zertifizierung des Gerätes	Das Gerät übernimmt Sicherheitsfunktionen der Pumpe (z.B. ISO IP Klasse) Die Umwälzpumpe ist Teil der Gerätezulassung oder der CE-Zertifizierung des Gerätes

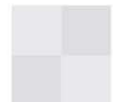
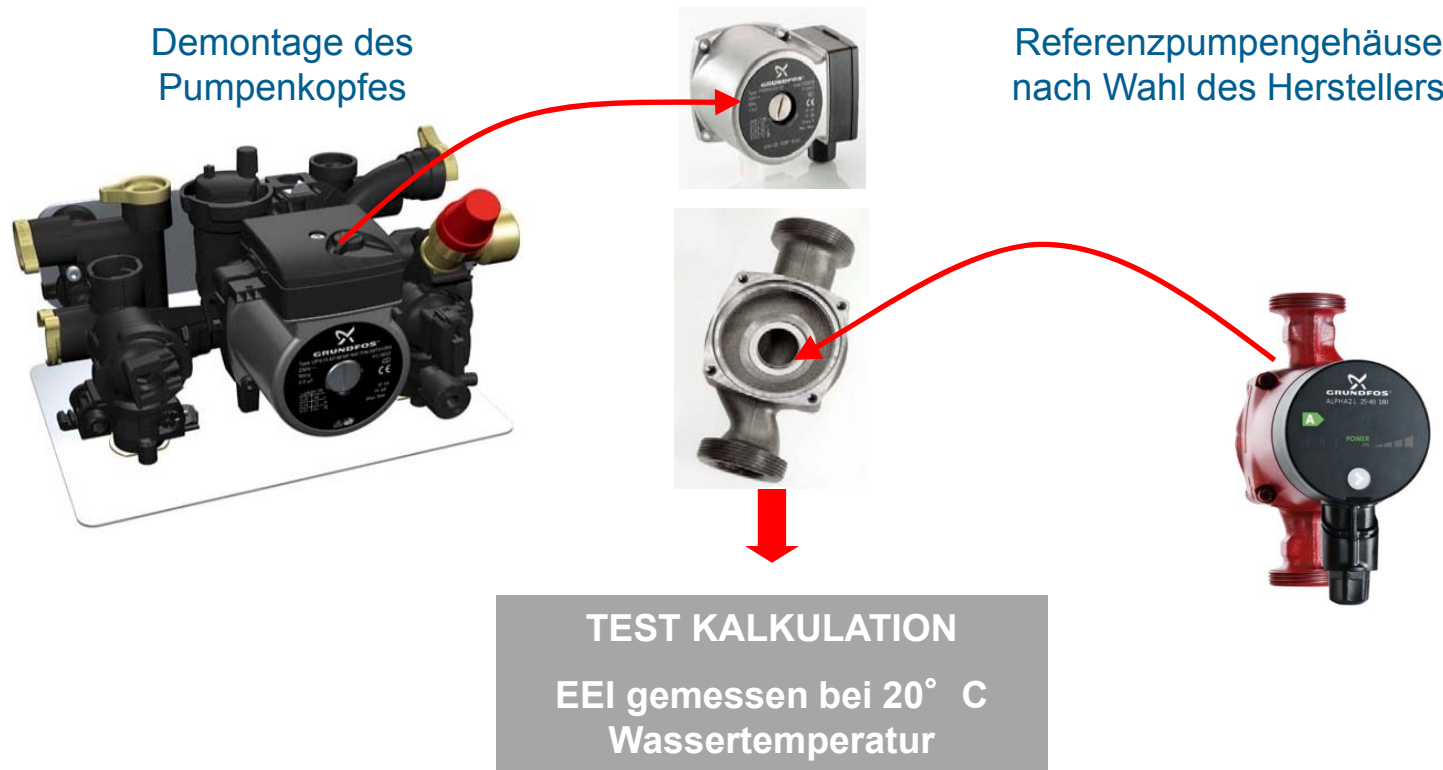
EN 16 297 T1: Definition alleinstehende oder integrierte Pumpe

Sofern die Umwälzpumpe mindestens eine dieser Eigenschaften erfüllt, gilt sie als integrierte Pumpe.





EEl-Messung bei integrierten Pumpen gem. EN 16297 T3





Welche Anforderungen stellen Hocheffizienzpumpen?

Platzbedarf

- Normalerweise benötigen Hocheffizienzpumpen mehr Platz für die Elektroneinheit, ihre Kühlfläche und die hydraulisch optimierten Pumpengehäuse (größere Tiefe)

Temperaturanforderungen

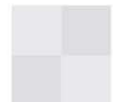
- Normalerweise stellt die Elektronik zu Ihrem Schutz erhöhte Anforderungen an Medien- und Umgebungstemperatur sowie den Schwitzwasserschutz. Es gibt jedoch unterschiedliche Konstruktionen für verschiedene Anwendungen (z.B. integrierte Pumpen, Kaltwasseranwendungen, Trinkwasserpumpen, Solarpumpen)

Wasserqualität

- Normalerweise stellen die Pumpen keine erhöhten Anforderungen an die Wasserqualität bezüglich Schmutz (z.B. Magnetit), Wasserhärte und Sauerstoffgehalt, sofern die gängigen Regeln der Technik eingehalten werden.

Zuverlässigkeit und Qualität

- Normalerweise sind Hocheffizienzpumpen genauso zuverlässig wie Standardpumpen. Es gibt jedoch fabrikatsabhängige Unterschiede durch unterschiedliche Spezifikationen, Konstruktionen und Lagersysteme (z.B. Keramik/Keramik oder Kohle/Stahl).





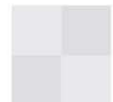
Welche Anforderungen stellen Hocheffizienzpumpen?

Anforderungen an die Versorgungsspannung

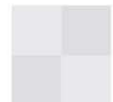
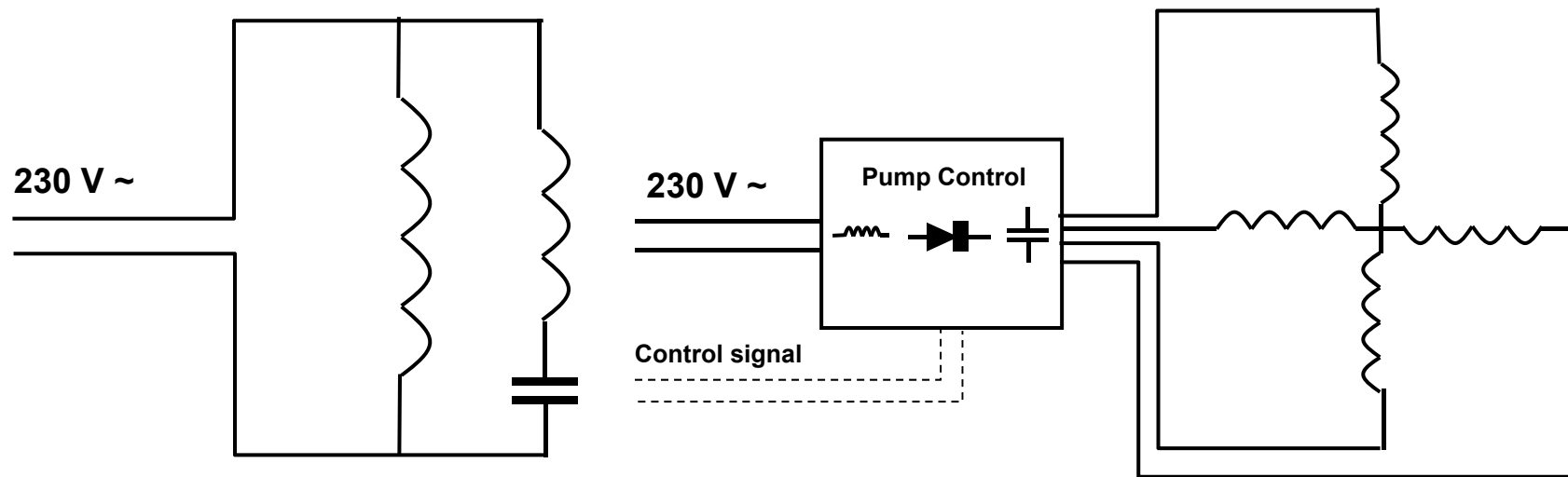
- ECM Hocheffizienzpumpen sind für die gleichen Spannungsbereiche (EU: 1x230 V +10%/-15%, 50 Hz) konstruiert und erfüllen die EU Niederspannungsrichtlinie. Meistens handelt es sich um einphasige Versorgungen, selbst wenn der Motor z.T. dreiphasig betrieben wird. Sie dürfen normalerweise nicht an externe Regler angeschlossen werden, die die Versorgungsspannung verändern (Phasenanschnitt oder Frequenzumrichter). Allerdings erzeugen sie wie alle elektronischen Geräte eine kurze Einschaltstromspitze (Inrush), die die Lebensdauer von Einschaltrelais beeinträchtigen können. Es gibt verschiedene interne oder externe Maßnahmen diese zu reduzieren.

Anforderungen an die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

- ECM Hocheffizienzpumpen beinhalten eine integrierte Elektronik. Diese muss vor elektromagnetischen Impulsen und erhöhter Störstrahlung geschützt werden. Um die EU EMV-Richtlinie einzuhalten sind Filter vorgeschaltet, sodass keine Beeinträchtigung der Umgebung zu befürchten ist. Diese Filter können Ableitströme verursachen und sind bei Hochspannungstests zu schützen. Vorgeschaltete FI-Schutzschalter müssen für den eingesetzten Pumpentyp geeignet sein.

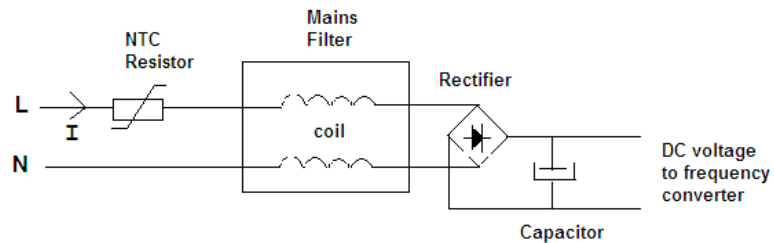


❖ Prinzip einer Asynchron- und ECM/PM-Pumpe

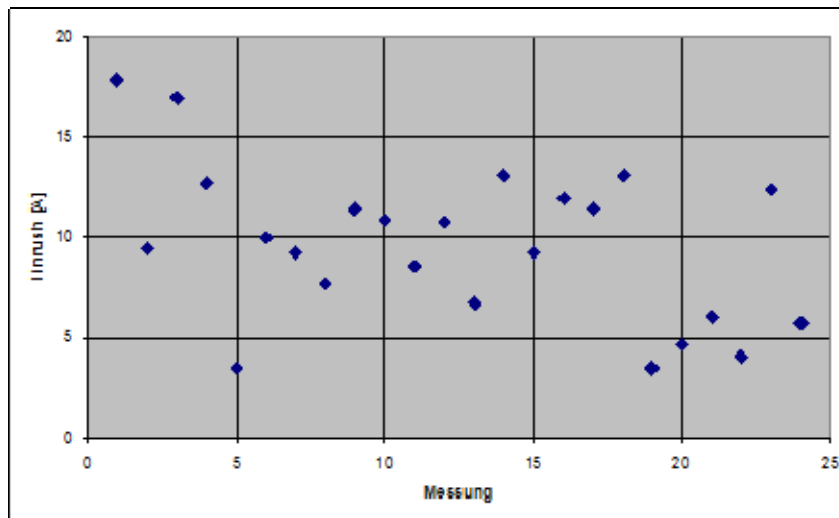




Einschaltströme bei elektronischen Verbrauchern



Eingangsschaltung einer ECM/PM-Pumpe



Unterschiedliche Einschaltströme (4 bis 18A) bei der gleichen Pumpe und gleichem elektrischen Anschluss

Siehe auch VDMA 24225 Nassläufer-Umwälzpumpen – Spezifikation für die Messung des Einschaltstroms (in Vorbereitung)



Einschaltstromspitzen bei unterschiedlicher Einschaltung und Beschaltung der Pumpe



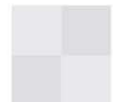
Welche Anforderungen stellen Hocheffizienzpumpen?

Anforderungen an Regelungsarten

- Die optimale Regelungsart ist abhängig vom Anlagensystem. Während bei der Wärmeverteilung meist intern-geregelte Pumpen eingesetzt werden, setzen sich auf der Wärmeerzeugerseite zunehmend vom Anlagenregler extern angesteuerte Pumpen durch. In Anlagen mit Gebäudeleittechnik kommen verschiedene Busanbindungen zum Einsatz, die aber meist Pumpen nur schalten oder Meldungen abfragen.
- Um die hohen Effizienzanforderungen zu erfüllen, müssen intern-geregelte Standalone-Umwälzpumpen mindestens eine Proportionaldruckkennlinie (Δp_{var}) beinhalten. Integrierte Umwälzpumpen mit externer Ansteuerung (z.B. PWM) können entlang einer angepassten Regelkurve gemessen werden.
- Intern-geregelte Pumpen werden meistens nach Konstantdruck (Δp_{konst}) oder Proportionaldruck (Δp_{var}) geregelt. Die Wahl richtet sich z.B. nach der Art der Wärmeverteilung wie 2-Rohr-, 1-Rohr- oder Fußbodenheizung. Optimierungsprogramme wie AutoAdapt helfen bei der optimalen Kurveneinstellung.

Preis

- Die komplexen Elektronikeinheiten und die hochwertigen Magnetmaterialien wie Neodym, die notwendig sind, um die geforderte Hocheffizienz zu erreichen, erhöhen die Kosten auf mindestens das Doppelte einer Standardpumpe. Aber aufgrund der integrierten Drehzahlregelung bieten sie viele zusätzlichen Regelalgorithmen, Kontroll- und Statusmeldungen fast umsonst.



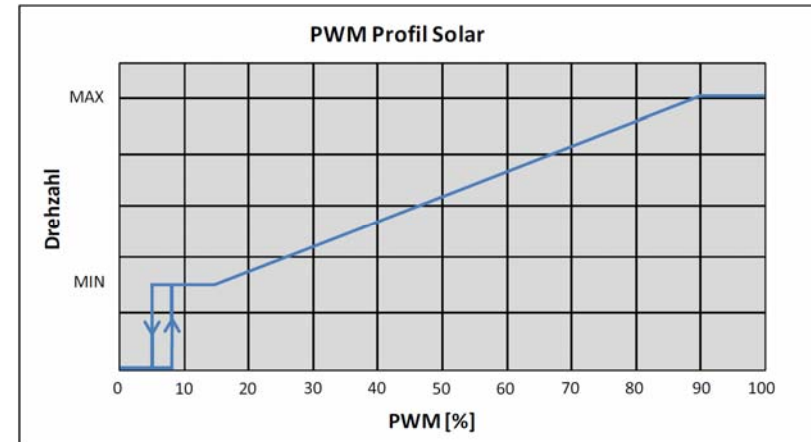
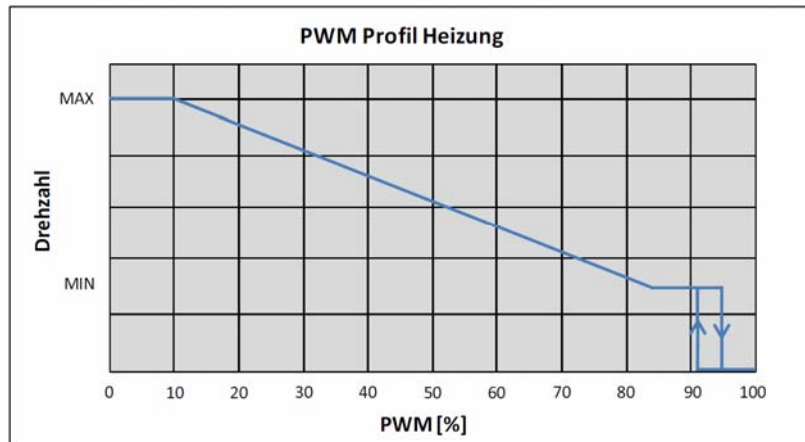
Wahl der Regelungsart

Anlagenart		Empfohlene Regelungsart
Heizungsanlage mit PWM-Ansteuerung der Pumpe.		PWM-Profil A 
Solaranlage mit PWM-Ansteuerung der Pumpe.		PWM-Profil C 
Anlage ohne PWM-Ansteuerung der Pumpe (externe Pumpe).		Intern geregelt
Volumenstromvariable Anlage mit relativ hohem Druckverlust im Heizgerät und im Rohrnetz (> 50 % der Förderhöhe).	Zweirohr-Heizung mit Thermostatventilen mit geringer Ventilautorität.	Zur Geräuschminderung bei $H_N > 2$ m. Anlagen mit langen Verteilerleitungen. Hohe Druckverluste in Anlagenteilen, durch die der Gesamtvolumenstrom strömt. Wärmeverbraucher mit geringem Druckverlust.
	Primärkreis.	Primärkreis mit hohem Druckverlust.
		Proportionaldruck / AUTO _{ADAPT} mit Proportionaldruck 
Volumenstromvariable Anlage mit relativ niedrigem Druckverlust im Heizgerät und im Rohrnetz (< 50 % der Förderhöhe).	Zweirohr-Heizung mit Thermostatventilen mit hoher Ventilautorität.	Zur Geräuschminderung bei $H_N > 2$ m. Ehemalige Schwerkraftanlagen. Geringe Druckverluste in Anlagenteilen, durch die der Gesamtvolumenstrom strömt. Wärmeverbraucher mit hohem Druckverlust.
	Fußbodenheizung mit variablem Förderstrom.	Anlage mit thermostatischen Zonenventilen.
	Einrohr-Heizung mit variablem Förderstrom.	Heizungsanlage mit Thermostatventilen.
	Primärkreis.	Primärkreis mit niedrigem Druckverlust.
	Anlagen mit geringen Volumenstromänderungen.	Anlagen mit automatischem Bypassventil zur Gewährleistung des Mindestvolumenstroms.
		Konstantdruck / AUTO _{ADAPT} mit Konstantdruck 
Anlagen mit konstantem Volumenstrom.		Konstantkennlinie 

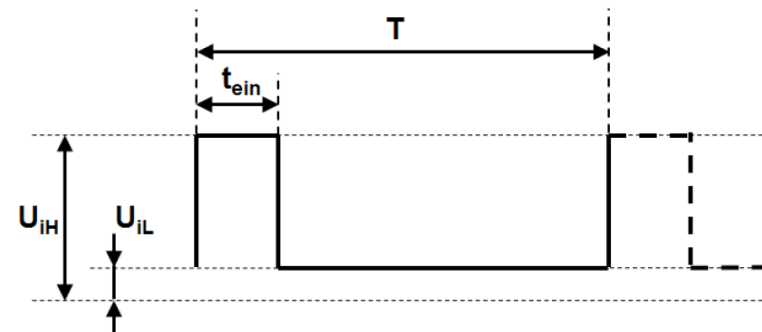




Digitales PWM Ansteuerungssignal gem. VDMA 24224

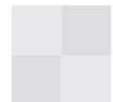
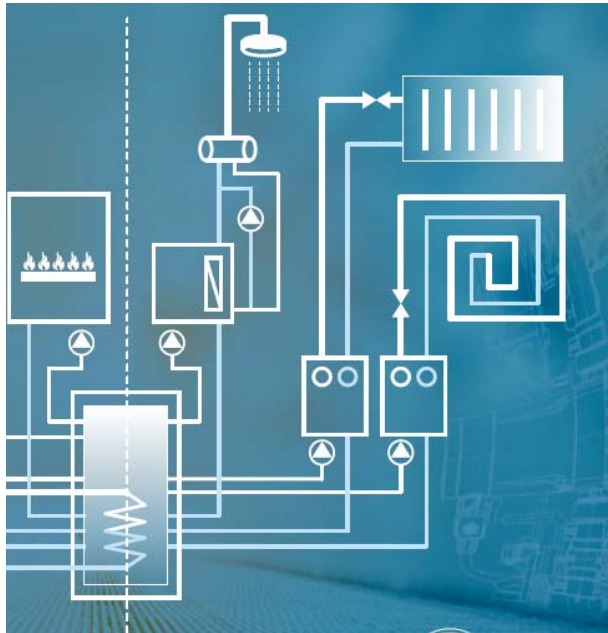


PWM Steuersignal	
Galvanische Trennung in der Pumpe	erforderlich
PWM Eingangsfrequenz	100 – 1000 Hz
Eingangsspannung Oberer Wert U_{iH} bei I_H (Bild 1)	4,5 – 15 V
Eingangsspannung Unterer Wert U_{iL} bei I_H (Bild 1)	≤ 1 V
Resultierender Eingangsstrom I_H (Messung gem. Bild 5)	10mA
PWM Eingangsarbeitsbereich	0 – 100 %
Signalpolarität	festgelegt
Signalkabel Länge	< 3 m
Signalkabel Abschirmung	nicht erforderlich
Signalkabel Querschnittsfläche	$\geq 0,25 \text{ mm}^2$
Anstiegs-/ Abfallzeit (Bild 1) (Messung gem. Bild 5)	$\leq T/500$

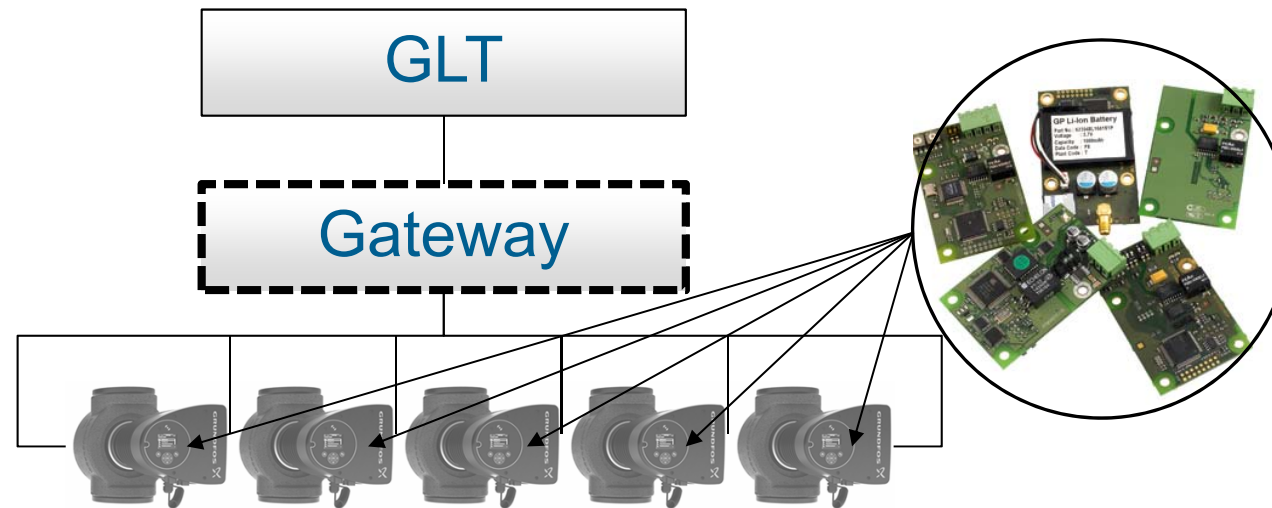


➤ Parallele und nachgeschaltete Heizkreise

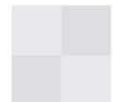
In parallelen und nachgeschalteten Heizkreisen ist entweder auf hydraulische Entkopplung (Pufferspeicher oder hydraulische Weiche) oder auf ein Pumpenmanagement zu achten.



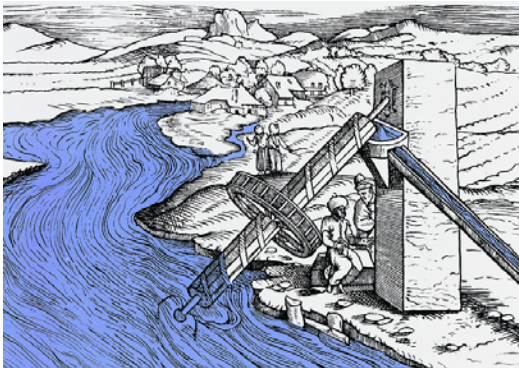
➤ Anbindung an Gebäudeleittechnik-Anlagen



- LON
- PROFIBUS DP
- Modbus RTU
- SMS/GSM/GPRS
- BACnet MS/TP
- PROFINET IO
- Modbus TCP
- BACnet IP



Pumpen haben sich entwickelt „Added Value“ – Wieviel „Intelligenz“ braucht der Markt



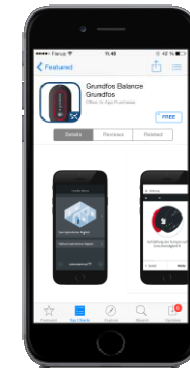
Archimedes'sche Schraube



Dürers Wolpertinger
(Wikipedia)



Schweizer Messer (Wenger)



Smartphone



Pumpe + Computer =



Grundfos MAGNA 3 mit
diversen Meldungen



Wilo Stratos Pico mit
Smart Home Einbindung



Grundfos ALPHA3 mit
ALPHA Reader für den
hydraulischen Abgleich

BDH

Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

BDH

Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie