

IEA FORSCHUNGS
KOOOPERATION



AUSTRIAN ENERGY AGENCY



Efficient Electrical End-Use Equipment
International Energy Agency



Bundesministerium
für Verkehr, Innovation und Technologie

Österreichische Energieagentur

Energiekosten sparen durch intelligente
Energienutzung

Konstantin Kulterer
Österreichische Energieagentur
23.9.2009

Inhalt

- Projekt IEA 4E MotorAnnex
- Stromverbrauch der Industrie
- Neue Effizienzstandards für E-Motoren
- Umsetzung von Einsparmaßnahmen
 - Ventilatoren
 - Pumpen
 - Druckluft
- Energiemanagement

IEA 4 E - Hintergrund

- Energie Effizienz ist Top Priorität
Die IEA geht davon aus, dass Steigerungen der Energie-Effizienz bis 2030 potentiell 47% der einzusparenden energierelevanten CO2 Emissionen ausmachen könnten.
- Ruf nach globalem Handeln bei G8 summits in Gleneagles, Heiligendam...
- Aktivitäten in vielen IEA und nicht-IEA Ländern
- Chancen in internationaler Co-Operation
- CERT: 2006 & 2007 Überlegungen zu einem Co-Operativen Programm zu "Efficient Electrical End-use Equipment (4E)"

Inhalt und geplante Ergebnisse

■ Inhalt:

- Energieeffizienz von elektrischen Endverbrauchs- Geräten, insbesondere solcher die einen hohen Energieverbrauch und hohe Marktrelevanz aufweisen (Industrie, Gewerbe, Haushalte)
- internationale Zusammenarbeit zur Entwicklung eines besseren Verständnisses von Endverbrauchs- Geräten und Politikinstrumenten
- Internationale Koordination der verschiedenen Ansätzen

■ Deliverables

- Forum für teilnehmende Regierungen und Sponsor-Organisationen
- Ausarbeitung und Etablierung der Annexes von 4E
- Schlussfolgerungen für international akkordiertes Handeln auf Basis der Ergebnisse aus den Annexes

Teilnehmende Staaten

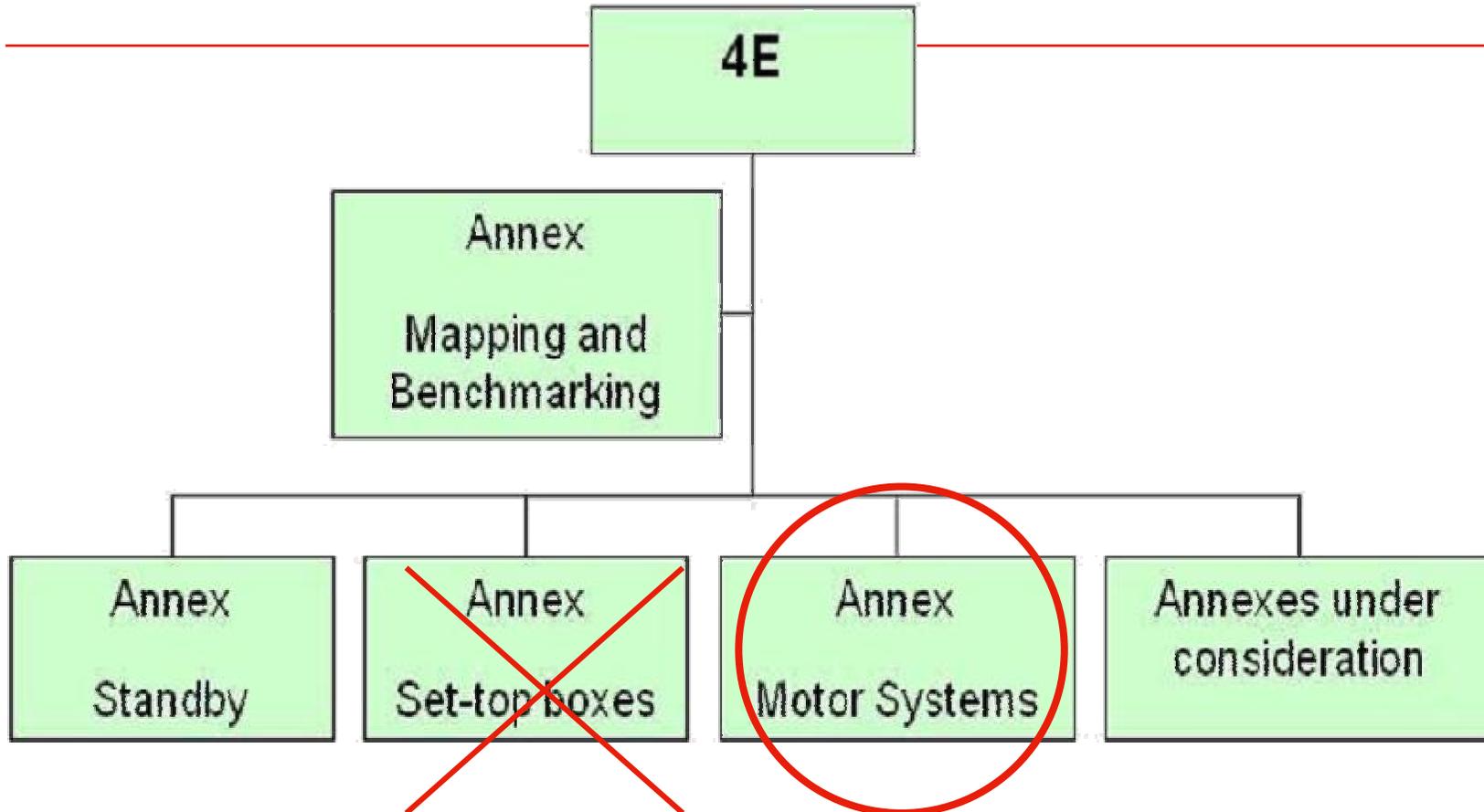
- Austria
- Australia
- Canada
- Denmark
- France
- Korea
- Netherlands
- Switzerland
- UK

Open:

- Japan
- South Africa
- US

■ At the moment:
China, Brasilia?

Struktur

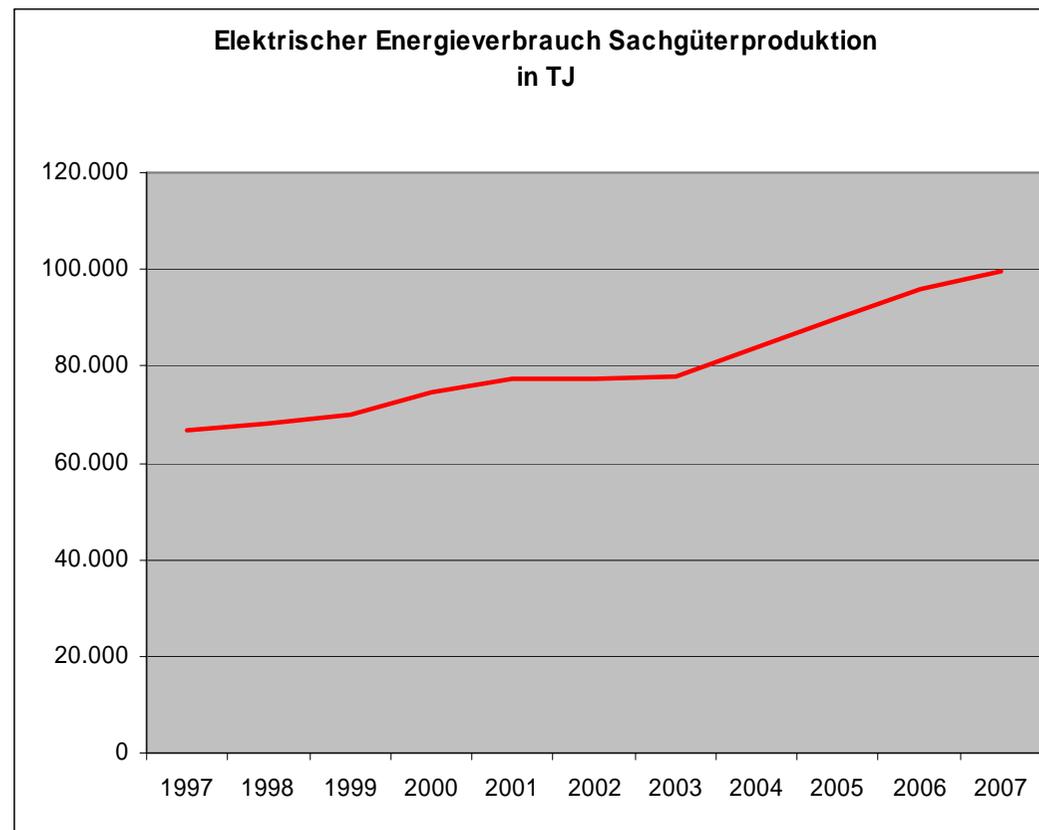


IEA 4 E Motor Annex

	Task	
A	Implementation Support & Outreach	
B	Technical Guide for Motor Systems	
C	Testing Centers	
D	Instruments for Coherent Motor Policy	Starts later
E	Training & Capacity Building	
F	Energy Management in Industry	
G	New Motor Technologies	
H	Total Motor Systems Integration	Starts later

Elektrischer Endverbrauch: Sachgüterproduktion in Österreich

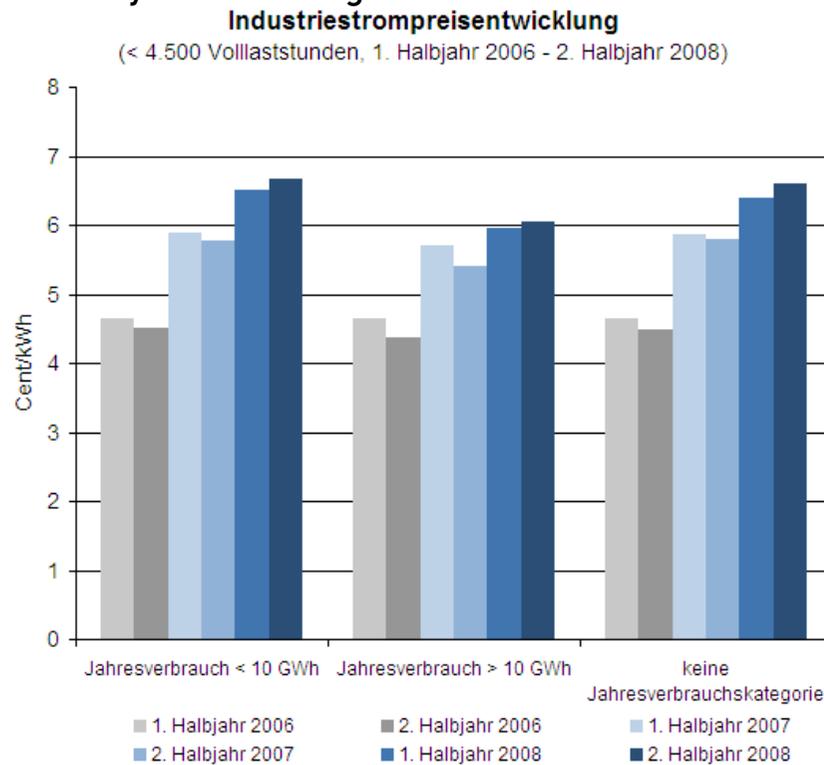
Stromverbrauch stieg um 49% (1997 bis 2007)



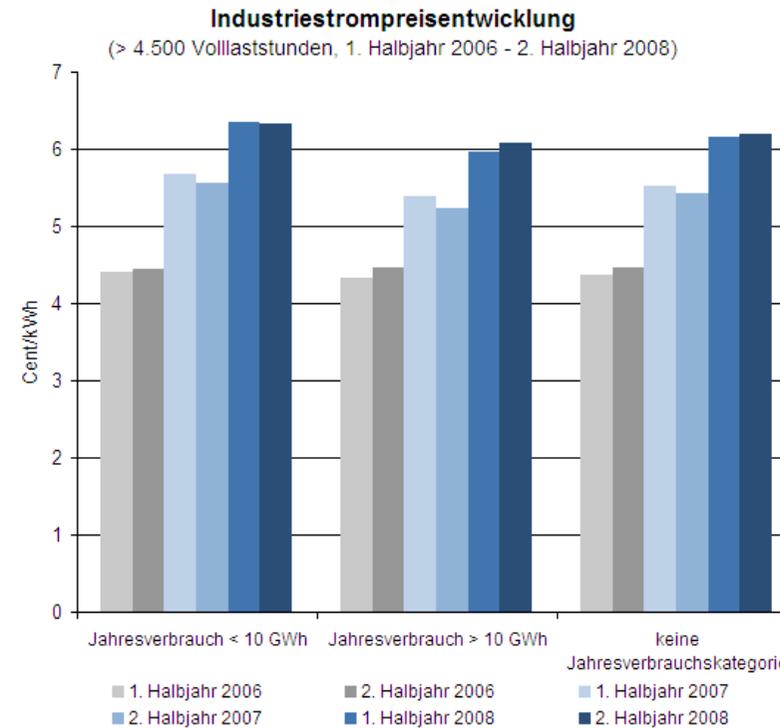
Quelle: Statistik Austria

Kostenfaktor Strom

Energiepreis (inkl. kalk. Mehraufwendungen gemäß § 19 ÖkostromG) ohne den Systemnutzungstarifen sowie Steuern und Abgaben.

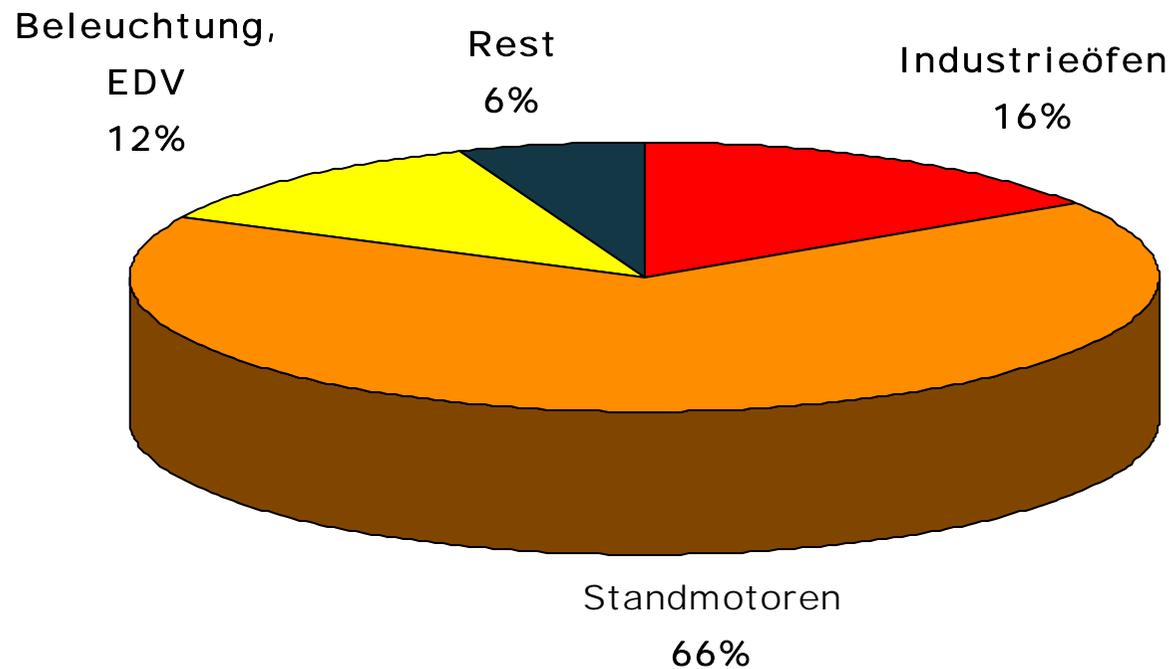


Quelle: E-Control



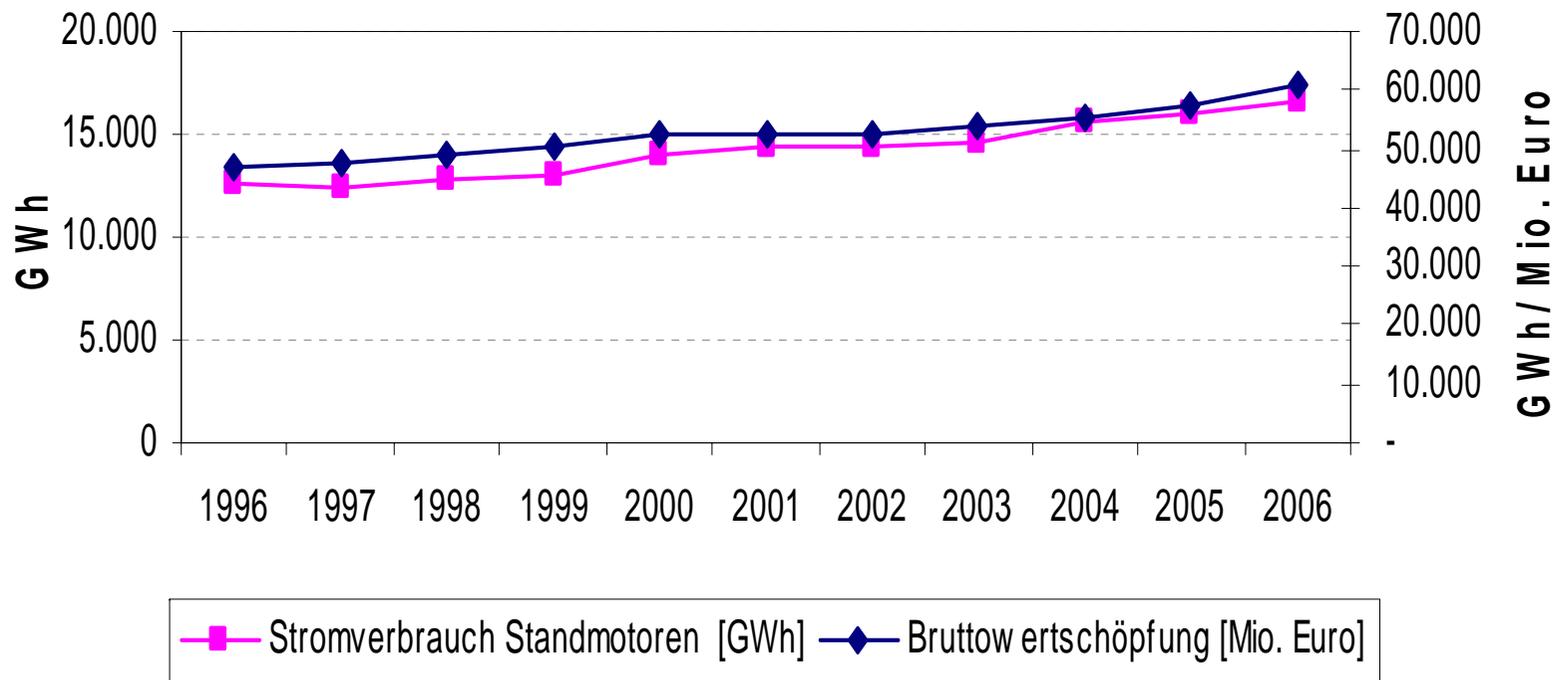
Quelle: E-Control

Aufteilung der elektrischen Energie in der Sachgüterproduktion

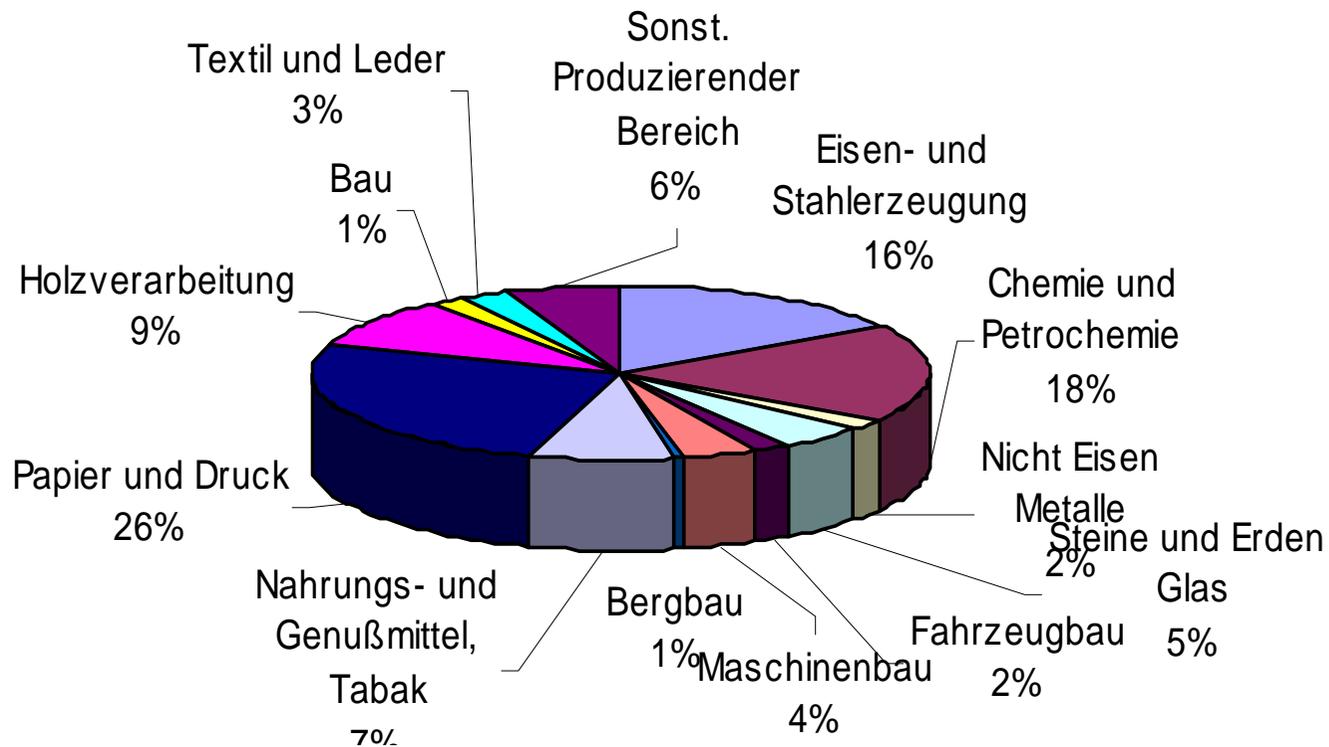


Stromverbrauch Standmotoren und Bruttowertschöpfung

Entwicklung Stromverbrauch Standmotoren und Bruttowertschöpfung



Aufteilung Stromverbrauch für E-Motoren

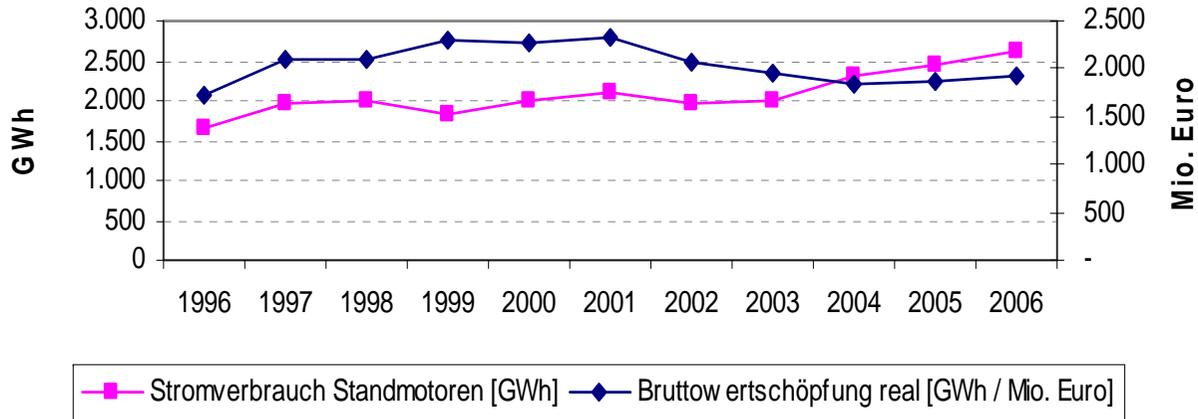


Branchen	Stromverbrauch für Motorsysteme 2006 [GWh]	Anteil am gesamten Stromverbrauch für Motorsysteme [%]	Steigerungsraten 1996 bis 2006 [%]	Absolute Veränderung 1996 bis 2006 [GWh]
Papier und Druck	4.331 GWh	26%	+17,5%	644 GWh
Chemie- und Petrochemie	3.066 GWh	18%	+39%	865 GWh
Eisen- und Stahlerzeugung	2.619 GWh	16%	+57%	950 GWh
Holzverarbeitung	1.517 GWh	9%	+117%	816 GWh
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	1.207 GWh	7%	+27%	258 GWh
Summe über 5 Branchen	12.739 GWh	76% von 16.601 GWh des gesamten Stromverbrauchs für Motorsysteme		87% der gesamten Steigerung von 4.056 GWh

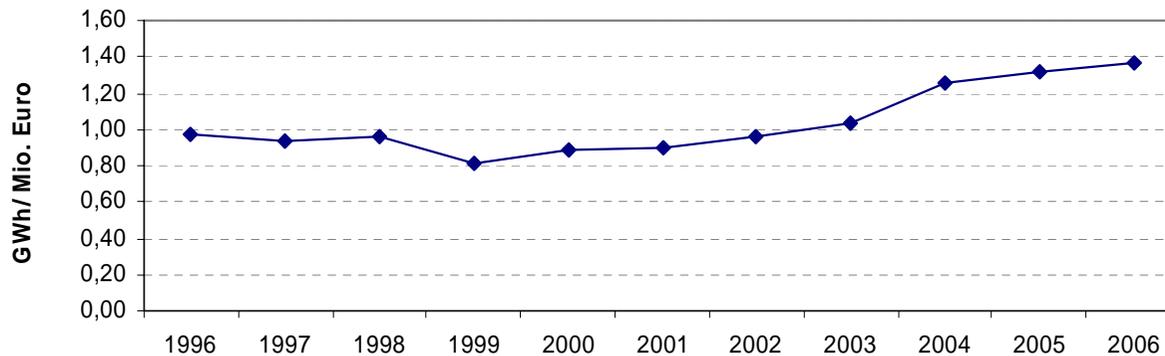
Stromverbrauch der Standmotoren im Vergleich zur Bruttowertschöpfung

Stromverbrauch Standmotoren / Bruttowertschöpfung real, Basis 2000 [GWh / Mio. Euro]			
Branche	1996	2006	Veränderung [%]
Eisen- und Stahlerzeugung	0,9696	1,3601	+40%
Chemie und Petrochemie	1,2084	0,8940	-26%
Steine und Erden, Glas	0,2309	0,3157	+37%
Fahrzeugbau	0,0951	0,0787	-15%
Maschinenbau	0,1005	0,0950	-6%
Bergbau	0,1101	0,1409	+28%
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	0,2474	0,2707	+9%
Papier und Druck	1,3036	1,0679	-18%
Holzverarbeitung	0,4036	0,7072	+75%
Bau	0,0145	0,0163	+13%
Textil und Leder	0,3229	0,3259	+1%
Sonst. produzierender Bereich	0,1255	0,0704	-44%

Entwicklung Stromverbrauch Standmotoren und Bruttowertschöpfung real in der Branche Eisen- und Stahlerzeugung



Stromintensität in der Branche Eisen- und Stahlerzeugung

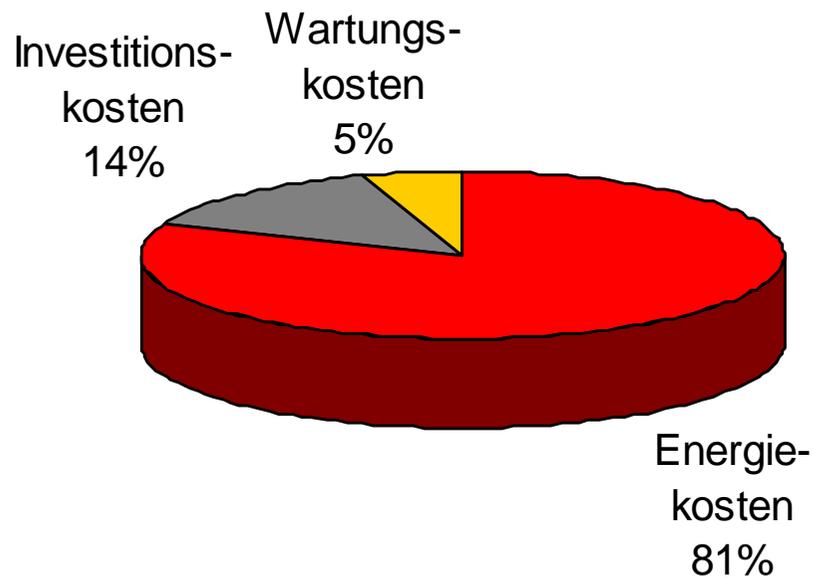




-
- Preis 5,5 kW Motor eff 2: 390 €
 - Preis 5,5 kW Motor eff 1: 500 €
 - Welcher Motor ist teurer?
 - Stromkosten 12 Cent, Laufzeit 4.500 h p.a., 5%
 - Motor eff 2: $3.300 \text{ €} + 390 \text{ €} = 3.690 \text{ €}$
 - Motor eff 1: $3.171 \text{ €} + 500 \text{ €} = 3.671 \text{ €}$
 - Nach 10 Jahren, ca. 26.000 €
Stromkosten, eff 1 Motor ca. 1.000 €
billiger

Beschaffungskriterium Energiekosten!

- Berücksichtigung der Energiekosten über gesamte Lebensdauer bei Investitionsentscheidungen
- Kostenaufteilung Typisches Motorsystem:

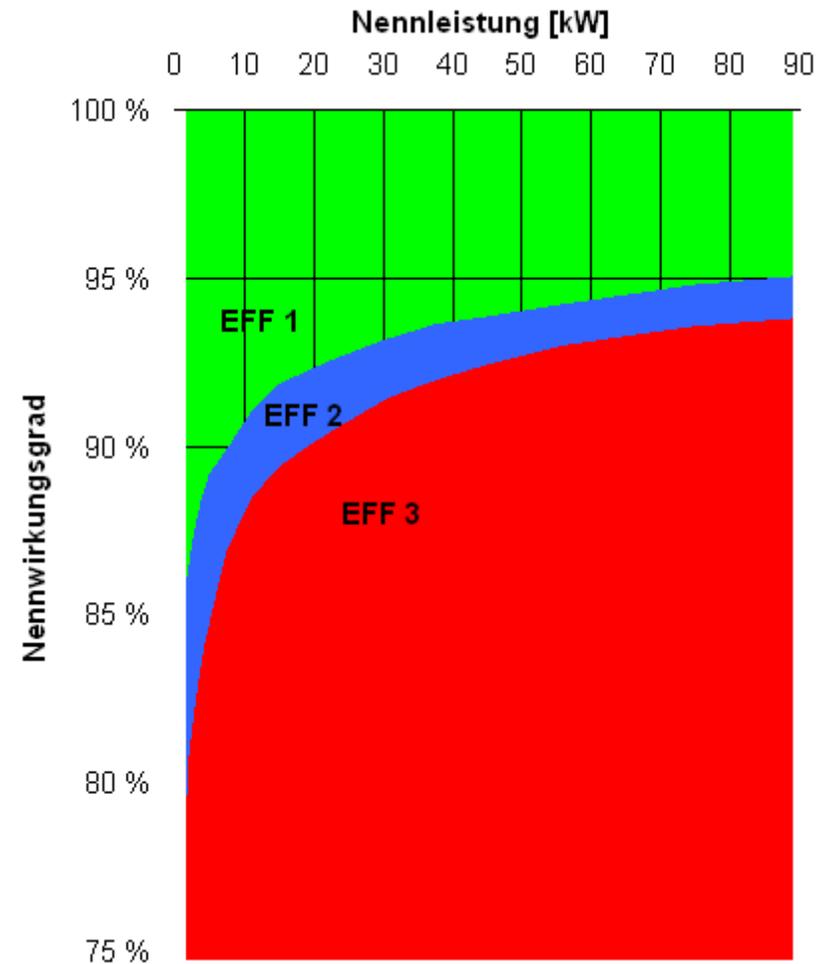


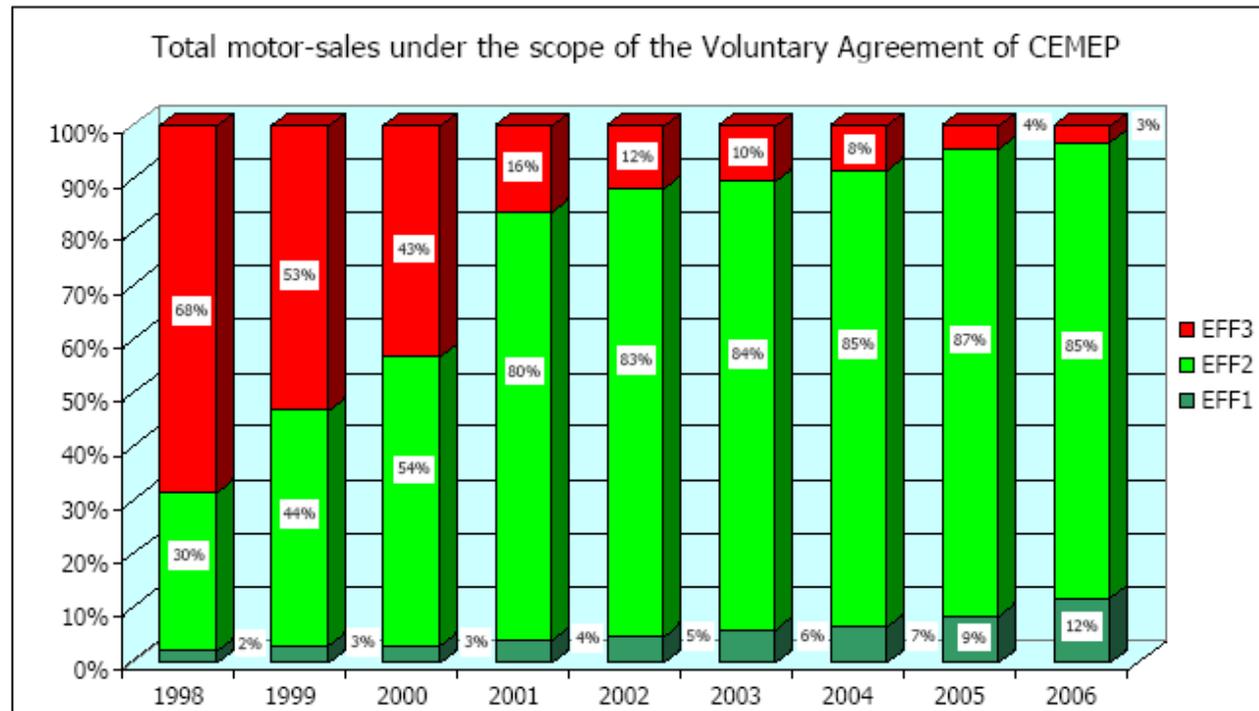
Hocheffiziente Motoren

- **Tausch bestehenden Motors** eher unwirtschaftlich
(3 Jahre Amortisationszeit)
- **Bei Neukauf** Bsp. 5,5 kW innerhalb von 4.500 h
höhere Anschaffungskosten amortisiert
- (1 Jahr Amortisationszeit)

Mindeststandards in Europa

- CEMEP: Einteilung der Drehstrommotoren von 1 bis 100 kW in drei Wirkungsgradklassen





***Scope**

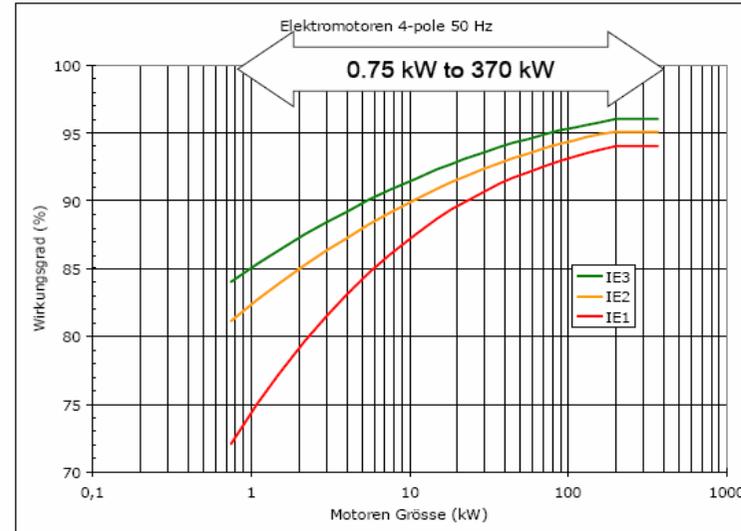
Motors covered by the Voluntary Agreement of CEMEP are defined as totally enclosed fan ventilated (IP 54 or IP 55) three phase A.C. squirrel cage induction motors 1.1 to 90 kW, with 2- or 4-poles, rated for 400 V-line, 50 Hz, S1, Duty Class, in standard design. Standard design can be interpreted as type N as per EN 600 34-12 and according to HD 231.

Weltweiter neuer Standard für Effizienzklassen von Motoren

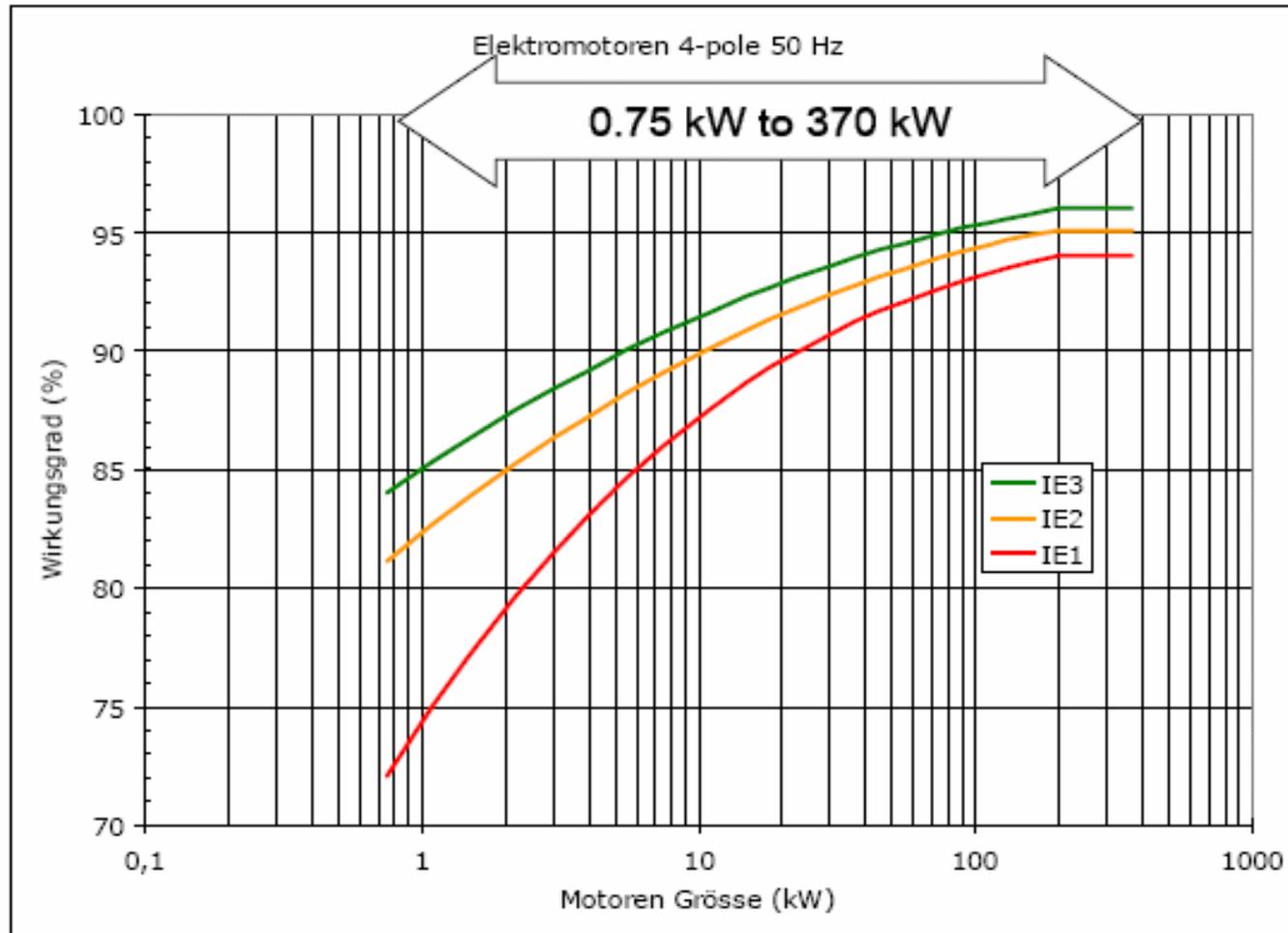
- Bisher viele nationale Standards: USA, Australien, China, Brasilien... **Seit Oktober 2008**
- **Einteilung: 1-375 kW**
- IE1 – Standard Efficiency
- IE2 – High Efficiency (ca. eff1)
- IE3 – Premium Efficiency
- IE4 – Super Premium

IEC 60034-30

IEC Energieeffizienz Klassen



IEC Energieeffizienz Klassen



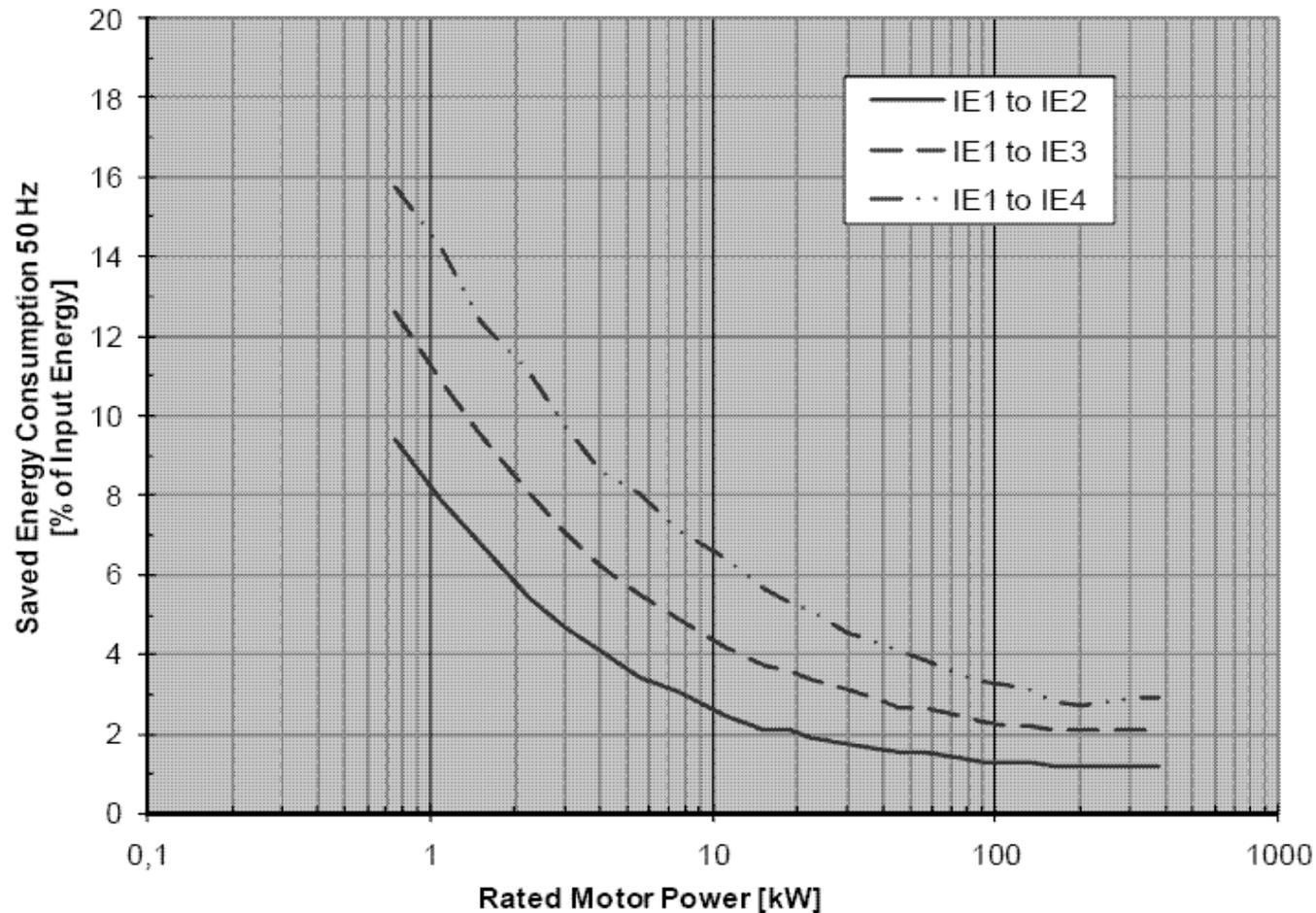
Mindeststandards für Motoren

- Ab 16. Juni 2011: Mindest-Energieeffizienzanforderung für in der EU auf den Markt gebrachte elektrische Motoren [0,75 bis 375 kW] IE2 Standard
- Ab Jänner 2015: Mindeststandard wird auf IE3 Effizienzklasse für Motoren [7,5 –375 kW] erhöht
- Ab 2011 auf Typenschild : Effizienz in Vollast, Effizienz in Teillast (50 und 75%) in Produktinformation, auf web

VO (EG) Nr. 640/2009 Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren, 1.8.2009

Mindeststandards für Motoren in der EU

- Gilt für folgende Motoren:
- Dreiphasen 50 Hz- oder 50/60 Hz Käfigläufer-Induktionsmotor:
 - 2 bis 6 polig, Netzspannung bis 1000 V, 0,75 bis 375 kW;
 - für Dauerbetrieb (ununterbrochene Funktionieren eines E-Motors bei Nennlast unterhalb der Betriebshöchsttemperatur), ähnlich S1?
- Inverkehrbringen: erstmalige ... Bereitstellung auf dem Gemeinschaftsmarkt ... zur Verwendung oder Verteilung in der Gemeinschaft
- Inbetriebnahme: erstmalige bestimmungsgemäße Verwendung
- Auch, wenn in andere Produkte eingebaut!



aus Draft zur IEC 60034-31, Guide for the selection and application of energy-efficient motors incl. VSD

Auswirkungen eines Motortausches

	eff [%]	n [1/min]	M [Nm]	P_out [kW]	P_in [kW]
IE1	87,6	1464	75,4	11,559	13,195
IE2	89,8	1474	76,4	11,792	13,131
IE3	91,4	1480	77,1	11,948	13,073

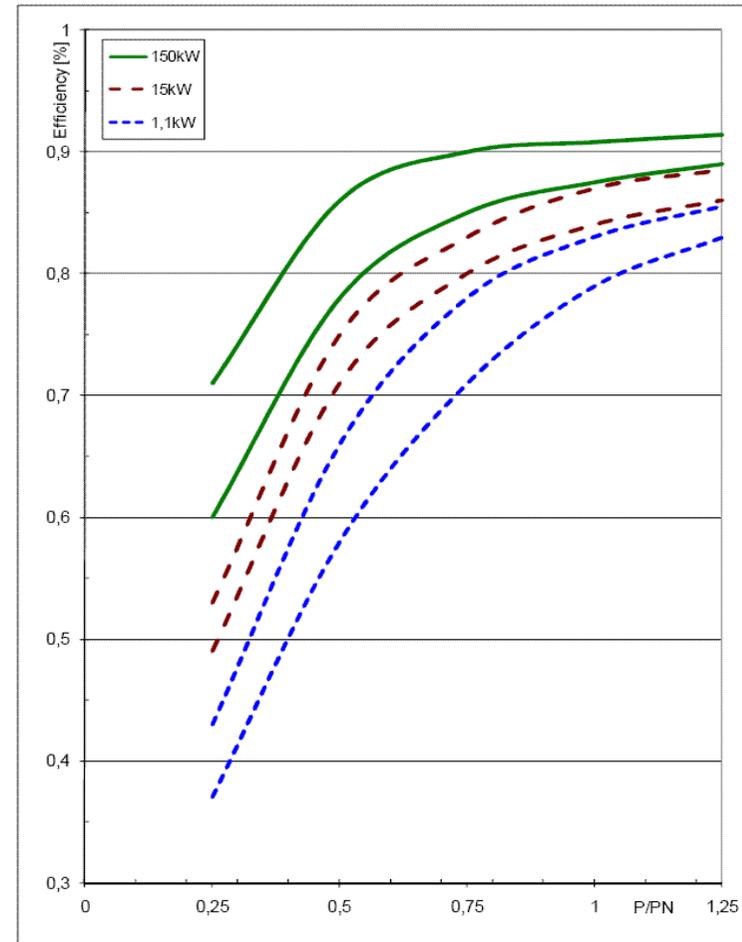
Table 3 Example of changing of efficiency, speed and torque demand with energy efficiency class of three 11 kW, 50 Hz motors in the same application

Effizienz vs. Auslastung

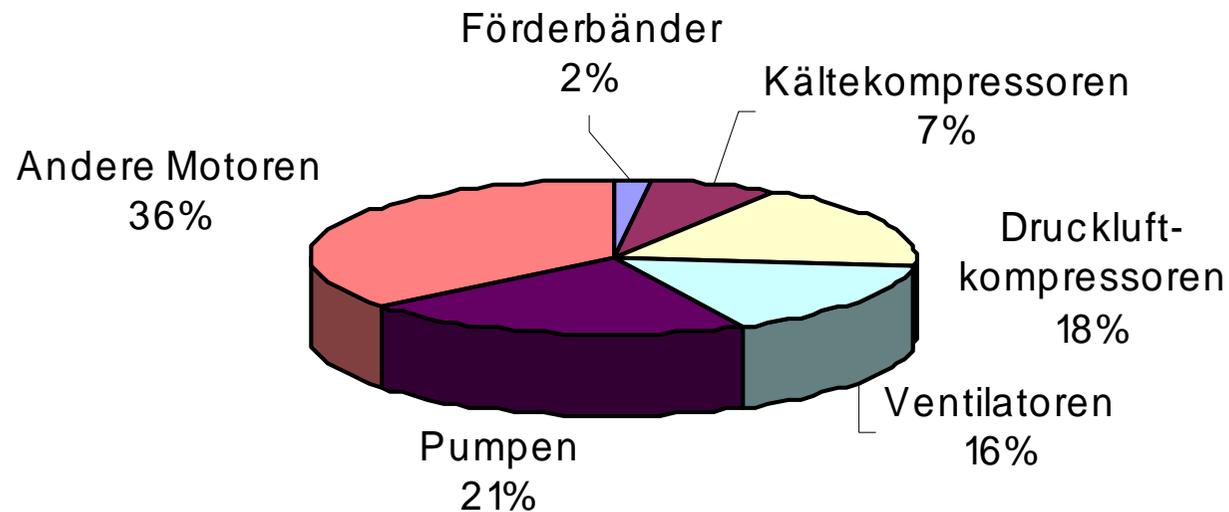
Typische
Auslastungsgrade in der
Anwendung:

?

60 -75%



Anteil des elektrischen Energieverbrauchs für Motoren in der Industrie, EU-25, 2000



Wie feststellen?

- Internes know-how bündeln:
- Energierechnungen
- Aufzeichnungen, Zählerstände (z.B. 1 Wo/1 Mo ablesen)
- Über Laufzeiten, Leistungen...
- Messungen von Verbraucher (Sommer/Winter/Auslastung)
- Zähler, Leitsysteme

- Externes know-how beiziehen



Einsparpotenzial in Motorsystemen

Maßnahme	Wirtschaftliches Einsparpotential
Verbesserung des Antriebs durch	
Einsatz hocheffizienter Motoren	3 %
Einsatz drehzahlvariabler Antriebe	11 %
Systemverbesserung	
Druckluft	33 %
Pumpen	15 %
Kältebereitstellung	18 %
Raumluftechnische Anlagen und Ventilatoren	30 %
Gesamt	Ca. 30 %

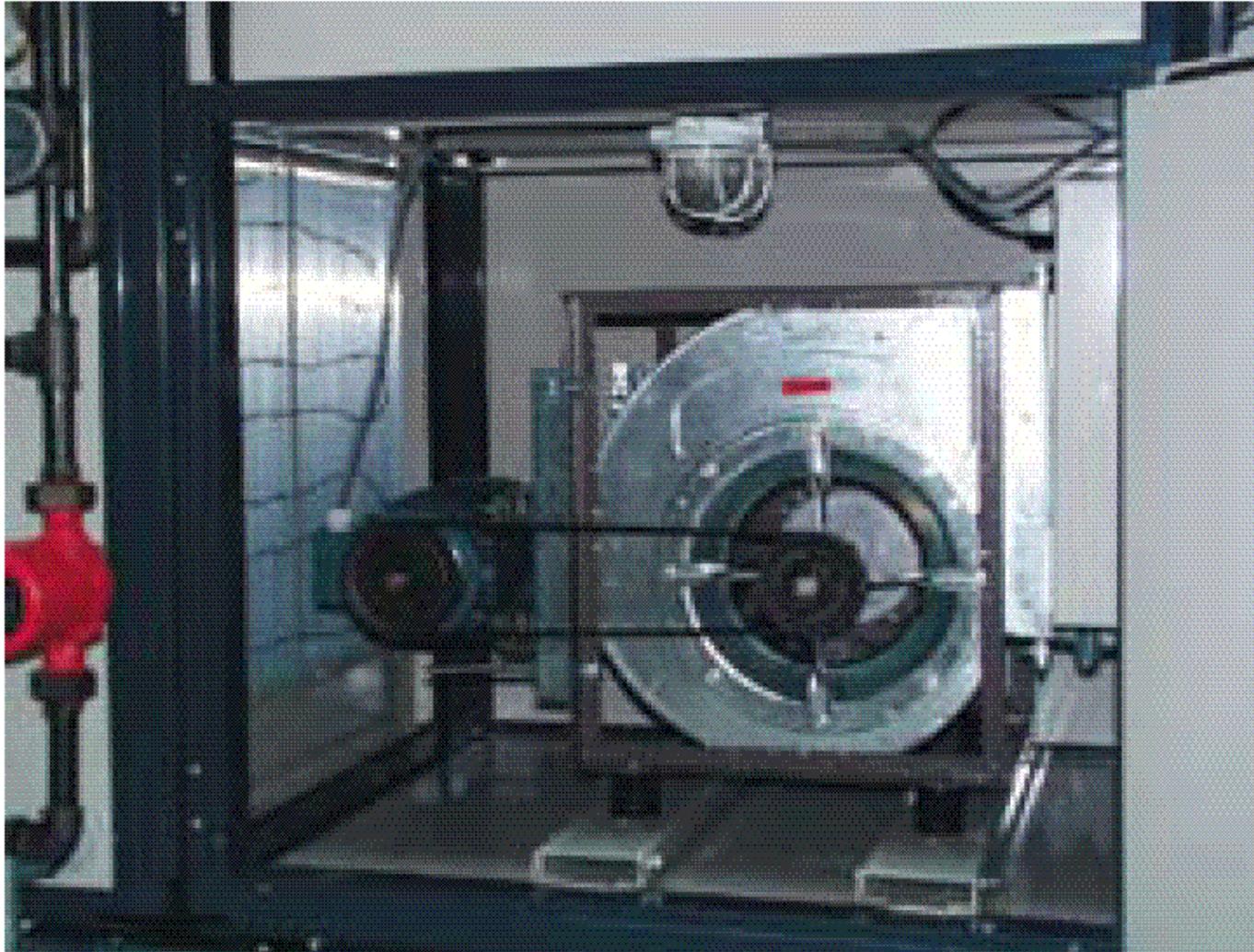
Einsparmaßnahmen

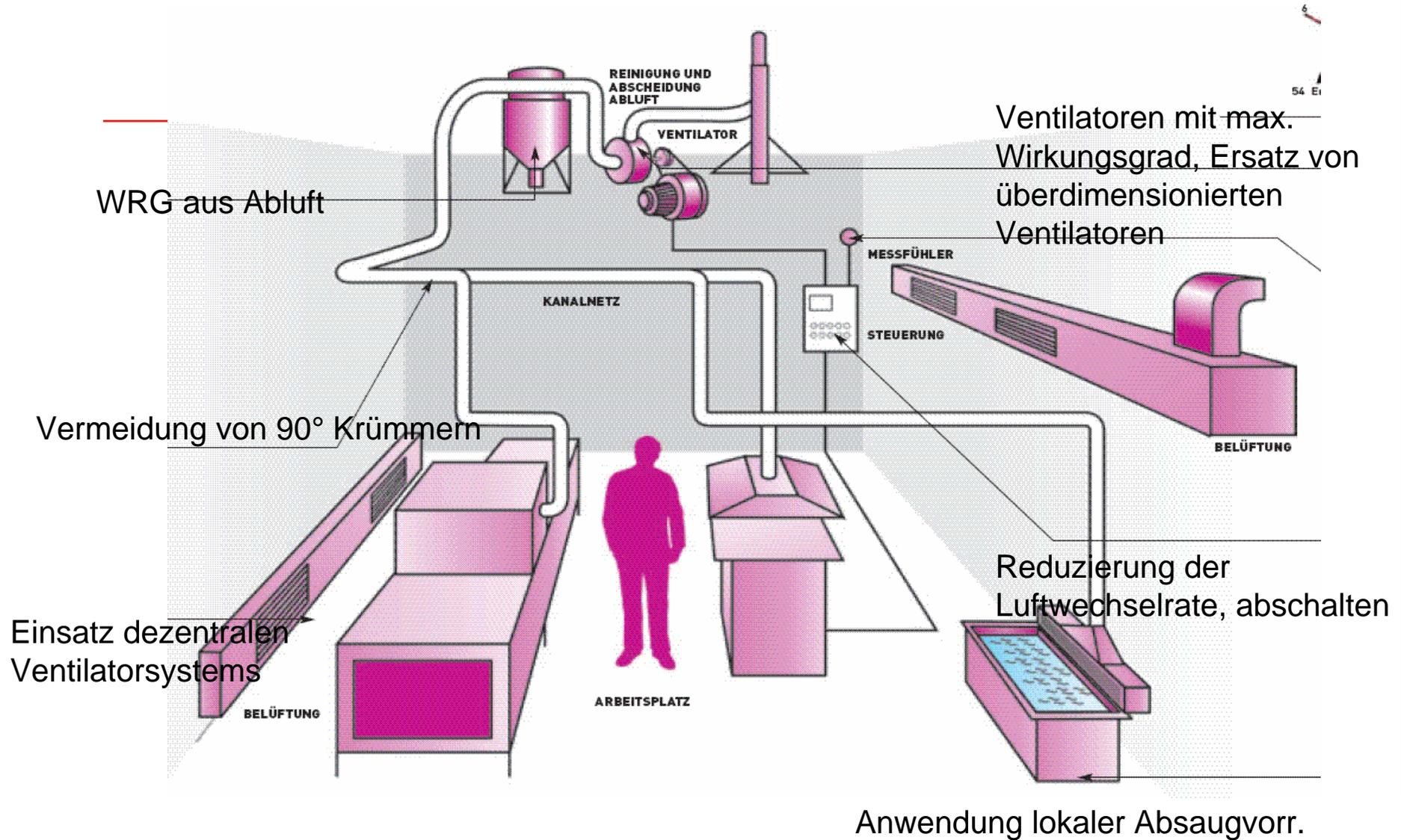
- Haben Sie die Heizung im Sommer und während des Winterurlaubs voll aufgedreht?
- Wenn es draußen wärmer ist, lassen Sie Heizung voll aufgedreht?
- Heizen Sie Räume, die nicht oder selten benützt werden?
- **Sie sparen Energie? bzw. nutzen Energie sinnvoll!**
- **Einschalten, wann erforderlich**
- wenn nicht volle Leistung benötigt, nachregeln
- Versorgung von Zonen abhängig von Nutzung



Motorsysteme als Dauerläufer

- Bei Motorsystemen werden Energiesparmaßnahmen aus dem Haushalt nicht angewendet
- E-Motoren sind sehr fleißig arbeiten bis zu 8760 h im Jahr!
- Dauerläufer unabhängig vom Bedarf!





Ventilatorsysteme - Maßnahmen

- Reduktion des Volumenstroms
- Druckverluste minimieren
(Bauteile z.B.: Filter, Luftleitungen)
- Reduktion der Betriebszeiten
- Einsatz effizienter Ventilatoren
- Einsatz effizienter Antriebe
(Motoren, Riemenantriebe)

$$E = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p \cdot h}{\eta_L \cdot \eta_M \cdot \eta_W}$$

E	Energiebedarf [kWh/a]
\dot{V}	Volumenstrom [m ³ /s]
Δp	Gesamtdruckdifferenz [Pa]
η_L	Ventilatorwirkungsgrad
η_M	Motorwirkungsgrad
η_W	Antriebswirkungsgrad
h	Betriebsstunden pro Jahr [h/a]

Bedarfsgerechte Steuerung und Regelung

- **Beträchtliches Einsparpotential: bis zu ~ 66%**
 - Reduktion von 24h-Betrieb auf Betrieb während der Arbeitszeit (8h)

- **Bedarfsgerechte Anlagenregelung**
 - z.B.: Reduktion des Luftstroms bei Nachtschicht oder am Wochenende

- **Betrieb der Anlagen in Abhängigkeit ihrer Betriebszeiten**
 - Handschalter betätigen

 - Zeitschaltuhr

 - Sensoren

Ventilatortausch

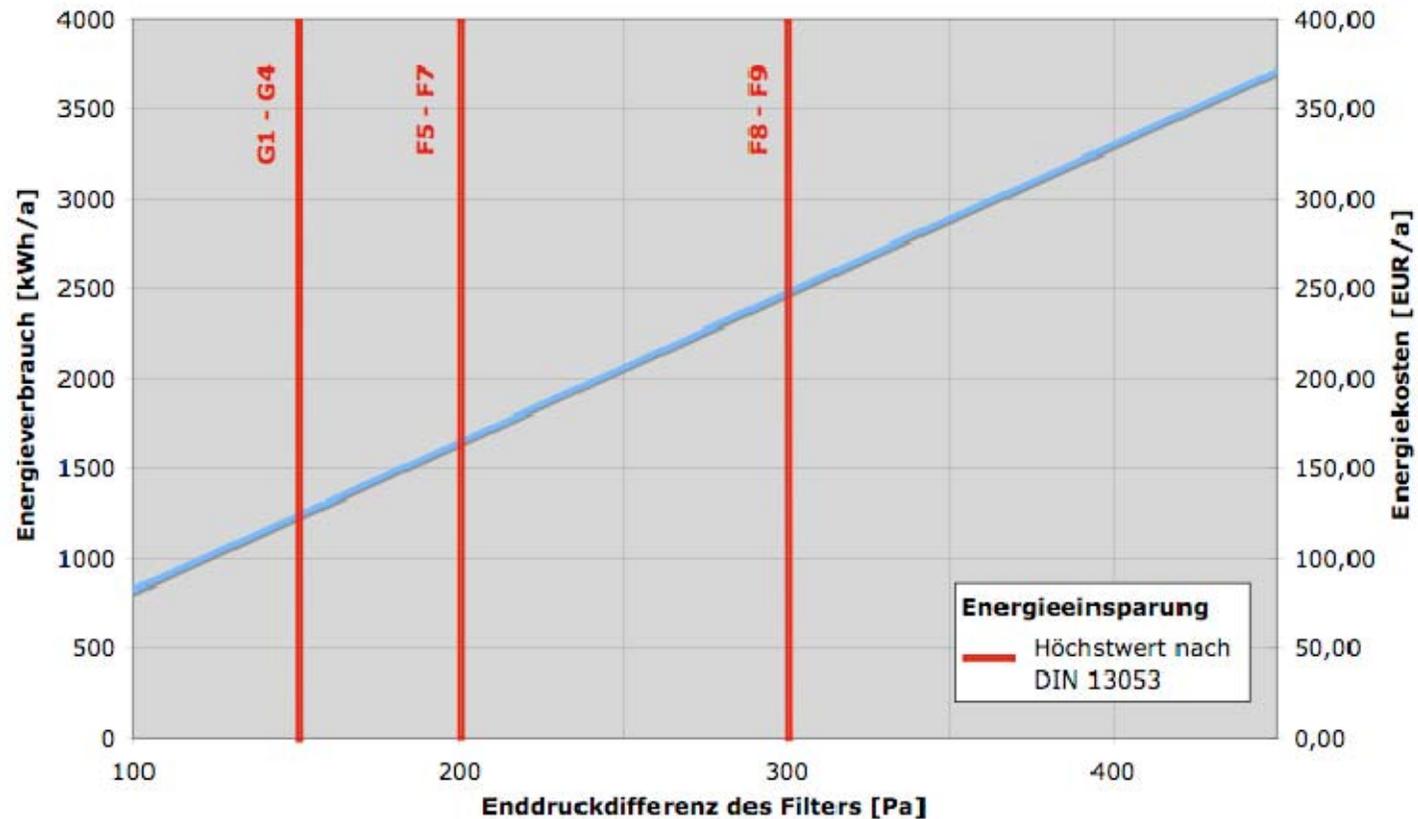
- Aufgenommene Leistung des Motors (messen) und Ventilatorleistungsaufnahme (aus Datenblatt)
 - Motorstromaufnahme < Nenn-Leistung Ventilator (5 bis 10%) => Ventilator überdimensioniert
- Ab 20.000 bis 30.000 m³/h
- Ab 15 kW und 4.000 h/a => Amortisationszeit < 3 Jahren

Filtertausch

- Einsparpotential: 5 bis 20%
- Einhalten der empfohlenen Enddruckdifferenzen (DIN 13053)
- Sichtprüfung: 2x jährlich
- Einhalten der empfohlenen max. Betriebsstundenzahl
 - 1. Stufe: 2.000 h od. 1 Jahr
 - 2. Stufe: 4.000 h od. 2 Jahre

	Filterklasse	Enddruckdifferenz	
		DIN 13053	EN 779
Grobstaubfilter	G1 – G4	150 Pa	250 Pa
Feinstaubfilter	F5 – F7	200 Pa	450 Pa
Feinstaubfilter	F8 – F9	300 Pa	450 Pa

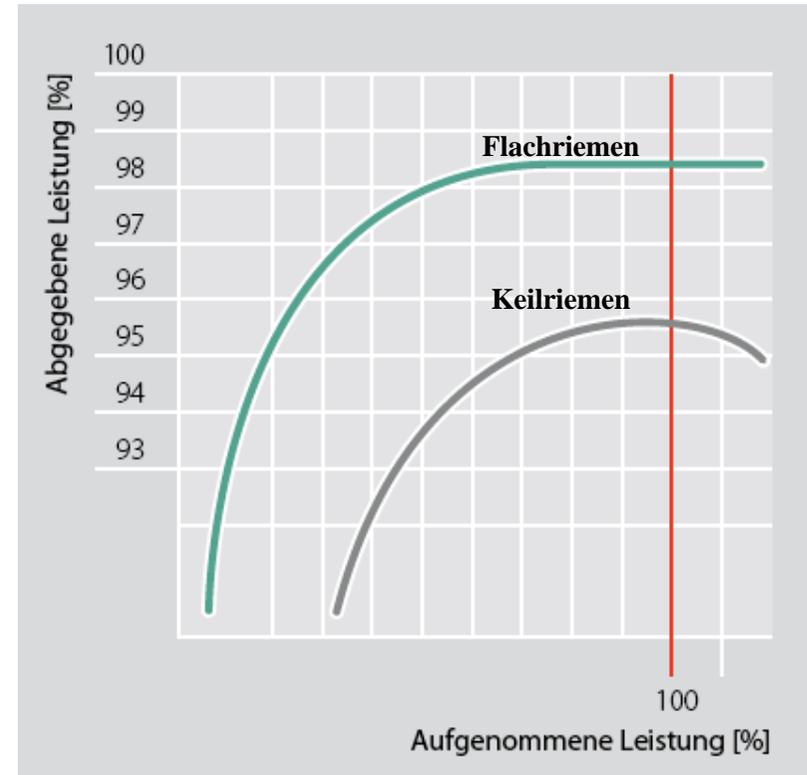
Filtertausch - Enddruckdifferenzen DIN 13053



Beispiel mit 3.400 m³/h, 8740 h, 0,1 EUR/kWh

Riementausch

- Einsparpotential: 5 bis 10%
- ~ 95% Keilriemen in LT-Anlagen eingebaut
- Trend => Flachriemen (effizienter)
- Ab 25 kW zahlt sich ein Tausch energetisch aus
- Amortisationszeit < 1 Jahr
- Wartung sehr wichtig



Quelle: Farbo (2009)

Einsparungsbeispiel Knauf Ventilatorregelung

- Trocknung von Bauplatten über große Ventilatoren
- Geförderte Luftmenge wurde durch suboptimale Drallregelung konstant auf rund 40% der max. Leistung „gedrosselt“.
- Steuerung der Ventilatoren verbessert
- Kosteneinsparung 24.000 EUR
- Energieeinsparung: 340.000 kWh;
(Annahme: 7 cent/kWh)
- Kosten: 3.500 EUR für Riemenscheibentausch (zur Verbesserung der Übersetzung)



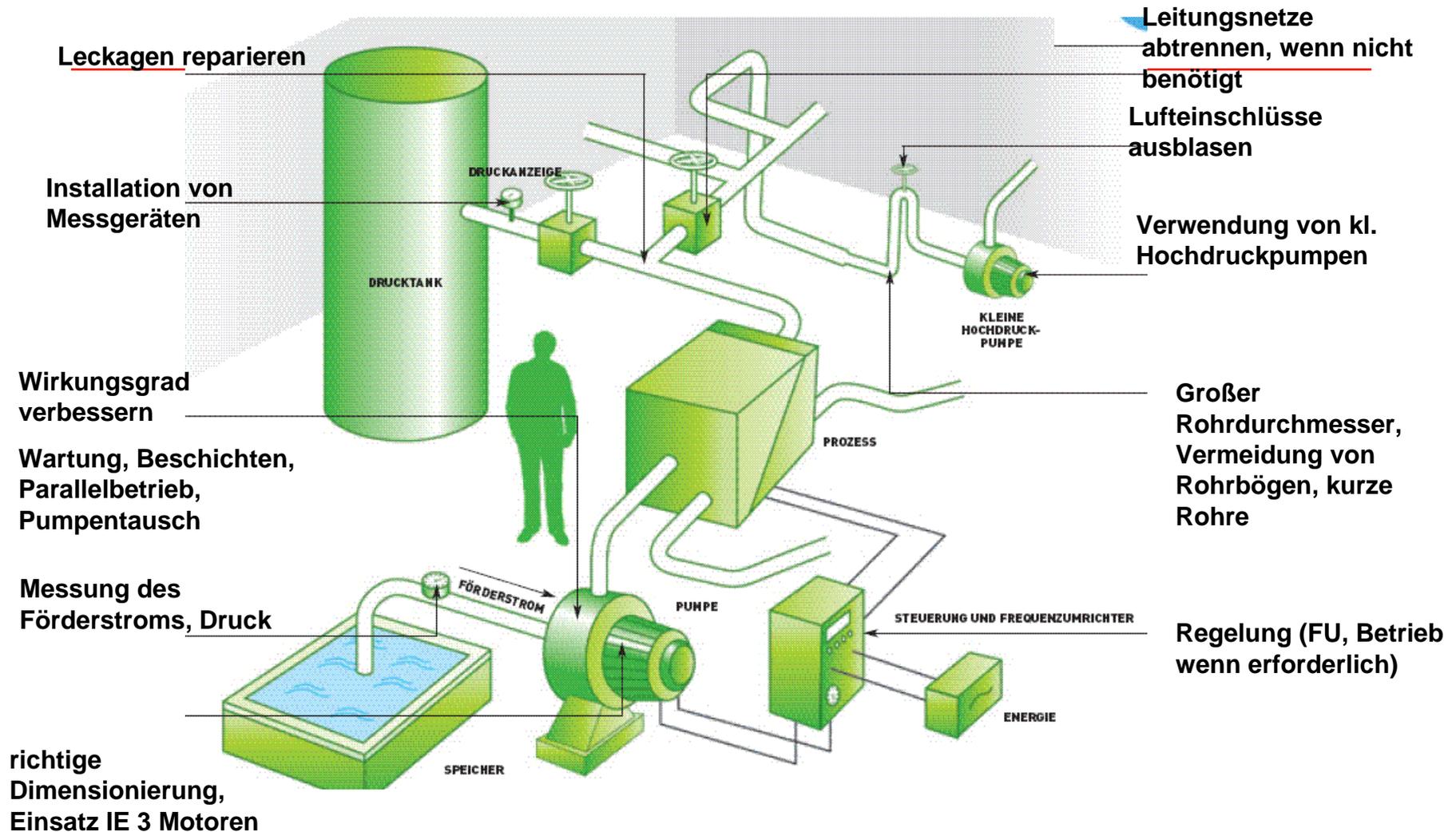
Einsparungsbeispiel Obersteirische Molkerei - FU

- Verbrennerluftgebläse mit 30 kW
(5000 Betriebsstunden)
Energieverbrauch: 152.400 kWh
- Anpassung durch Drehzahlregelung
an den tatsächlichen Luftbedarf
- Energieverbrauch nach Einbau:
21.900 kWh
- Kostenreduktion: rd. 11.000 EUR
(Annahme: 8,5 Cent/kWh)
- Investition: 3000 EUR (FU) plus
5000 EUR (Installation)





Pumpensystem



Konzentration auf wenige Pumpen und Topmaßnahmen

- Basisdaten für viele (alle Pumpen)
- Darstellung der Kosten für Pumpensysteme
- Konzentration auf Pumpen mit Potenzial
- Wenige Maßnahmen abfragen, „nicht ganz genau“
 - Allerdings: bei Umsetzung muss genauere Untersuchung erfolgen!
- **Ergebnis:**
 - 1) Wie groß ist das Potenzial
 - 2) zahlt es sich aus, etwas zu tun (Einsparung über Kosten)
 - 3) Vorschläge für weitere Vorgangsweise: z.B. interne Umsetzung, genauer Anschauen, Kontakt zu Service-Herstellerfirma

	A	B	C	D	E	F	G
	Leistung [kW]	Betriebsstunden	Energieverbrauch	Regelung	Förderstrom	Alter	Prozessart
1							Wartungsauffälligkeiten
2	2500	500	1620000	ja	variabel	10	Umwälzen
3	1000	500	1500000	nein	fix	9	Stofftransport
4	750	3000	1750000	nein	variabel	8	Klimatisierung
5	50	8700	4350000	nein	fix	8	Stofftransport
6	50	8700	4350000	nein	fix	8	Heizung
7	1500	2500	3750000	nein	fix	7	Umwälzen
8	75	5000	3750000	nein	fix	7	Klimatisierung
9							
10							
11							
12							
13							
14	330	5000	1650000	nein	fix	5	Abwasser
15	90	8700	783000	nein	fix	5	Heizung
16	250	3000	750000	nein	fix	5	Stofftransport
17	85	6000	510000	nein	fix	5	Klimatisierung
18	0,006	8700	52,2	nein	fix	5	Wasserversorgung
19	600	5000	3000000	ja	variabel	4	Stofftransport
20	0,0025	3500	8,75	ja	variabel	4	Warmwasser
21	1000	3500	3500000	nein	variabel	4	Umwälzen
22	600	2000	1200000	ja	fix	4	Klimatisierung
23	0,0025	3500	8,75	ja	variabel	3	Heizung
24	80	5000	400000	nein	variabel	3	Stofftransport
25	45	6000	270000	nein	fix	3	Abwasser
26	250	200	50000	nein	fix	3	Umwälzen
27	900	2500	2250000	nein	fix	2	Abwasser
28	800	1000	800000	ja	fix	1	Abwasser
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							

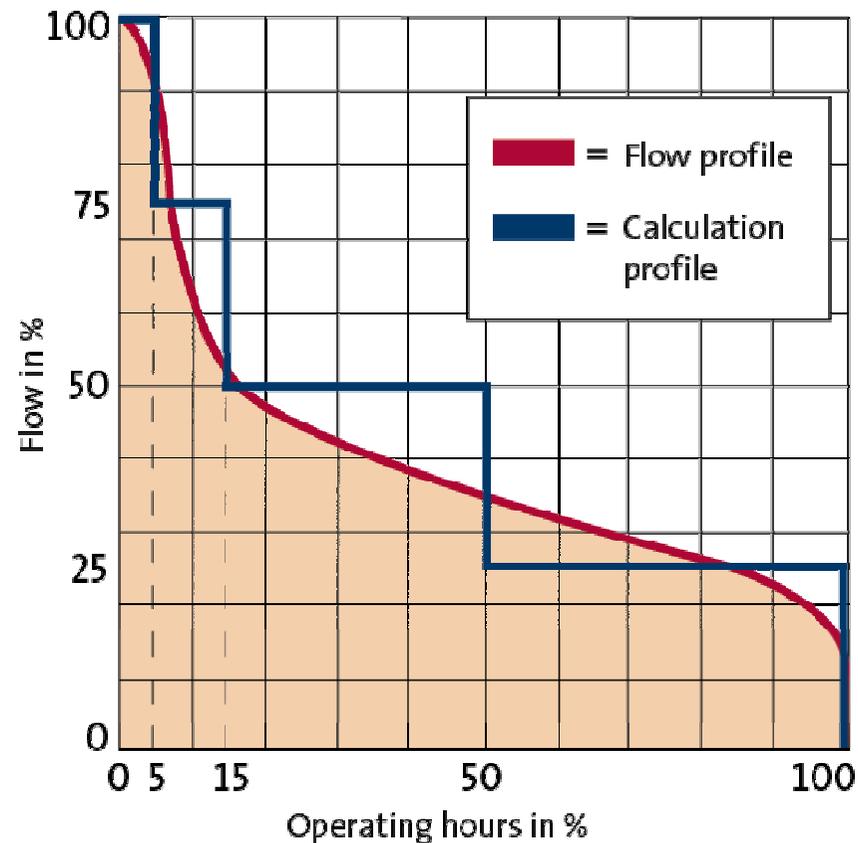
Leistung, Laufzeit, Energieverbrauch, Regelung, Förderstrom, Alter, Prozessart, Wartungsauffälligkeiten

Empfohlene Maßnahmen

- Abstimmung des Betriebs der Pumpe mit Verbraucher (zB Laufzeiten, Druckniveaus)
- Pumpentausch (Wirkungsgrad abh. von Alter und Auslastung)
- Regelung und Leistungsanpassung
- Motortausch
- Optimierung Rohrleitungssystem
 - Vermeidung statischer Förderhöhe
 - Vermeidung dynamischer Förderhöhe

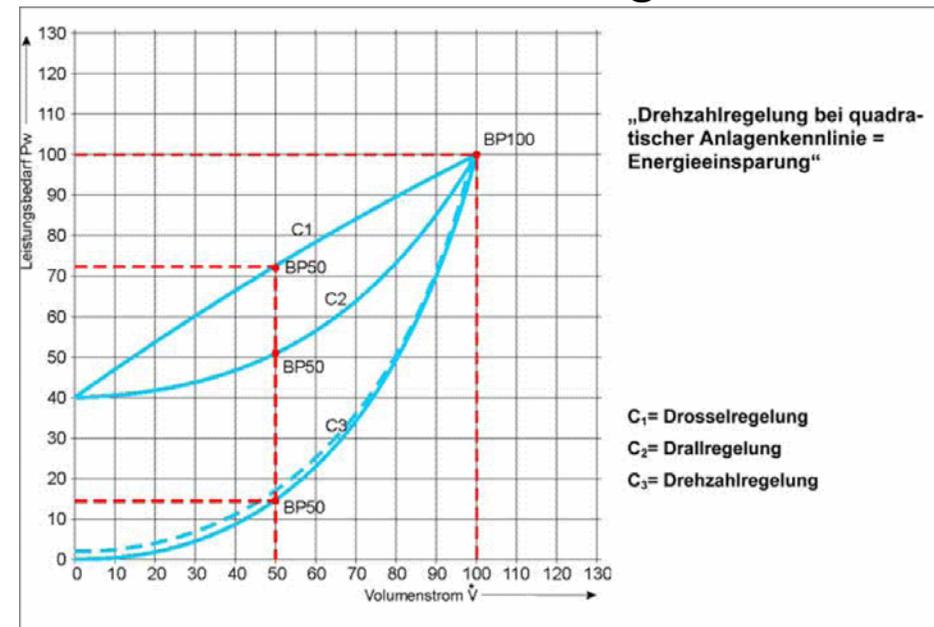
Wozu regeln?

- Maximaler Durchfluss wird nur über kurze Zeiträume im Jahr benötigt
- Produktionsauslastung, Feuchtegehalt, Lüftungsbedarf schwankt stark!
- Drehzahlgeregelte Ventilatoren, Pumpen passen sich an den tatsächlichen Bedarf im System an!
- In Mengenvariablen Systemen sind erhebliche Energieeinsparungen möglich!



Warum?

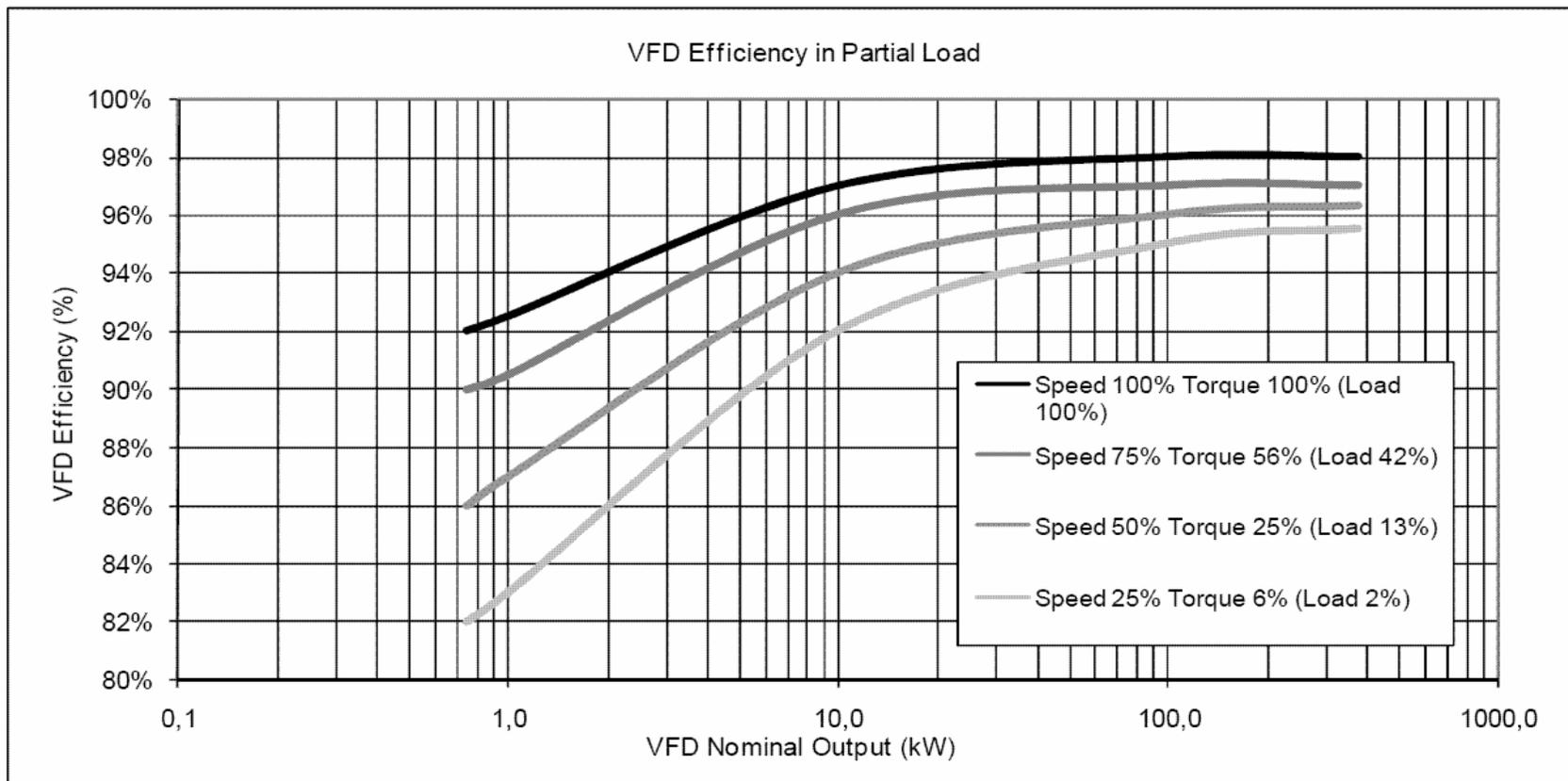
- Bei Reduktion des Volumenstroms nimmt der Leistungsbedarf mit 3. Potenz ab! (bei Zirkulationssystemen)
- Bei Halbem Volumenstrom, nur Achtel der Leistung benötigt!!



Derzeitiger Bestand an FUs

- Laut Angaben des FEEI lag der Anteil der verkauften Frequenzumrichter am Anteil der verkauften Standmotoren zwischen 2001 und 2007 im Durchschnitt bei ca. 30 %.
- Bei der Diskussion mit dem FEEI schätzten die Hersteller den Bestand in der österreichischen Industrie auf 12 % und den Anteil bei Neuanlagen auf 20 %.
- Rund 50% der Anwendung eignen sich für Steuerung!

Wirkungsgrad beachten!



aus Draft zur IEC 60034-31, Guide for the selection and application of energy-efficient motors incl. VSD

Maßnahme Abschalten der Anlagen und Verbraucher

- Druckluftherzeugung außerhalb der Betriebszeiten?
 - Abschalten der Anlage bei Nacht, WE, Betriebsstillstand...
 - Manuelles oder vollautomatisches Ein-Ausschalten möglich

- Druckluftverbraucher nicht immer im Betrieb?
 - z.B. Labor in Betriebsgebäude außerhalb des WE unbesetzt
 - Zeitliches Abtrennen des Leitungsnetzes, das diese Verbraucher versorgt
 - Abschalten von Einzelanlagen über Magnetventil in Zuluftleitung

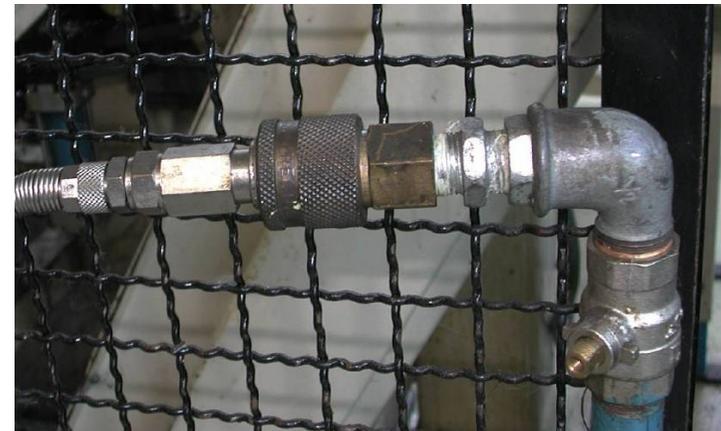
Wer sind die fleißigsten Verbraucher?

Unnötig viele **Verschraubungen**

Billige Schnellverschlusskupplungen

Billige PVC **Schläuche** altern und
härten aus

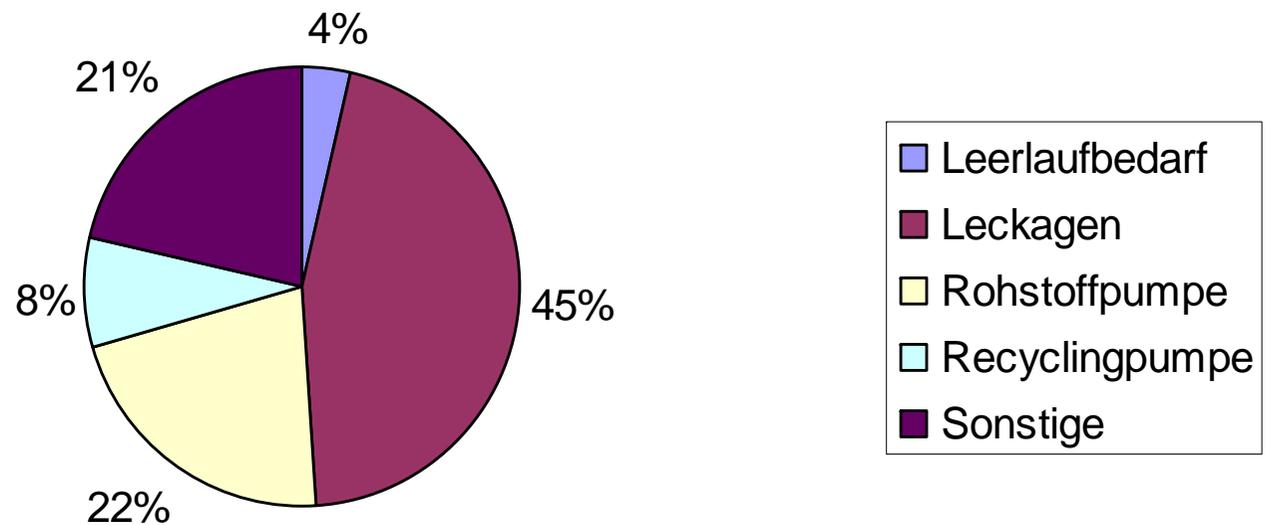
Undichte Ventile



Verteilung Stromverbrauch nach Verbrauchern

Verteilung Stromverbrauch für Druckluft

Kompressoren klein Gesamtstromverbrauch / a: 338.640 kWh



Maßnahme Reduktion von Leckagen

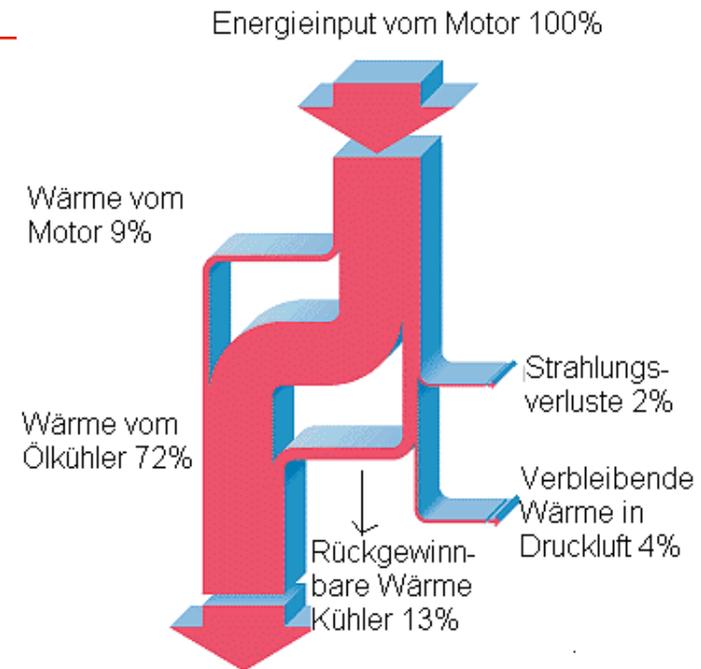
- Erhebung der Leckagemenge, des Leckagenanteils
 - Gesamter geförderter Volumenstrom
 - Leckagenvolumenstrom
- Kennzahl: über 10%? (Anlagen mit 5% möglich!!)
- A) ganz grob: Laufzeiten über Nacht, Wochenende oder Betriebsstillstand (z.B. 1 h in 12 h) über Stundenzähler
- B) Leitsystem

Maßnahme Leckage

- Leckagenortung: nach Gehör, mit Ultraschallgerät, mit Seife...
- Leckagenbehebung
- Organisatorische Festlegung notwendig! (Verantwortlicher, Budget?, Abstand: z.B. ¼ jährlich)

Was erzeugt ein Druckluftkompressor?

- Rund 80% der Kompressor-Nennleistung stehen als nutzbare Wärme zur Verfügung
- Luft im Kompressorraum sollte eigentlich 20°C (max. 35°C) nicht überschreiten
- Anfallende Wärme für die Gewinnung von Heizluft



Beispiel: Stromkosten für 3 X 65 kW Druckluftkompressoren: 80.000 €
Kosten für Rückkühlung: 20.000 €
Ersparnis durch WRG möglich: ca. 20.000 € + 15.000 € Gas für Heizung

Maßnahme Wärmerückgewinnung

- Druckluftkompressor ist effiziente Wärmequelle!
- Wofür kann Wärme verwendet werden?
 - Gewinnung von Heizluft
 - Brauch- und Heißwasser-Erwärmung
 - Trocknung
 - Vorwärmung für Speisewasser für Dampfkessel, Heizluft-Vorwärmung
 - Reinigungszwecke

Einsparungsbeispiel Landfrisch Molkerei - Druckluft

- Leckagenreduktion
- Druckniveauabsenkung
(1 bar bringt 6% Energieeinsparung)
- Einbau hocheffizienter Kompressoren
- Einbau einer übergeordneten
Steuerung für 3 Kompressoren,
Verringerung der Leerlaufzeiten
- Abwärmenutzung
- Einsparung: ca. 125.000 kWh
(Elektrisch)
ca. 150.000 kWh (Wärme)



Einsparbeispiel Laufen AG Druckluftoptimierung

- Absenkung des Druckniveaus
- Leckagenreduktion
- Energieeinsparung: ca. 130.000 kWh/a
- Kosteneinsparung: 9.100 EUR (Annahme: 7 cent/kWh)
- Investition: ca. 6.000 EUR



Der Lange Weg zur Energieeinsparung



Hemmnis I zur Umsetzung von EE- Maßnahmen

- Fehlendes Bewusstsein für Möglichkeiten zur Energieeinsparung und Kostensenkung
- Daher keine Personal- und Budgetzuordnung
- **Lösung: Beachtung dieser Thematik in Managementzielen, -politik;**
- **Energiekosten Darstellung der wesentlichen Verbraucher!**

Suchen Sie Ihre einzusparende kWh!!

- konstantin.kulterer@energyagency.at
- www.motorsystems.org
- www.energyagency.at/IEA4E_MotorAnnex
- www.energytech.at

Weitere relevante websites:

www.eebetriebe.klimaaktiv.at

Unter Unser Angebot!