

# Aspekte des KSB



# Bausteinkonzeptes

## zur Steigerung der Energieeffizienz in Kreiselpumpenanlagen

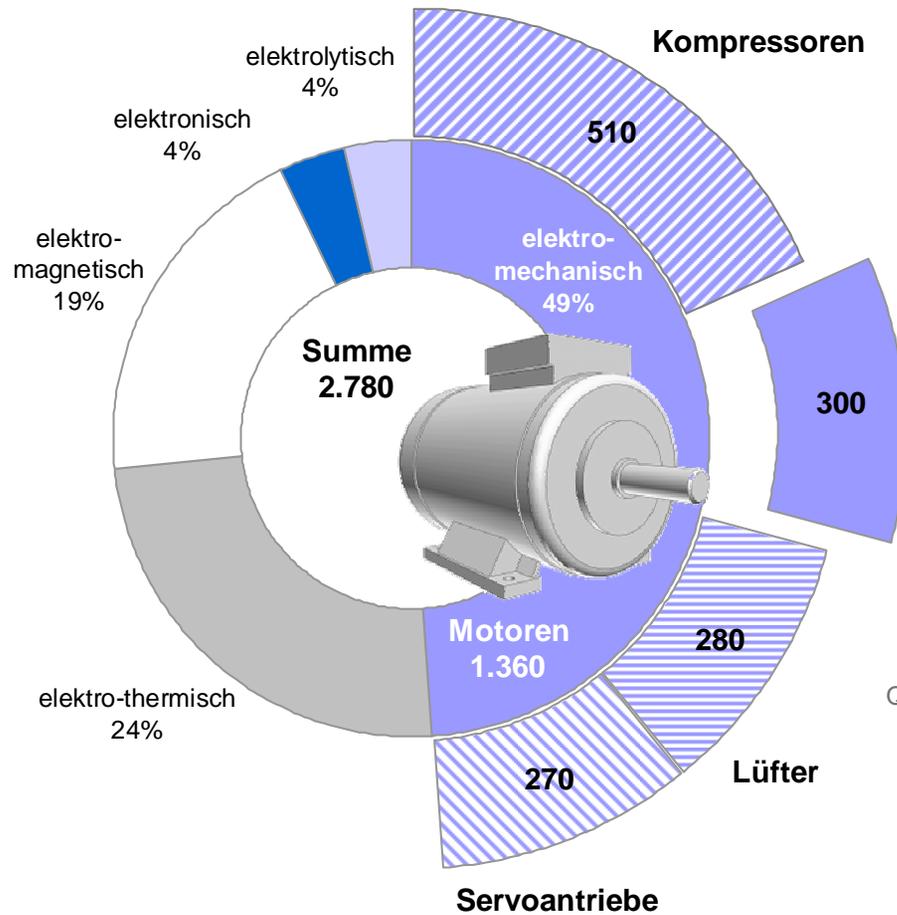
- *Neue intelligente Pumpeninstrumentierung*
- *neue Antriebssysteme für Versorgungsmaschinen*
- *Einsatz von KSB PumpMeter in Techem Energieerfassungssystemen*

Vertrieb energieeffiziente Systeme  
Dipl. Ing. (FH) Martin Bartels

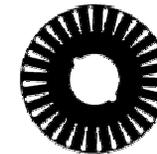




Übersicht  
**EI. Energieverbrauch EU-27 nach Art der Umwandlung in TWh**



**90% Asynchron-Motoren (ASM)\***



Schnitt durch ASM

Quelle Diagramm: Study for an update of the Ecodesign Working Plan Amended Ecodesign Working Plan for the European Commission, Brüssel/Delft, 18. Februar 2011

\* EUP Lot 11 Motors Final Report February 2008, Aníbal T. de Almeida, Coimbra, 18. Februar 2008, Seite 19



Bis zu  
60%



System

Bis zu  
10%



Modul

Ca. 3,5%



Komponente



Analyse des Systems

## Übersicht der möglichen Einsparpotenziale

- KSB-Berater betrachten immer das gesamte hydraulische System um die maximalen Einsparpotenziale zu heben.

## Grundlagen VI

Gesetzmäßigkeiten bei stufenloser Drehzahlregelung von Kreiselpumpen

**Förderstrom**

$$Q_2 = Q_1 \cdot \left( \frac{n_2}{n_1} \right)$$

80% Drehzahl heißt 80% Förderstrom,

**Förderhöhe**

$$H_2 = H_1 \cdot \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2$$

64% Förderhöhe,

**Leistungsaufnahme**

$$P_2 = P_1 \cdot \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^3$$

und nur 51% Leistungsaufnahme.

### Affinitätsgesetze aus der Ähnlichkeitsmechanik:

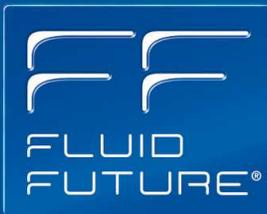
- Lineare Zunahme/Abnahme des Förderstroms bei linear ansteigender/fallender Drehzahl
- Quadratische Zunahme/Abnahme der Förderhöhe bei linear ansteigender/fallender Drehzahl
- Kubische Zunahme/Abnahme der Leistungsaufnahme bei linear ansteigender/fallender Drehzahl



# Maximales Ausschöpfen der Energie-Einsparpotenziale beim Betrieb von Kreiselpumpen



## Energy Efficiency by KSB

**DIE ANALYSE DES SYSTEMS.**

Unsere Experten analysieren Ihre Anlage und zeigen Einsparpotenziale auf – mit dem SES System Effizienz Service® oder dem PumpMeter.

**DIE AUSLEGUNG.**

Mit Unterstützung Ihres KSB-Beraters finden Sie genau die richtigen Pumpen und Armaturen, ebenso wie mit KSB EasySelect®.

**DIE HOCHEFFIZIENTE HYDRAULIK.**

Durch 140 Jahre Kompetenz und Innovationskraft erreichen unsere Pumpen und Armaturen höchste Leistung bei geringsten Verlusten.

**DIE HOCHEFFIZIENTEN ANTRIEBE.**

Die Hocheffizienzmotoren, die wir standardmäßig bei unseren Pumpen einsetzen, erfüllen mindestens die heutigen Standards.

**DIE BEDARFSGERECHTE FAHRWEISE.**

Die Leistung der Pumpe wird permanent an den Bedarf der Anlage angepasst: mit optimierten Regelkonzepten wie z. B. PumpDrive.

## Energy Efficiency by KSB

# Energieeffizienz

„In hochkomplexen Systemen und Abläufen auch kleinste Details zu erkennen, erfordert Transparenz. Dafür Sorge ich.“

Dr. Falk Schäfer  
Leiter SES System Effizienz Service

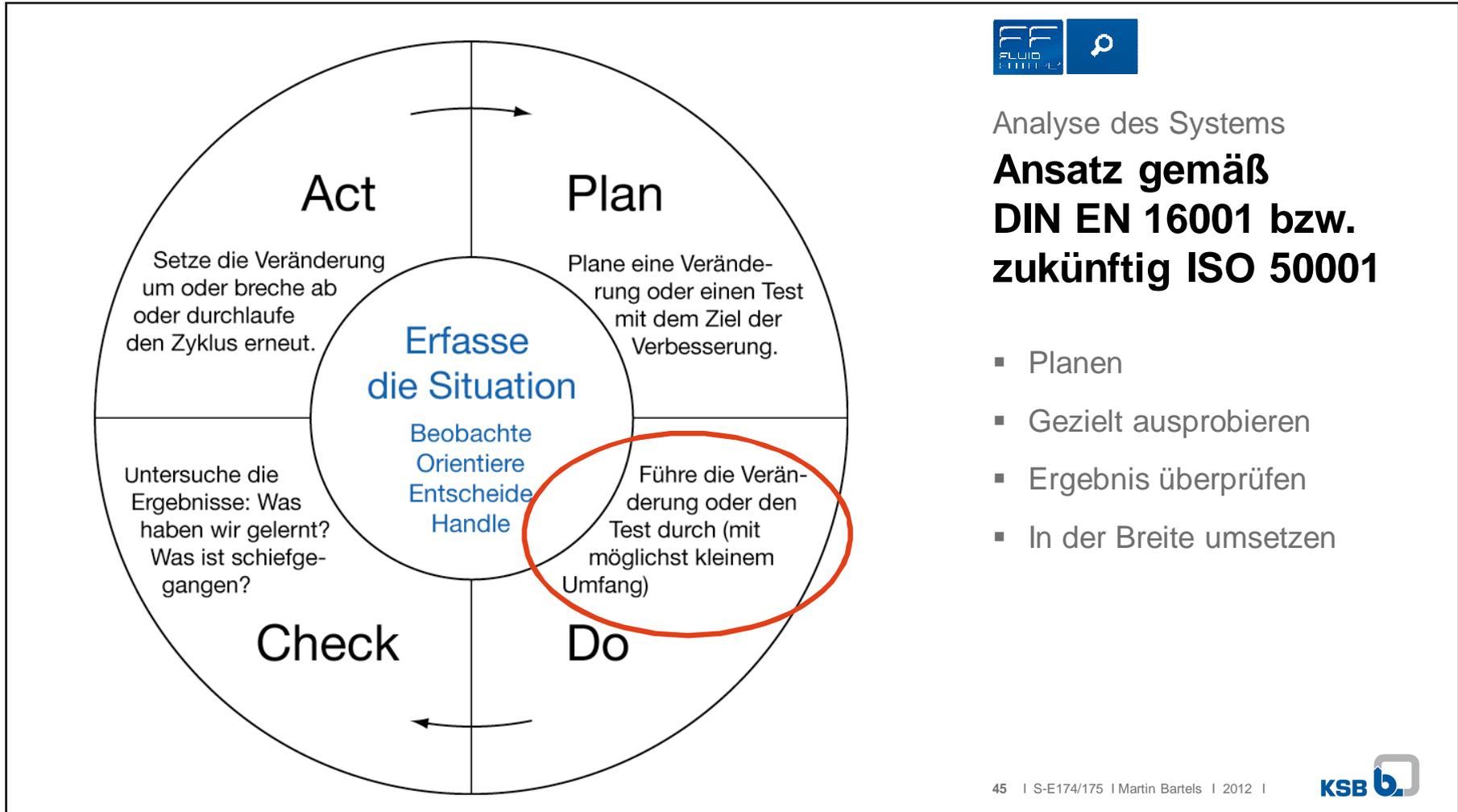


Analyse des Systems

## Ansatz gemäß DIN EN 16001 bzw. zukünftig ISO 50001

- Planen
- Gezielt ausprobieren
- Ergebnis überprüfen
- In der Breite umsetzen

45 | S-E174/175 | Martin Bartels | 2012 |



**IP** INNOVATIONSPREIS  
RHEINLAND-PFALZ



## Analyse des Systems **KSB PumpMeter**

- Messung Saugdruck
- Messung Enddruck
- Berechnung Differenzdruck
- Berechnung Förderhöhe
- Berechnung Betriebspunkt
- Vorortanzeige
- Analogausgang



## Analyse des Systems **KSB PumpMeter**

- Intelligenter Druckaufnehmer
- Vor-Ort-Anzeige von Betriebsdaten der Pumpe
- werksseitig montiert
- auf individuelle Pumpe parametrierbar
- zeichnet das Lastprofil der Pumpe auf
- zeigt Optimierungspotenziale auf, zur Steigerung von Verfügbarkeit und Energieeffizienz

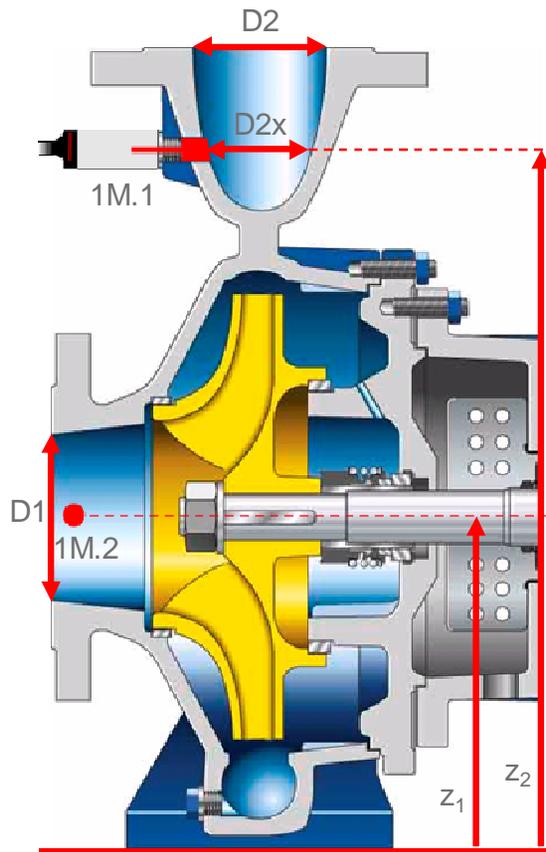




## Analyse des Systems KSB PumpMeter

- Auslesen des Lastprofils





Messpositionen am Beispiel Etanorm / Etabloc

Druckmessung und Strömungslehre

## Berechnung der Förderhöhe der Pumpe

Messung von Drücken und Berechnung des Betriebspunkts

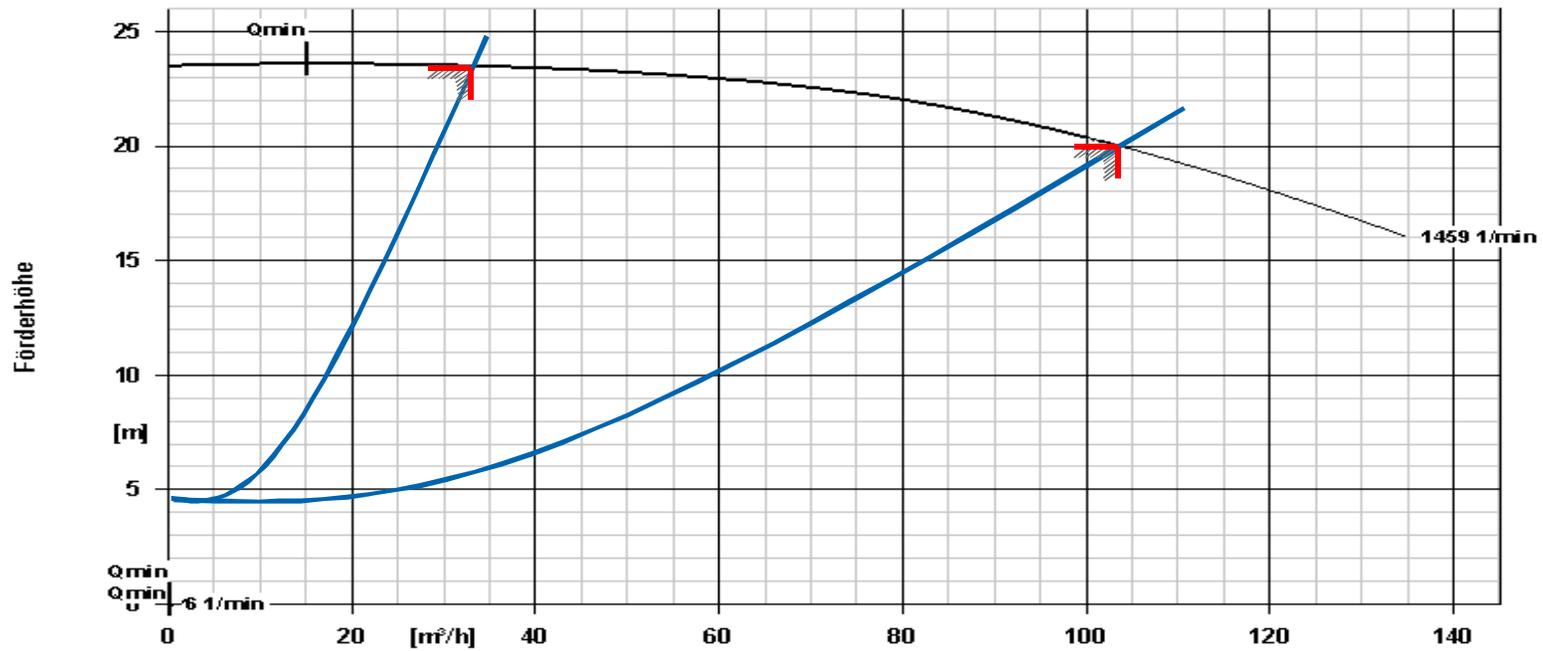
- Messwerte:
  - Saugdruck  $p_1$ , Druck am Eintritt (1M.2) der Pumpe in bar
  - Enddruck  $p_2$ , Druck am Austritt (1M.1) der Pumpe in bar
- Berechnung Förderhöhe der Pumpe:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + z_2 - z_1$$

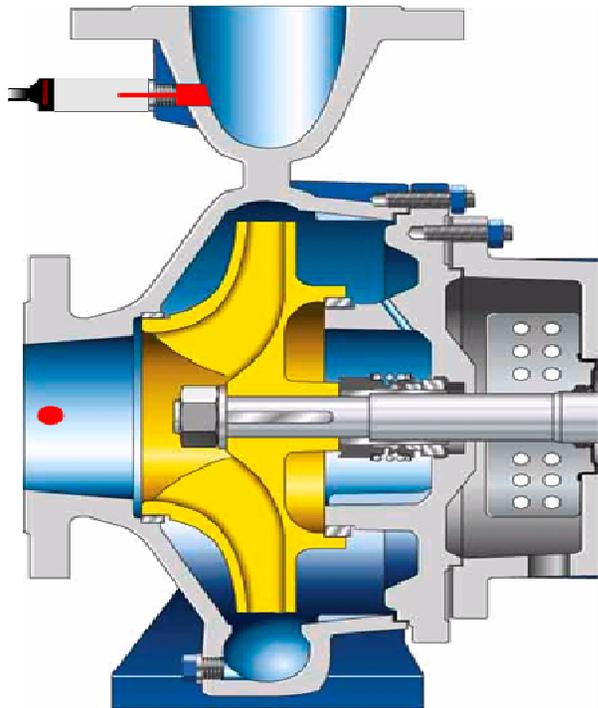
- $p_2 - p_1$  = statischer Differenzdruck
- $v_2^2 - v_1^2 / 2g$  = dynamische Komponente durch unterschiedliche Querschnitte D1, D2, D2x
- $z_2 - z_1$  = geometrische Höhendifferenz der Messpositionen

# Etabloc GN 080-250/1104 G11

Feste Drehzahl (257mm Laufrad)

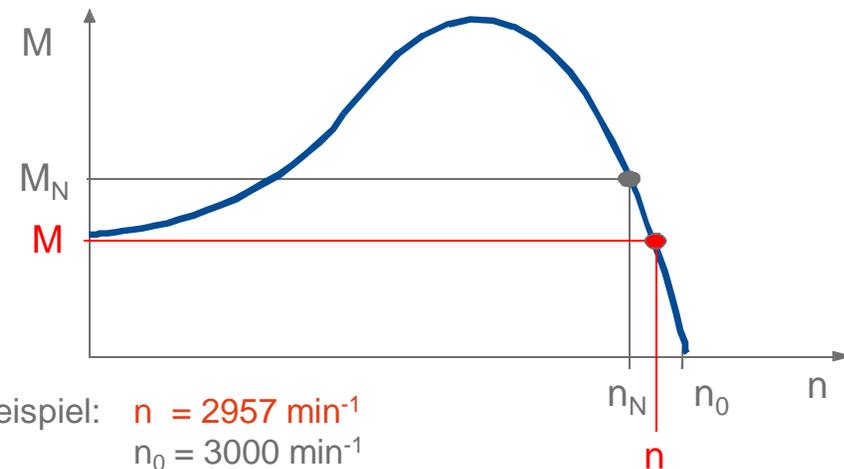


## PumpMeter bestimmt die Wellenleistung aus der Drehklangfrequenz des Asynchronmotors



Betriebspunktbestimmung aus 2 gemessenen Drücken

Drehzahl-Drehmoment-Abhängigkeit  
des Asynchronmotors



Beispiel:  $n = 2957 \text{ min}^{-1}$   
 $n_0 = 3000 \text{ min}^{-1}$   
 $n_N = 2940 \text{ min}^{-1}$   
 $M_N = 35,7 \text{ Nm} \rightarrow P_N = 11 \text{ kW}$   
 $M = 26,0 \text{ Nm} \rightarrow P = 8,0 \text{ kW}$



Analysebeispiel 1  
**KSS Anlage Bereich  
Maschinenbau**

Quantifizieren und Qualifizieren  
von energetischen Defiziten in  
Bestandsanlagen

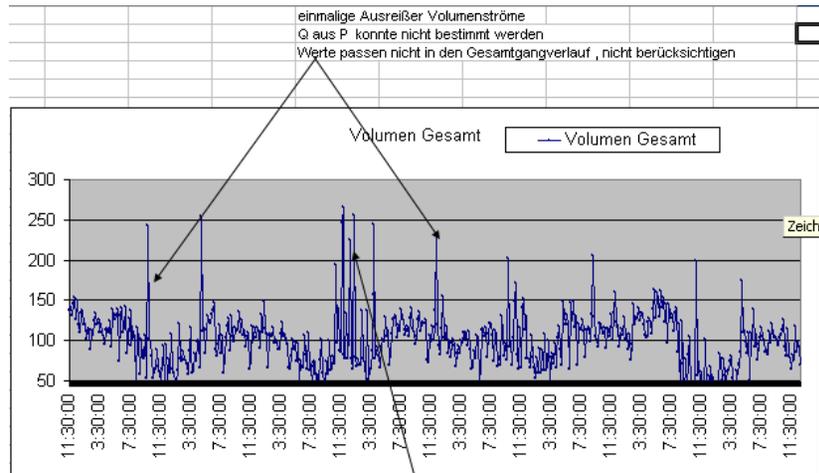
3. Fehler im Anlagenaufbau  
beispielhaft: Druckanschlüsse



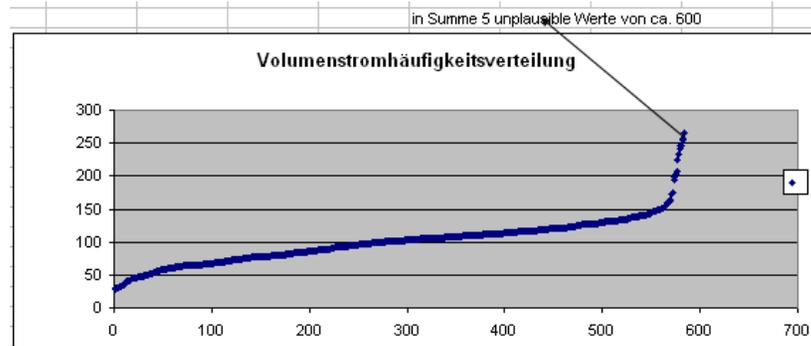
## Analysebeispiel 1 KSS Anlage Bereich Maschinenbau

Quantifizieren und Qualifizieren  
von energetischen Defiziten in  
Bestandsanlagen

Zusätzliche Auswertemöglichkeit  
aus dem Pumpmeter

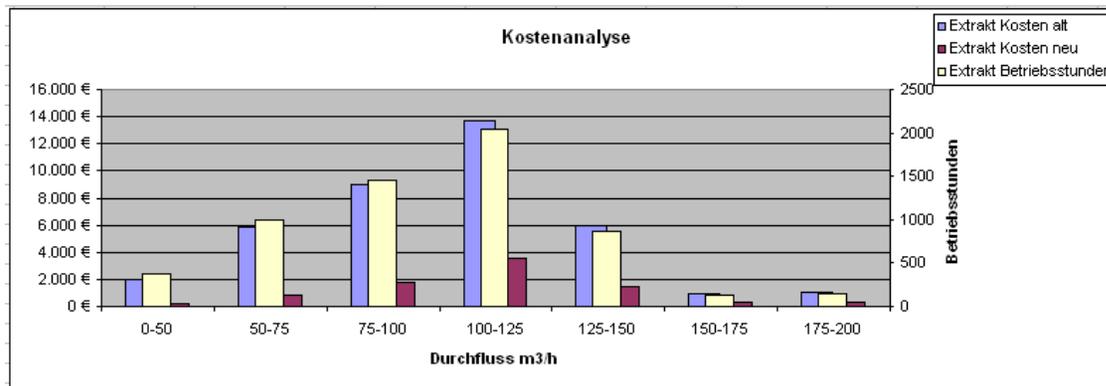


mehrmalige Ausreißer Volumenströme  
1-2 Pumpen konnten temporär (max. 2x nacheinander Q aus P nicht ermitteln)  
Werte passen auch nicht in den Trend der vorigen nachfolgenden Ergebnisse





## Analysebeispiel 1 KSS Anlage Bereich Maschinenbau



Quantifizieren und Qualifizieren  
von energetischen Defiziten in  
Bestandsanlagen

zusätzliche Auswertemöglichkeit  
aus dem Pumpmeter



Analysebeispiel 1  
**KSS Anlage Bereich  
Maschinenbau**

Das Ergebnis eines Umbaus  
Phase 1 Messen,  
Phase 2 Umbauen  
[im Umbauzustand]  
Einsparpotenzial: 90%

## Energy Efficiency by KSB Energieeffizienz

„Was mich antreibt? Das Maximum herauszuholen. Was der Kunde davon hat? Maximale Energieeinsparung.“

Ralf Kurrich  
Leiter Entwicklung Tauchmotoren

### Energy Efficiency by KSB



#### DIE ANALYSE DES SYSTEMS.

Unsere Experten analysieren Ihre Anlage und zeigen Einsparpotenziale auf – mit dem SES System Effizienz Service® oder dem PumpMeter.



#### DIE AUSLEGUNG.

Mit Unterstützung Ihres KSB-Beraters finden Sie genau die richtigen Pumpen und Armaturen, ebenso wie mit KSB EasySelect®.



#### DIE HOEFFIZIENTE HYDRAULIK.

Durch 140 Jahre Kompetenz und Innovationskraft erreichen unsere Pumpen und Armaturen höchste Leistung bei geringsten Verlusten.



#### DIE HOEFFIZIENTEN ANTRIEBE.

Die Hocheffizienzmotoren, die wir standardmäßig bei unseren Pumpen einsetzen, erfüllen mindestens die heutigen Standards.



#### DIE BEDARFSGERECHTE FAHRWEISE.

Die Leistung der Pumpe wird permanent an den Bedarf der Anlage angepasst: mit optimierten Regelkonzepten wie z. B. PumpDrive.

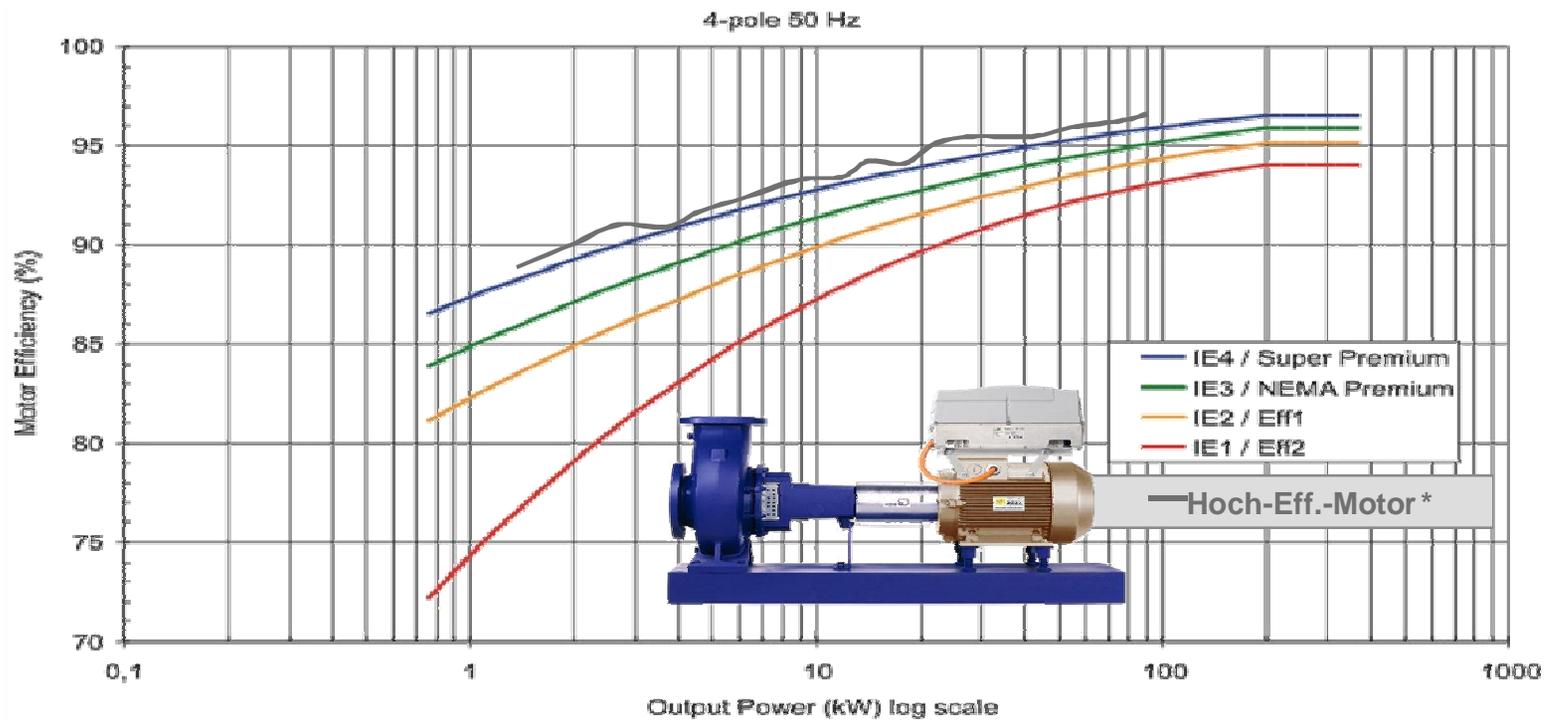


Hocheffiziente Antriebe

## ErP-Richtlinie 2009/125/EG Verordnung EG 640/2009 Motoren

- Ab Juni 2011 von 0,75 kW bis 375kW  
Wirkungsgrad mindestens IE2
- Ab Jan 2015 von 7,5 kW bis 375kW  
Wirkungsgrad mindestens IE3  
oder IE2 + Drehzahlregelung
- Ab Jan 2017 von 0,75 kW bis 375kW  
Wirkungsgrad mindestens IE3  
oder IE2 + Drehzahlregelung

15% weniger Verluste gegenüber IE3 sind machbar!



\*Quelle: Fa. REEL





**Elektrische Antriebe in der Versorgungstechnik**

**Gleichstromantriebe**

**Drehstromantriebe**



**Asynchronmaschine**



**Synchronmaschine**

Standard (IE2/IE3)

Kupferläufer-  
Technologie (IE3/IE4)

Hybrid-  
Technologie (IE3/IE4)

PM erregter  
Synchronantrieb

Synchron-  
reluktanzantrieb



Bild: Euro-Group



Bild: Kienle & Spiess



Bild: SEW EuroDrive



Bild: TU Kaiserslautern



KSB SuPremE

drehzahlunveränderliche Antriebe (ohne FU)

drehzahlveränderliche Antriebe (mit FU)





Die Substitution von Aluminium durch Kupfer erhöht zwar auf der einen Seite das Gewicht von Elektromotoren, bietet aber auf der anderen Seite neue Perspektiven durch eine Verbesserung des Wirkungsgrades.

## Alu raus und Kupfer rein

### Wirkungsgrad von Elektroantrieben wird durch Kupferrotoren verbessert

Im Zuge der Entwicklung von Elektrofahrzeugen könnte ein innovatives Verfahren von Kienle + Spiess für die Automobilhersteller interessant werden, wie das Unternehmen berichtet. Mit der Kupferdruckgusstechnik zur Herstellung von Kupferrotoren, statt der üblichen Aluminiumvarianten. Nach Angaben des Unternehmens sind im vergangenen Jahr dazu erste Versuche durchgeführt worden und die Kupferdruckgusstechnik für diesen Einsatzzweck optimieren worden.

Obwohl diese Einheiten im Vergleich zu herkömmlichen Aluminium-

umrotoren eine aufwendigere Fertigungstechnik erforderten und ein höheres Gewicht hätten, eröffne der deutlich höhere Wirkungsgrad Perspektiven in Bezug auf elektrische Fahrzeugantriebe. Auf der Sonderchau Coiltechnica der Hannover-Messe können Konstrukteure und Entwickler diese Lösungsansätze kennenlernen und Informationen aus erster Hand von Kienle + Spiess erhalten. (pk)

■ Kienle + Spiess GmbH,  
www.kienle-spiess.com,  
Halle 25, Stand F29



## Antriebstechnik Technologie im Wandel

Alu raus, Kupfer rein?  
Ist das effizient?



**Elektrische Antriebe in der Versorgungstechnik**

**Gleichstromantriebe**

**Drehstromantriebe**



**Asynchronmaschine**



**Synchronmaschine**

Standard (IE2/IE3)

Kupferläufer-  
Technologie (IE3/IE4)

Hybrid-  
Technologie (IE3/IE4)

PM erregter  
Synchronantrieb

Synchron-  
reluktanzantrieb



Bild: Euro-Group

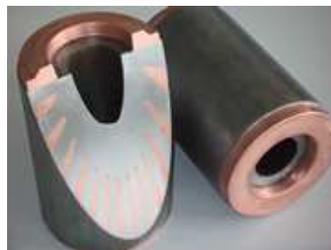


Bild: Kienle & Spiess



Bild: SEW EuroDrive



Bild: TU Kaiserslautern



KSB SuPremE

drehzahlunveränderliche Antriebe (ohne FU)

drehzahlveränderliche Antriebe (mit FU)



GLOBALISIERUNG

Spiegel 45/2009

## Die Rohstofflücke

Den deutschen Zukunftsindustrien drohen Engpässe bei der Versorgung mit Hightech-Metallen. China, der wichtigste Lieferant, hortet die begehrten Bodenschätze.

Die Aufbereitung Seltener Erden ist aufwendig: Die Rohstoffe sind oft in geringer Konzentration und vermischt mit anderen Erzen zu finden.

Rheinpfalz 22.03.2012

## Kritische Versorgungslage mit schweren Seltenen Erden – Entwicklung „Grüner Technologien“ gefährdet?

Deutsche Rohstoffagentur 20.04.2011

## Elektroindustrie bangt um die Seltenen Erden

Die Branche kann die hohen Preise kaum weiterreichen. Neue Vorkommen im Pazifik bringen bestenfalls langfristig eine Entspannung.

Handelsblatt 05.07.2011

LEITARTIKEL

## Auf der Achterbahn

VON WOLFGANG BLATZ

Weltweit sorgen sich Staaten und Unternehmer um den Nachschub von Rohstoffen. Die Situation wird sich verschärfen. Auch die Deutschen müssen neue Strategien entwerfen.

Rheinpfalz 05.02.2011

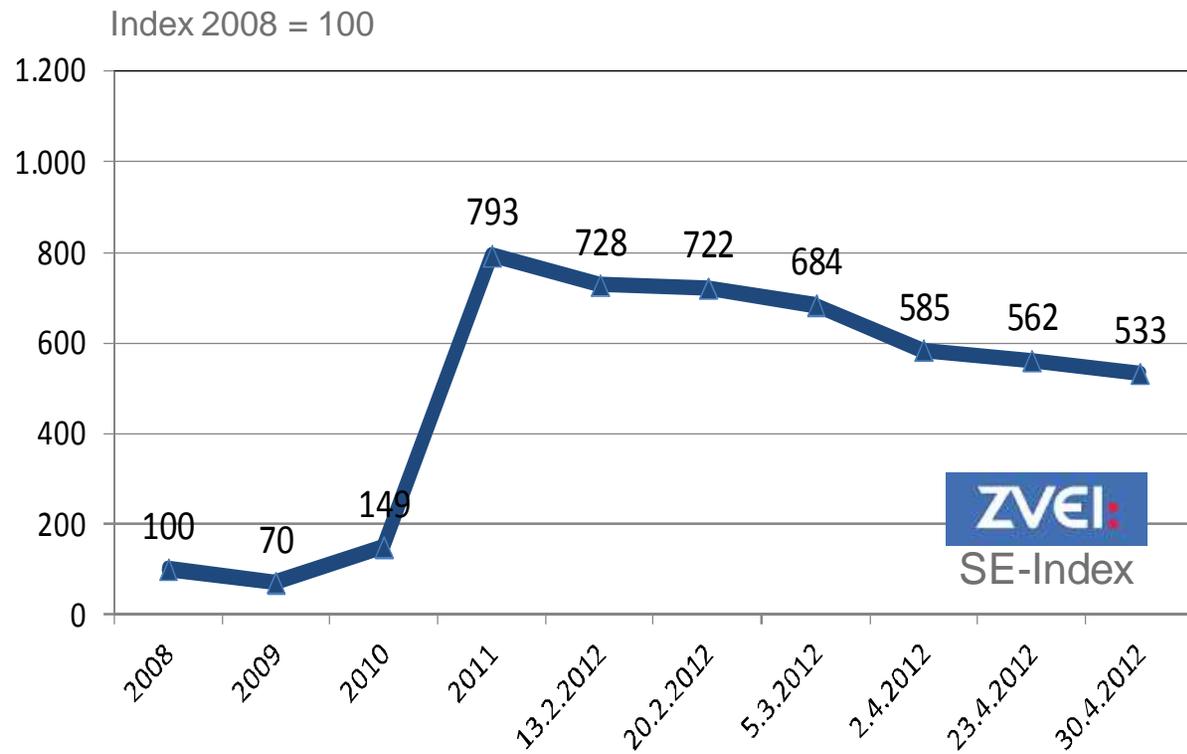
Rohstoff-Partnerschaften mit Ländern wie Kasachstan bergen politischen Zündstoff.

125 | S-E174/175 | Martin Bartels | 2012 |



## Preisentwicklung der in Permanentmagneten verwendeten Seltenen Erden (Nd, Dy, Tb)

## Preisentwicklung SE



### EU und USA verklagen China wegen Seltener Erden

Brüssel/Genf/Peking (dpa) - Der Handelsstreit mit China um Exportbeschränkungen für Seltene Erden eskaliert. Die EU, die USA und Japan brachten den Fall am Dienstag in Genf vor die Welthandelsorganisation (WTO). Das teilte die EU-Kommission in Brüssel mit.

Quelle: Lynas Corporation LTD, ZVEI-eigene Berechnungen

142 | S-E174/175 | Martin Bartels | 2012 |





**Elektrische Antriebe in der Versorgungstechnik**

**Gleichstromantriebe**

**Drehstromantriebe**



**Asynchronmaschine**



**Synchronmaschine**

Standard (IE2/IE3)

Kupferläufer-  
Technologie (IE3/IE4)

Hybrid-  
Technologie (IE3/IE4)

PM erregter  
Synchronantrieb

Synchron-  
reluktanzantrieb



Bild: Euro-Group



Bild: Kienle & Spiess



Bild: SEW EuroDrive



Bild: TU Kaiserslautern



KSB SuPremE

drehzahlunveränderliche Antriebe (ohne FU)

drehzahlveränderliche Antriebe (mit FU)





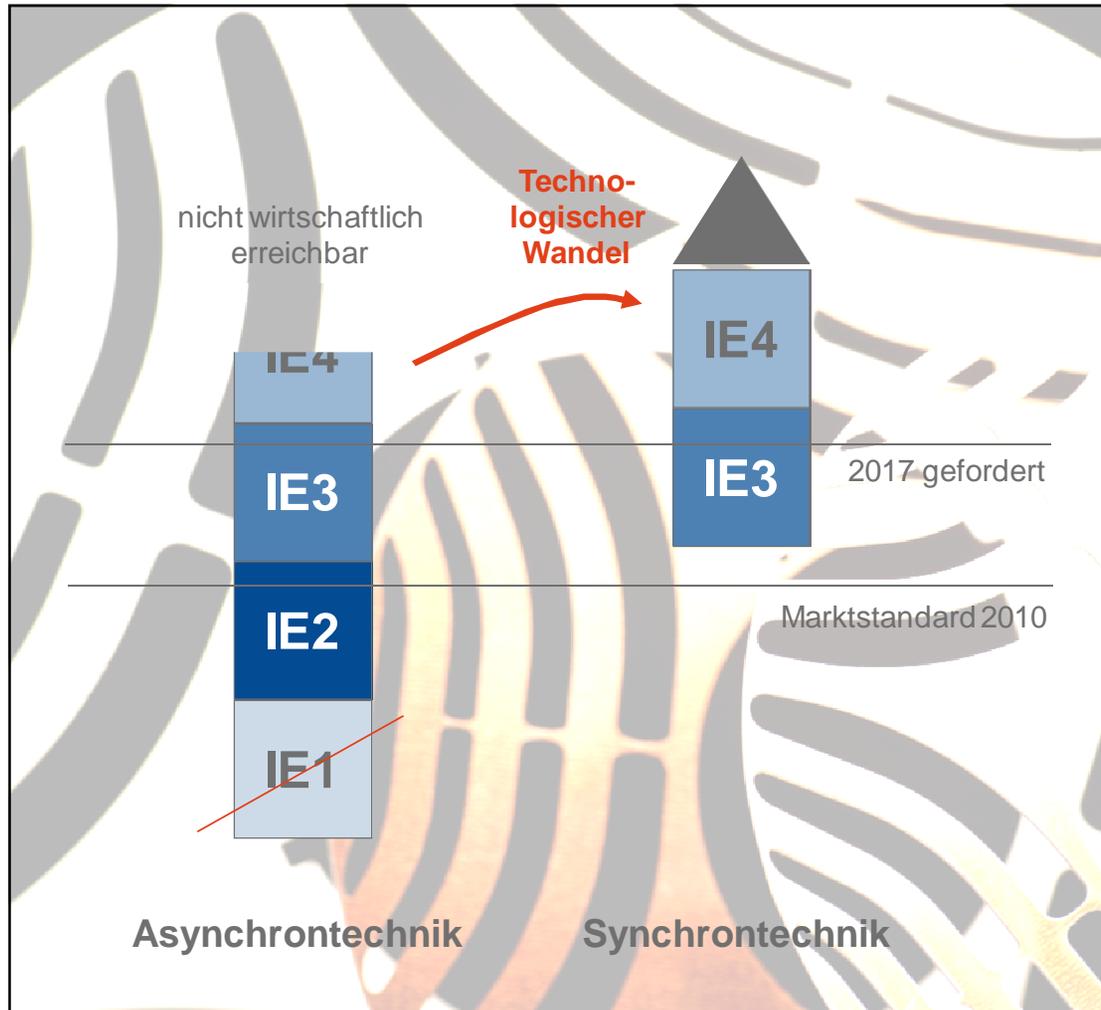
## Produktion Seit 2012

► Standort Halle Saale

05.03.2012

| Martin Bartels | 2012 |

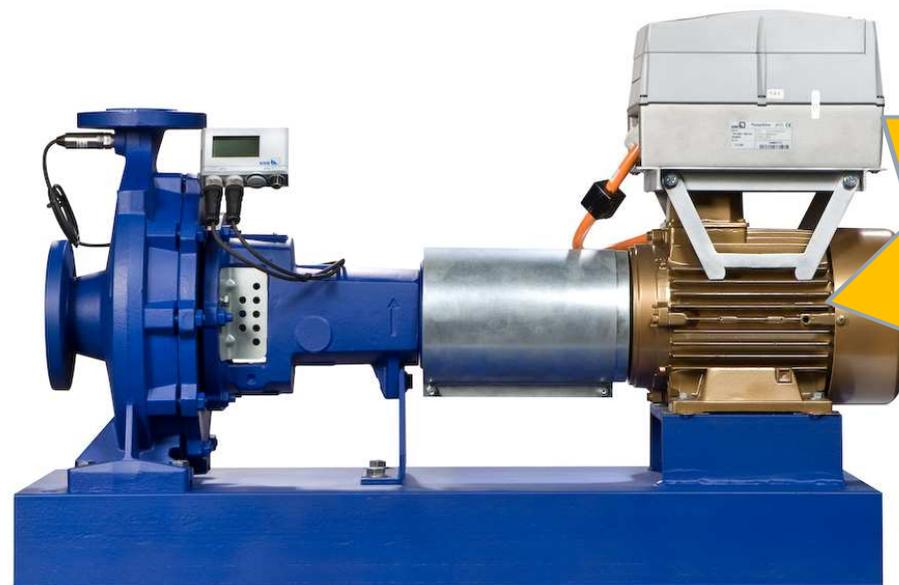




## Sychrontechnik Technologie im Wandel

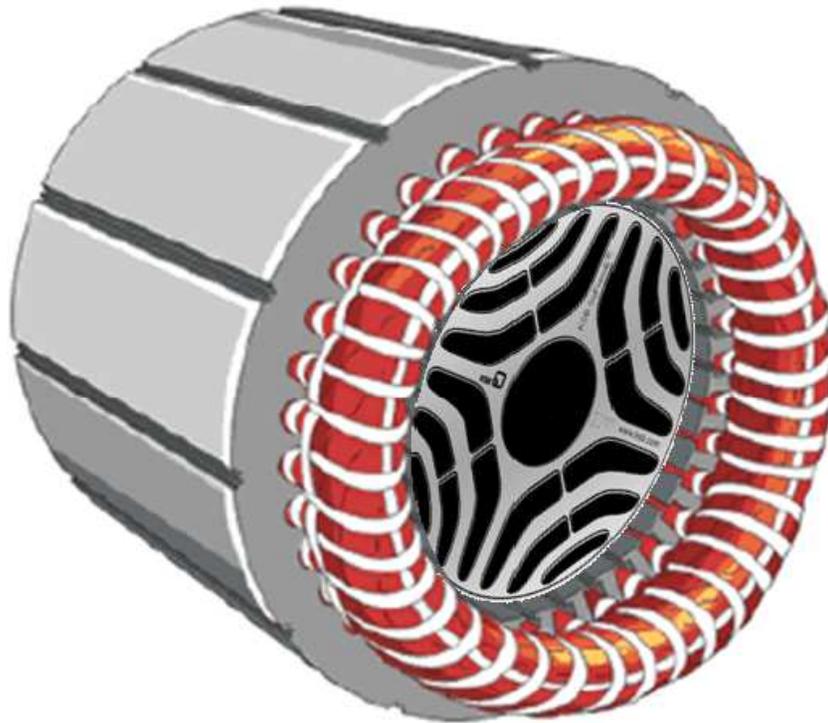
- Traditioneller Synchronantrieb  
=> Permanentmagnetmotor  
+ Frequenzumrichter
- Innovativer Synchronantrieb  
nach „altem“ Reluktanzprinzip  
=> **KSB SuPremE®**
- Asynchron-Hybridformen  
beider Motortypen existieren  
=> nicht drehzahlvariabel!

## KSB SuPremE Motor an einer typischen KSB Pumpe der Baureihe Etanorm



IE 4 Technologie in  
IEC  
Standardgehäuse  
Baupform IE2

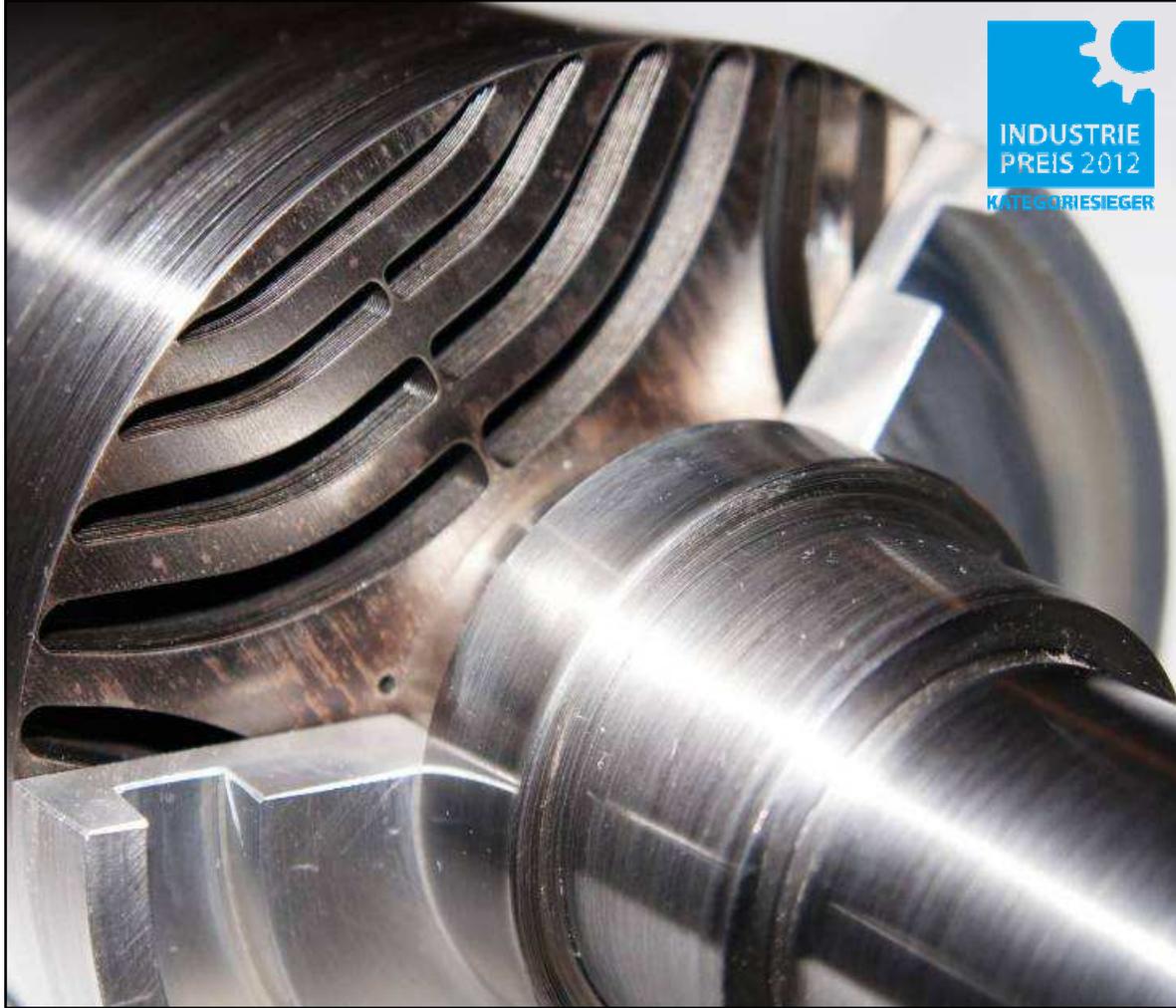
Bsp. Etanorm PumpDrive 1 mit SuPremE-Motor



## Technologie KSB SuPremE-Motor

Ein Synchron-Reluktanzmotor ist eine Drehstrom-Synchronmaschine mit einem Rotor (Läufer), der einen sog. Flusssperrenschnitt aufweist. Der Stator (Ständer) des Synchron-Reluktanzmotors weist, wie bei anderen Drehstrommaschinen drei räumlich um je  $120^\circ$  versetzte Spulen auf, die von dreiphasiger Wechselspannung gespeist werden. In diesem vom Ständer erzeugten Drehfeld weist der Rotor aufgrund längs des Umfangs unterschiedlicher magnetischer Leitfähigkeit Vorzugsrichtungen auf. Das Drehmoment wird bei diesem Motor aufgrund der Reluktanzkraft durch die Vorzugsrichtungen hervorgerufen und nicht wie bei anderen elektrischen Maschinen zufolge der Lorentzkraft.

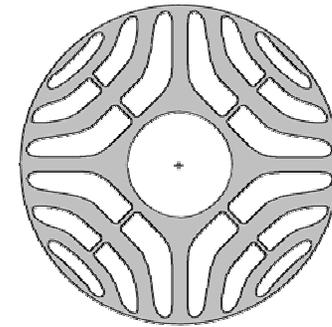
Der Rotor dreht sich wie bei allen Synchronmotoren synchron mit dem Drehfeld des speisenden Spannungsnetzes. Die Drehzahl ist über die Polpaarzahl mit der Frequenz der Wechselspannung verknüpft. In der Praxis sind Synchron-Reluktanzmotoren meistens 4-polig ausgeführt, können bei entspr. höherer Frequenz des Netzes trotzdem bei mechanischen Drehzahlen von 3000 bis 4200 oder mehr Umdrehungen pro Minute laufen.



  
**INDUSTRIE  
PREIS 2012**  
KATEGORIESIEGER

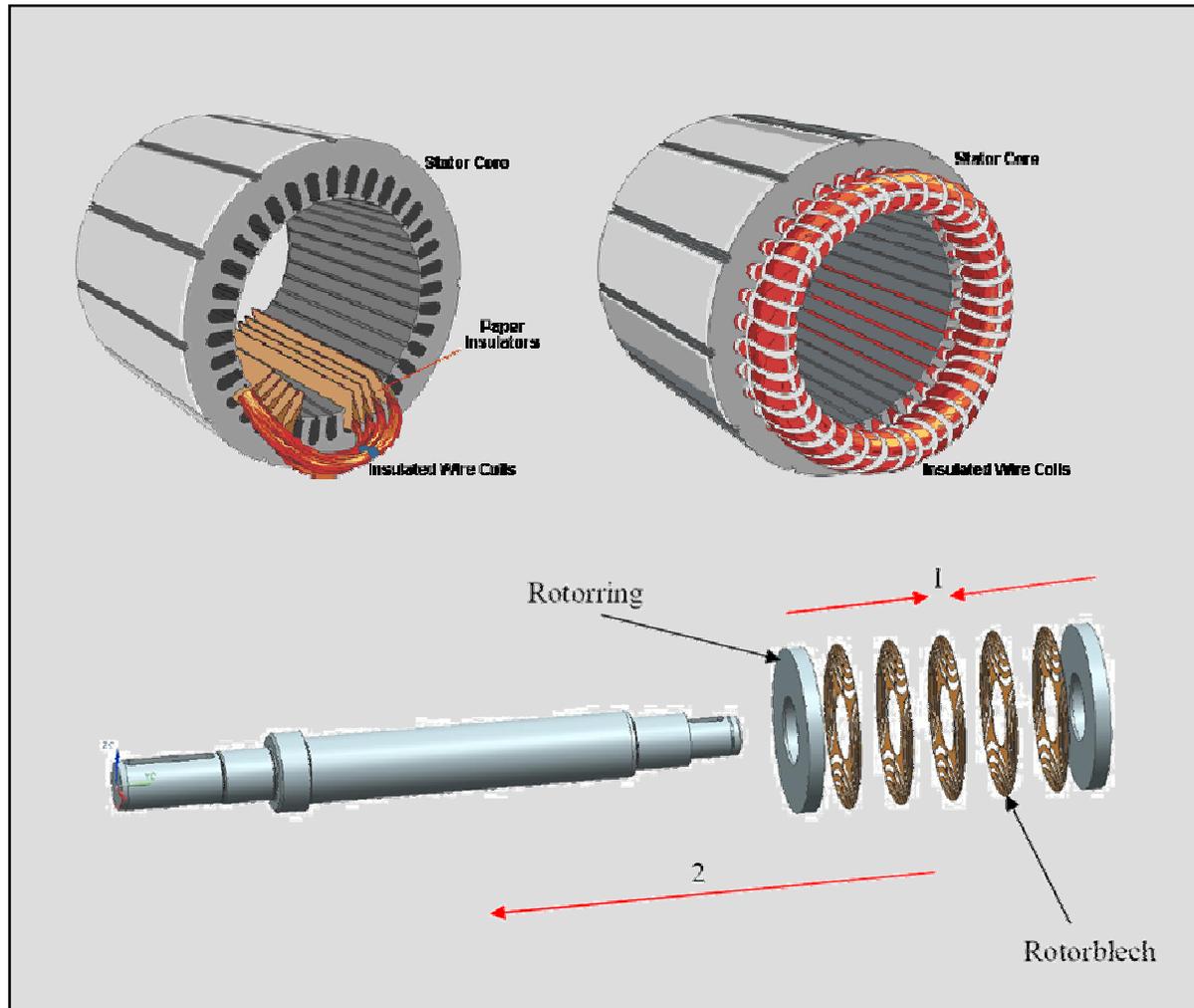


# Schnittmodell Rotor SuPremE A



130 | S-E174/175 | Martin Bartels | 2012 |





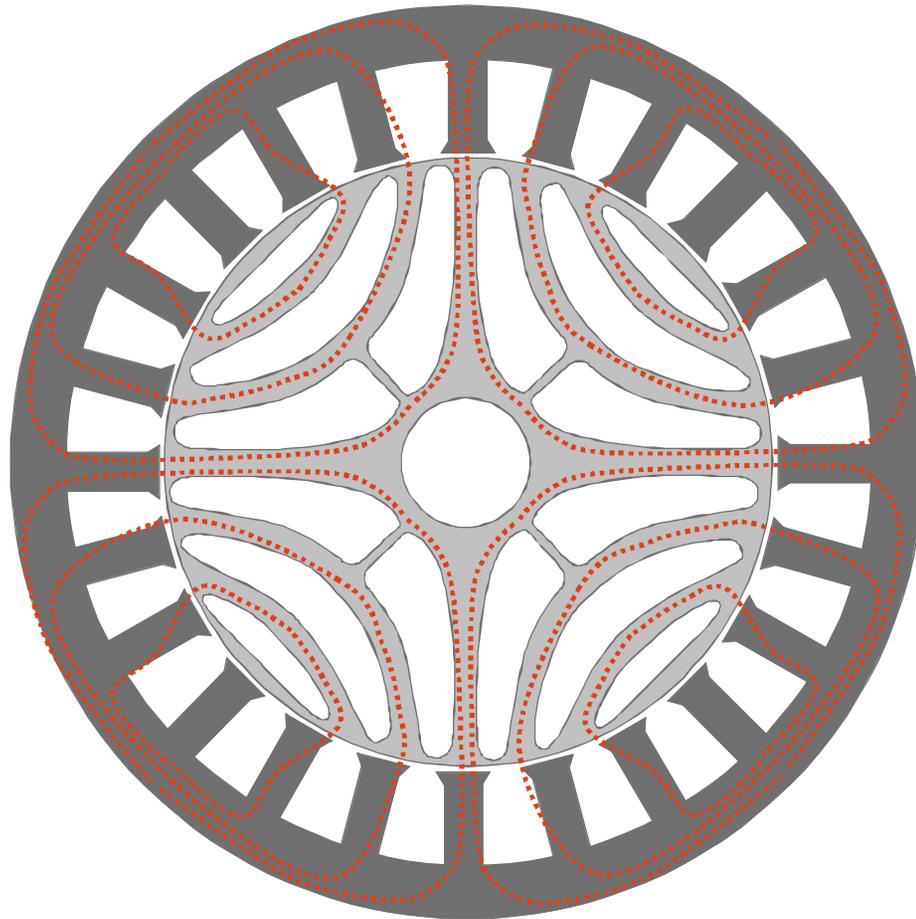
## Design + Fertigung SuPremE A

- Bewickeln des Stators gem. Wickelschema und Wicklungsauslegung:

Standard in Halle ✓

- Fügen des Rotors:

**Weltneuheit!** ◀

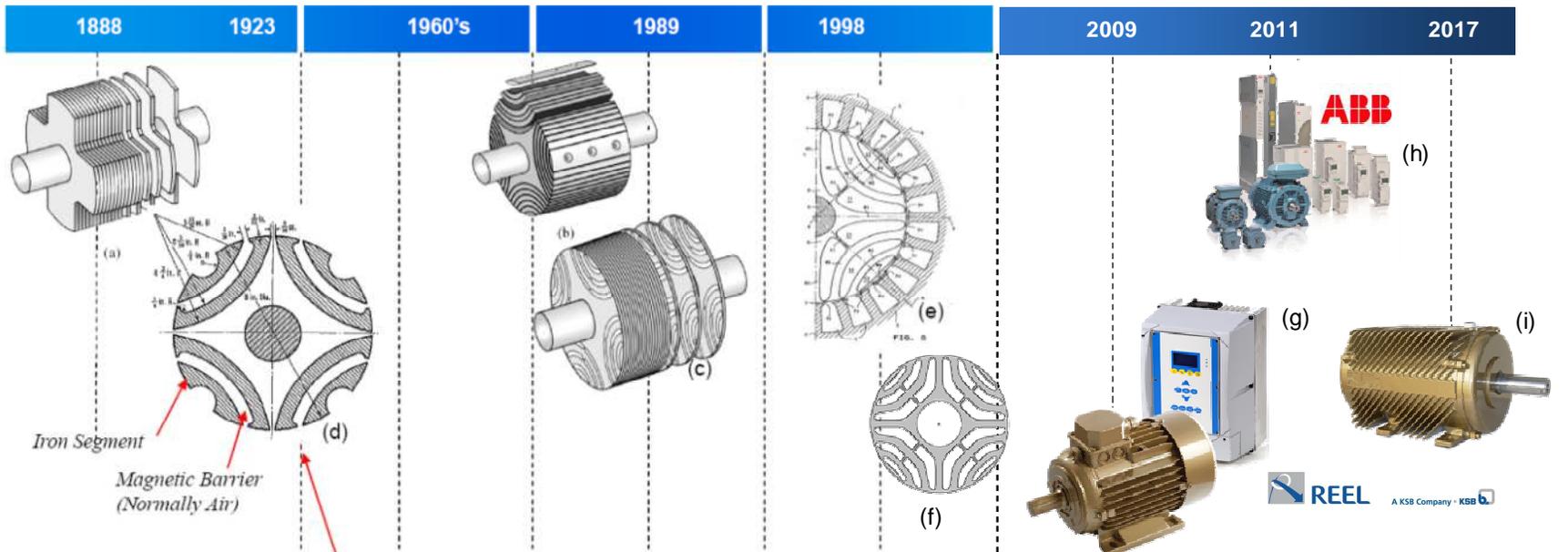


## Animation KSB SuPremE®



Technologie

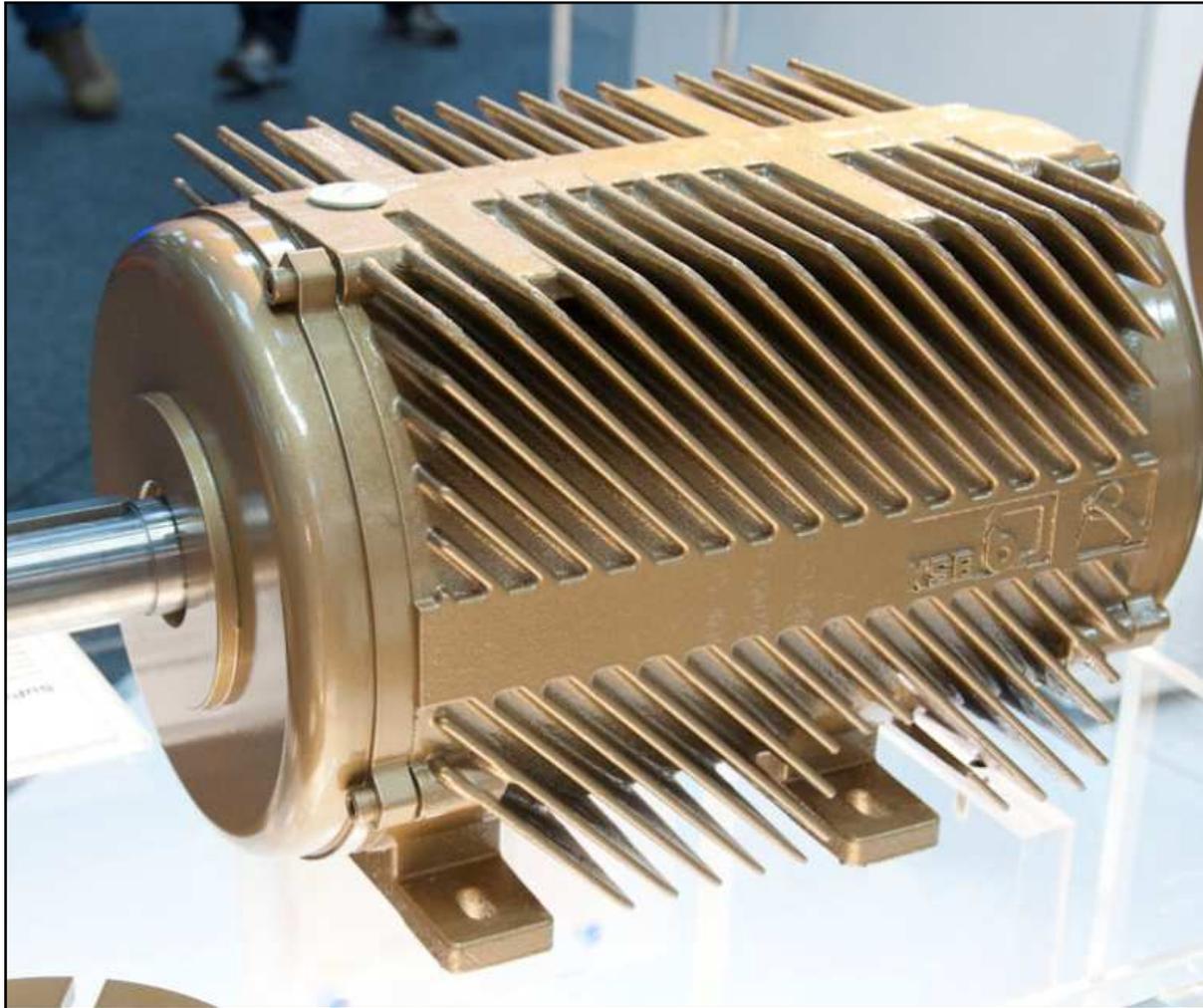
Historie der Synchron-Reluktanz-Motortechnologie



- (a) Simple salient pole (SP) rotor
- (b) Axially laminated anisotropy (ALA) rotor
- (c) Transversally laminated anisotropy (TLA) rotor
- (d) J. K. Kostko 1923 (original patent)
- (e) Vagati and Fratta 1980s & 1990s
- (f) Rotor laminaton REEL SSP-motor acc. to patent Prof. A. Vagati
- (f) KSB SuPremE®-Motor (präsentiert auf der ISH 2009, Frankfurt vor endgültiger Def. der IE4-Norm (Super Premium Efficiency)
- (g) Synchronous motor and drive Package (Hannovermesse 2011)
- (h) REEL SuPremE®-Motor Studie (Hannovermesse 2011)

Quelle Zeitstrahl bis 1998: ABB, 2011 ab 2000: Ergänzung KSB





## Hocheffiziente Antriebe **SuPremE-Motor**

- Zur Hannovermesse 2011:  
Designvariante ohne Lüfter



# REEL

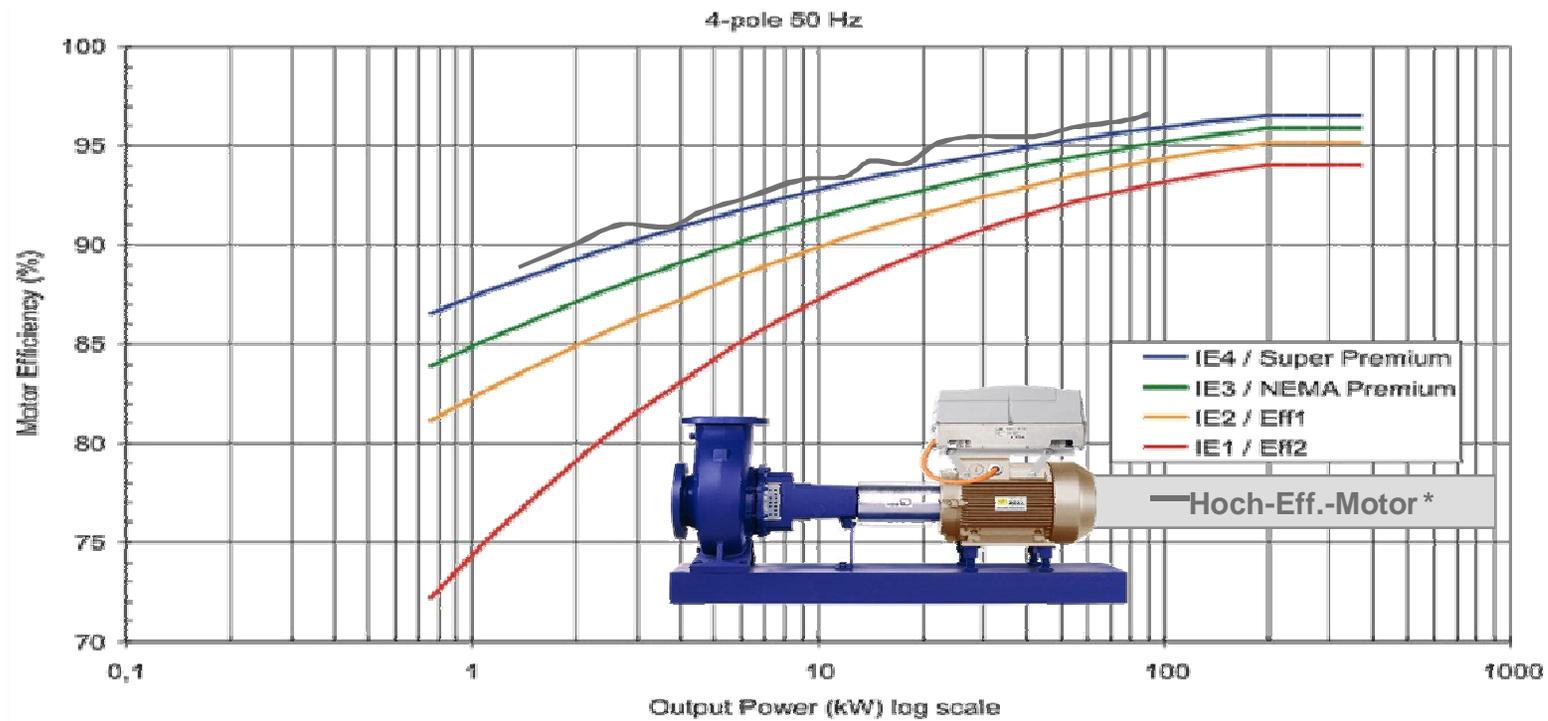
**Electronic Power Drives**

A KSB Company · KSB 

170 | S-E174/175 | Martin Bartels | 2012 |

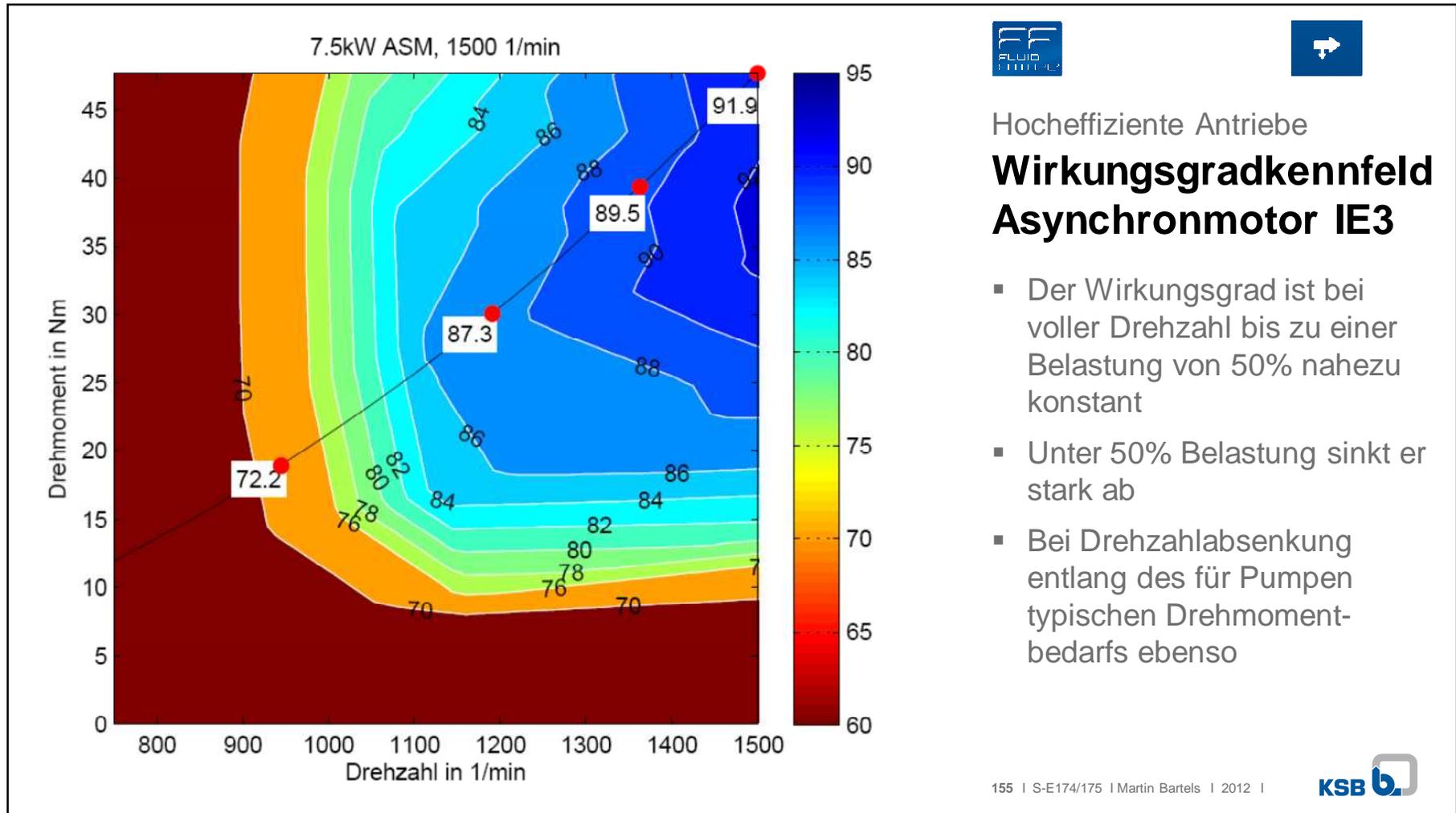


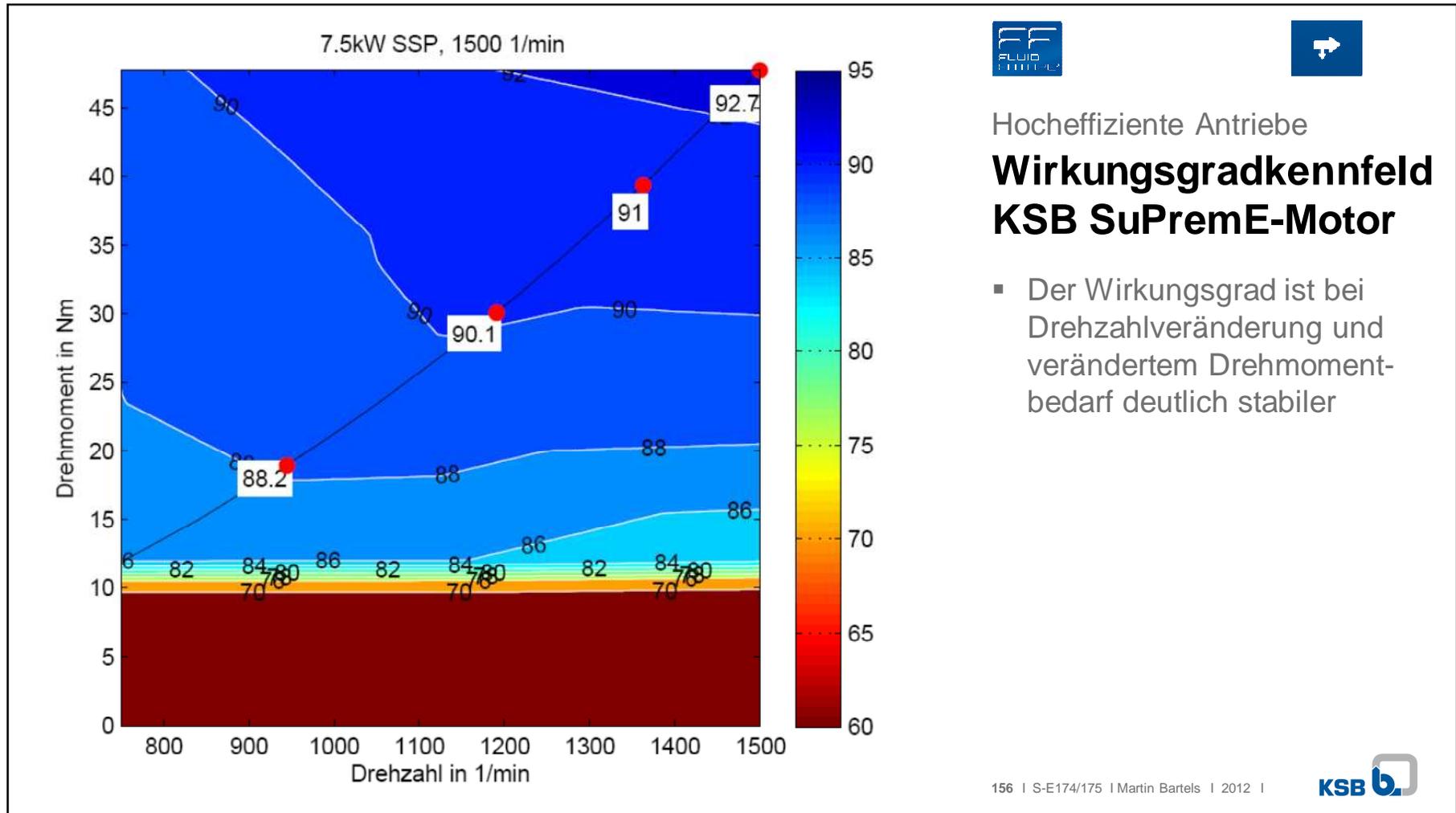
15% weniger Verluste gegenüber IE3 sind machbar!

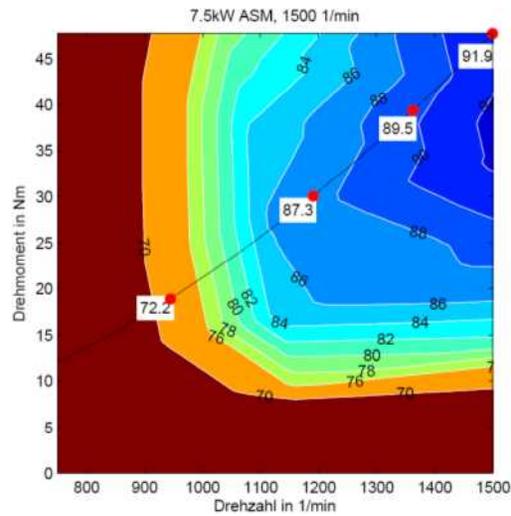


\*Quelle: Fa. REEL

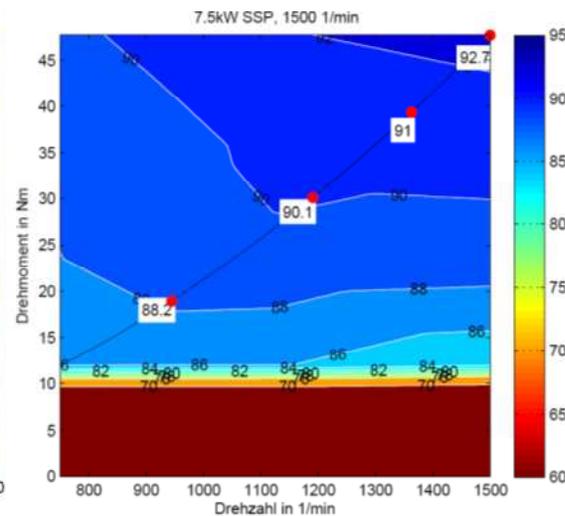








Asynchronmotor IE3



KSB SuPremE-Motor

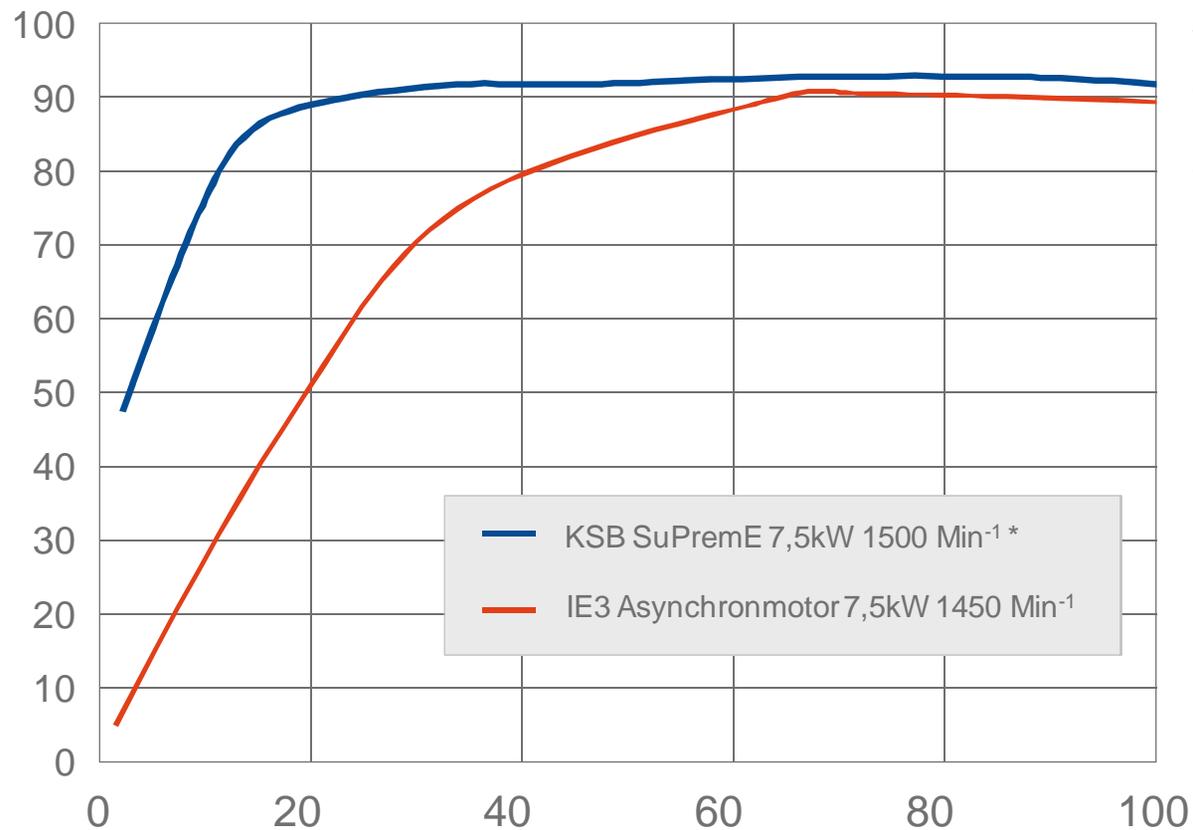
Wirkungsgradkennfelder



Hocheffiziente Antriebe

## KSB SuPremE-Motor

- Der Vorteil von Synchronmotortechnik liegt vor allem Teillastbereich
- Dort wo fast alle Pumpen betrieben werden



## Vergleich Wirkungsgrad SuPremE vs. ASM

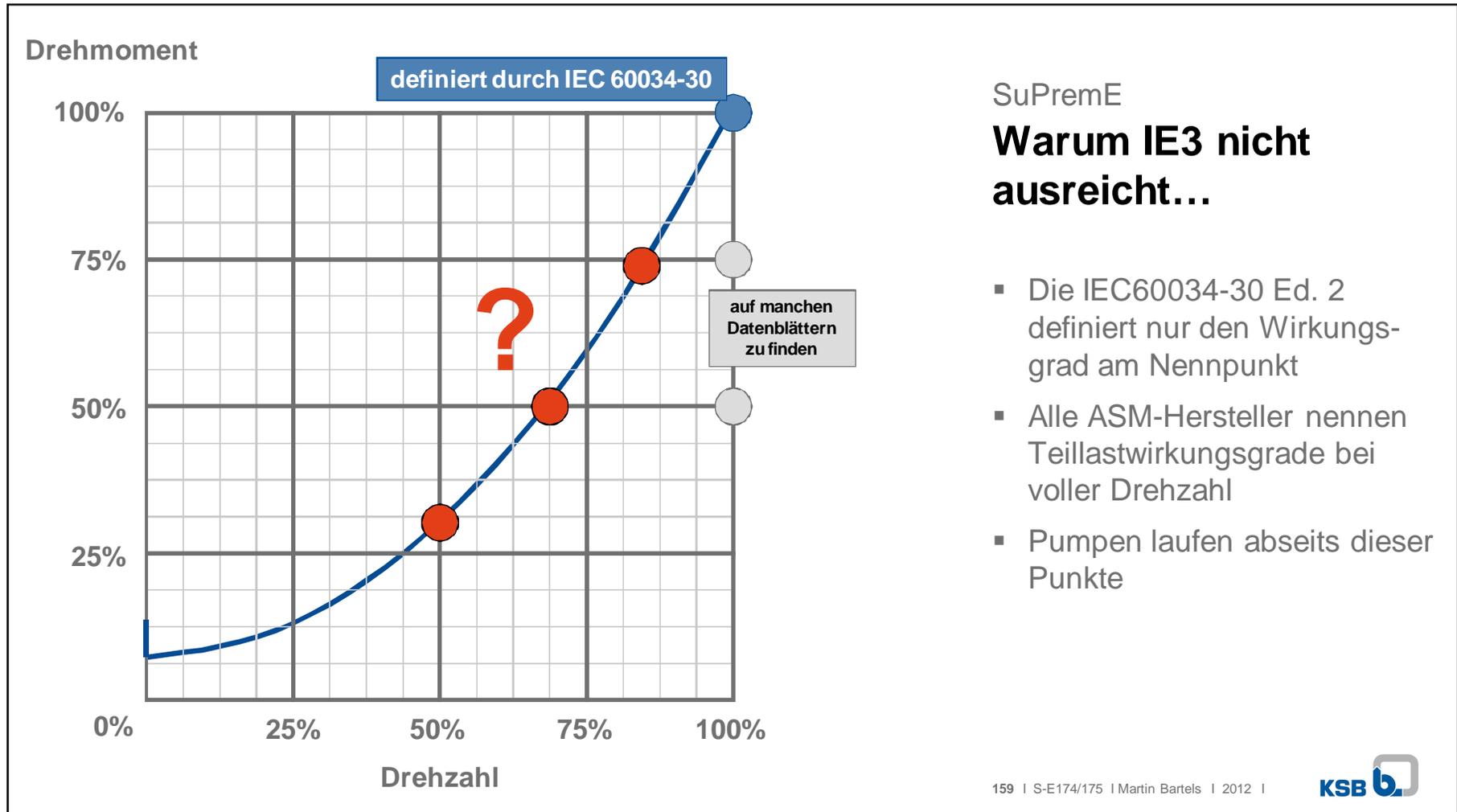
Auch bei Teillast stabil.

Der Wirkungsgrad des  
SuPremE-Motors.

\* Messung: Prof. Prof. h. c. mult. Dr.-Ing. Peter F. Brosch, Hochschule Hannover,  
University of Applied Sciences and Arts, Fakultät I, Antriebe und Automatisierungstechnik

158 | S-E174/175 | Martin Bartels | 2012 |







## Standard bei KSB

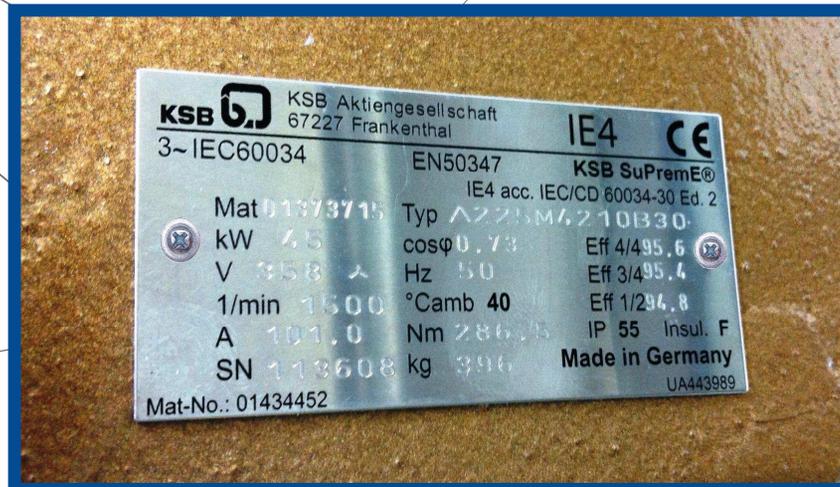
Bauformen B3, B6, B7, B8, V5, V6  
V15, (V1), (V3), V35, (B5), B35

IE4 gem. IEC/CD 60034-30 Ed. 2

0,55 – 45 kW

Angabe der  
Teillastwirkungsgrade  
gem. EG640/2009

1500 und 3000 Min<sup>-1</sup>  
0 .. 4200 Min<sup>-1</sup> regelbar



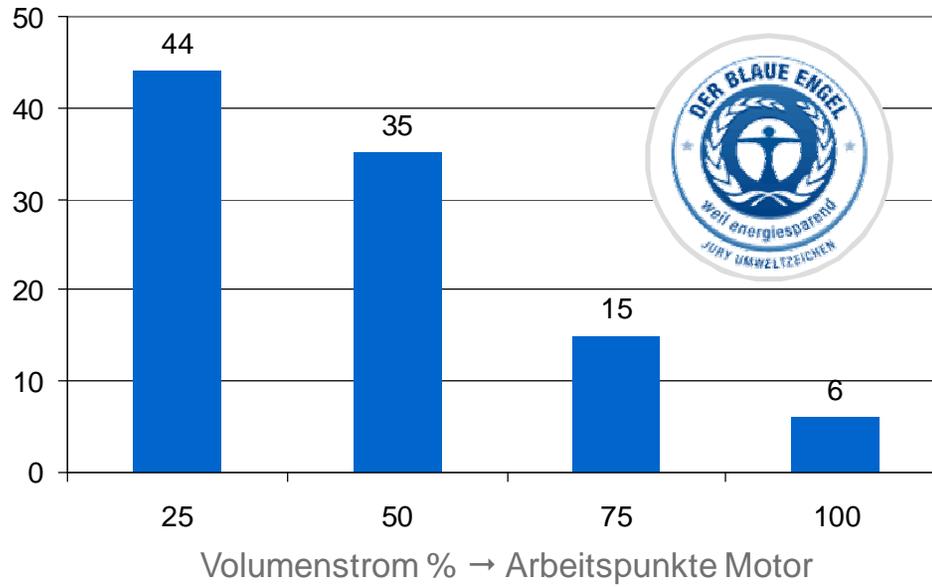
40°C Umgebungstemperatur

1,8 Nm – 286,5 Nm

Made in Germany (>4kW)



Zeitanteil %



Variablen	
Energiekosten in Euro/kWh	0,13
Betriebsdauer in h	6000

Kostenrechnung					
	Kosten AP1	Kosten AP2	Kosten AP3	Kosten AP4	Gesamt
Kosten SuPremE	729,59 €	1.136,24 €	723,21 €	378,64 €	2.97,68 €
Kosten ASM IE3	891,27 €	1.172,68 €	735,34 €	381,94 €	3.81,23 €
Einsparung	161,68 €	36,44 €	12,12 €	3,30 €	213,54 €

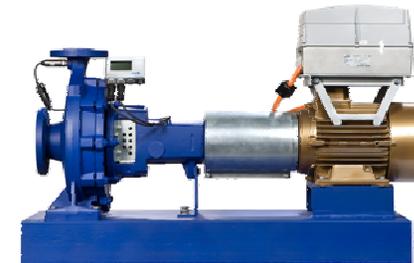
**Einsparung: 7% gegenüber IE3-Asynchronmotor**



Hocheffiziente Antriebe

## KSB SuPremE-Motor

- Der Vorteil von Synchronmotortechnik liegt vor allem Teillastbereich
- Dort wo fast alle Pumpen betrieben werden

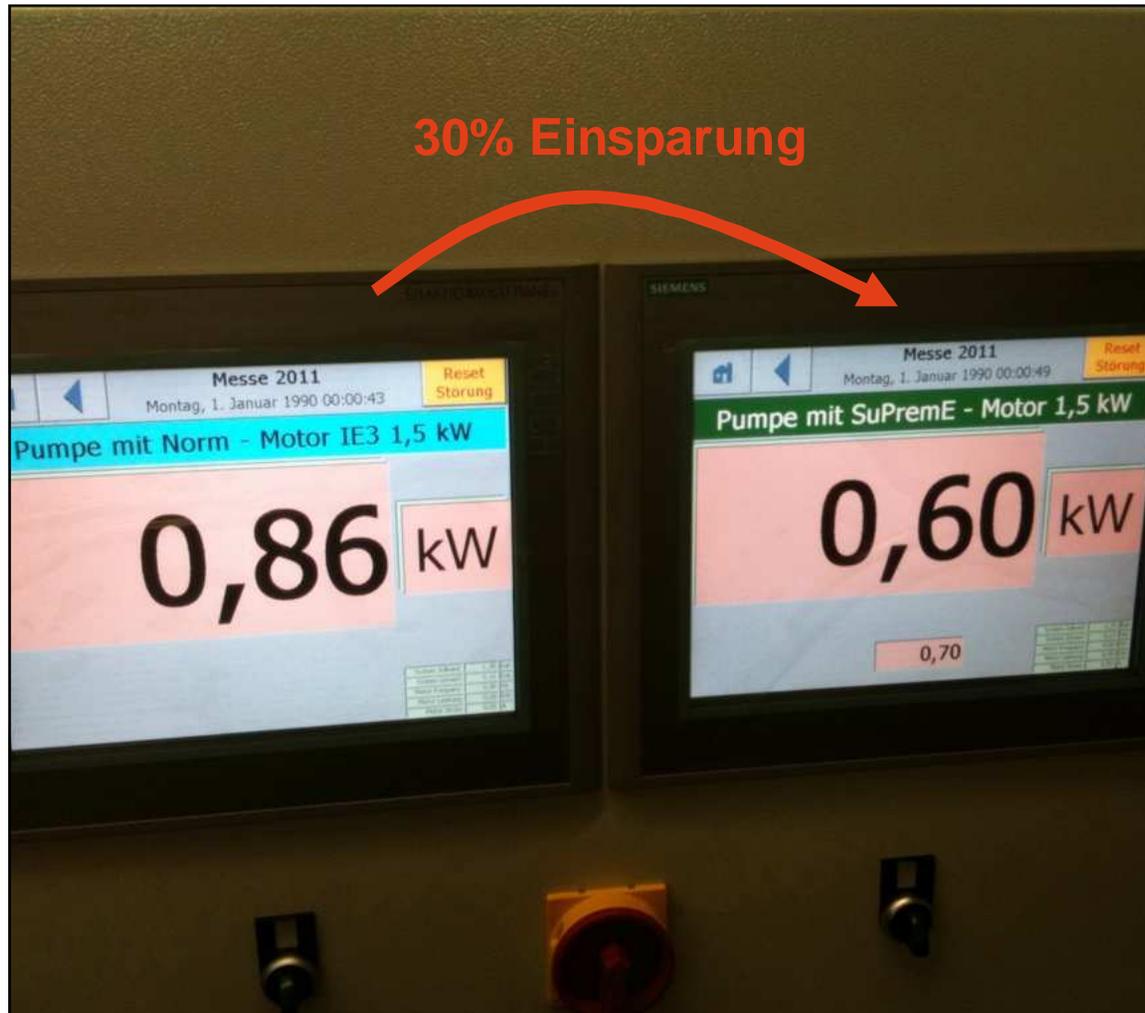




## SuPremE „Pilotphase“ Referenz IKS

### IKS – der Energiesparprofi

Das Unternehmen IKS - Industrielle Kühlsysteme - ist einer der führenden Hersteller von kältetechnischen Anlagen. Seit über einem Jahrzehnt entwickelt, plant, fertigt und installiert IKS weltweit innovative und energiesparende Kühlanlagen inklusive Verrohrungssysteme für die Industrie wie z.B. Spritz- und Druckgussanlagen, Kunststoff-Spritzgussanlagen, Kunststoffblasanlagen, Maschinenbau, Verkehrs- und Medizintechnik sowie Automotive-zulieferer.



### SuPremE „Pilotphase“ Referenz IKS

Unser Kunde IKS zeigt die Vorteile des KSB SuPremE-Motors auf der Messe Fakuma 2011.

<http://www.iks-kuehlung.de>

## Kontakt und Copyright

KSB Aktiengesellschaft  
VH Berlin Abteilung S-E174 / S-E175

Martin Bartels

Wittestraße 31  
13509 Berlin

Tel. +49 30 435785010  
E-Mail: [Martin.Bartels@KSB.com](mailto:Martin.Bartels@KSB.com)



Mobil.: +49 162 2434128

Herausgeber  
KSB Aktiengesellschaft  
vertreten durch den Vorstand:  
Dr. Wolfgang Schmitt, Dr.-Ing. Peter Buthmann, Prof. Dr.-Ing. Dieter-Heinz Hellmann

© Copyright 2012 KSB Aktiengesellschaft

