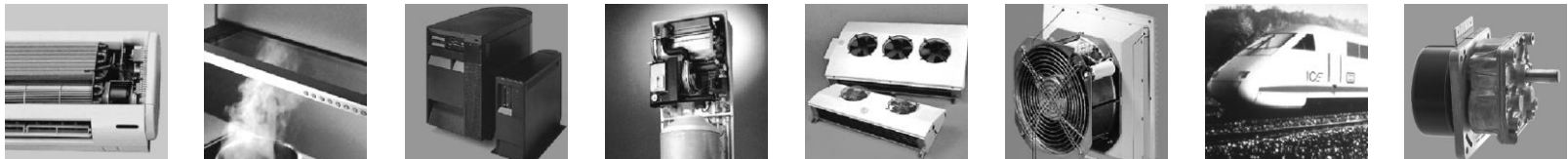
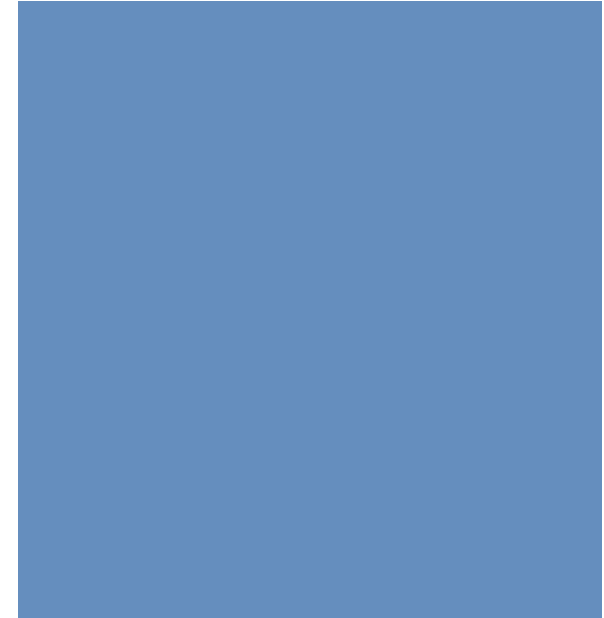


Forum Energie Zürich

13. April 2010



Energieeffizienz

EC Motoren

Was ist ein EC Motor?

Es ist ein

bürstenloser, permanent erregter, Synchronmotor
mit elektronischer Kommutierung...

...aber wir nennen ihn

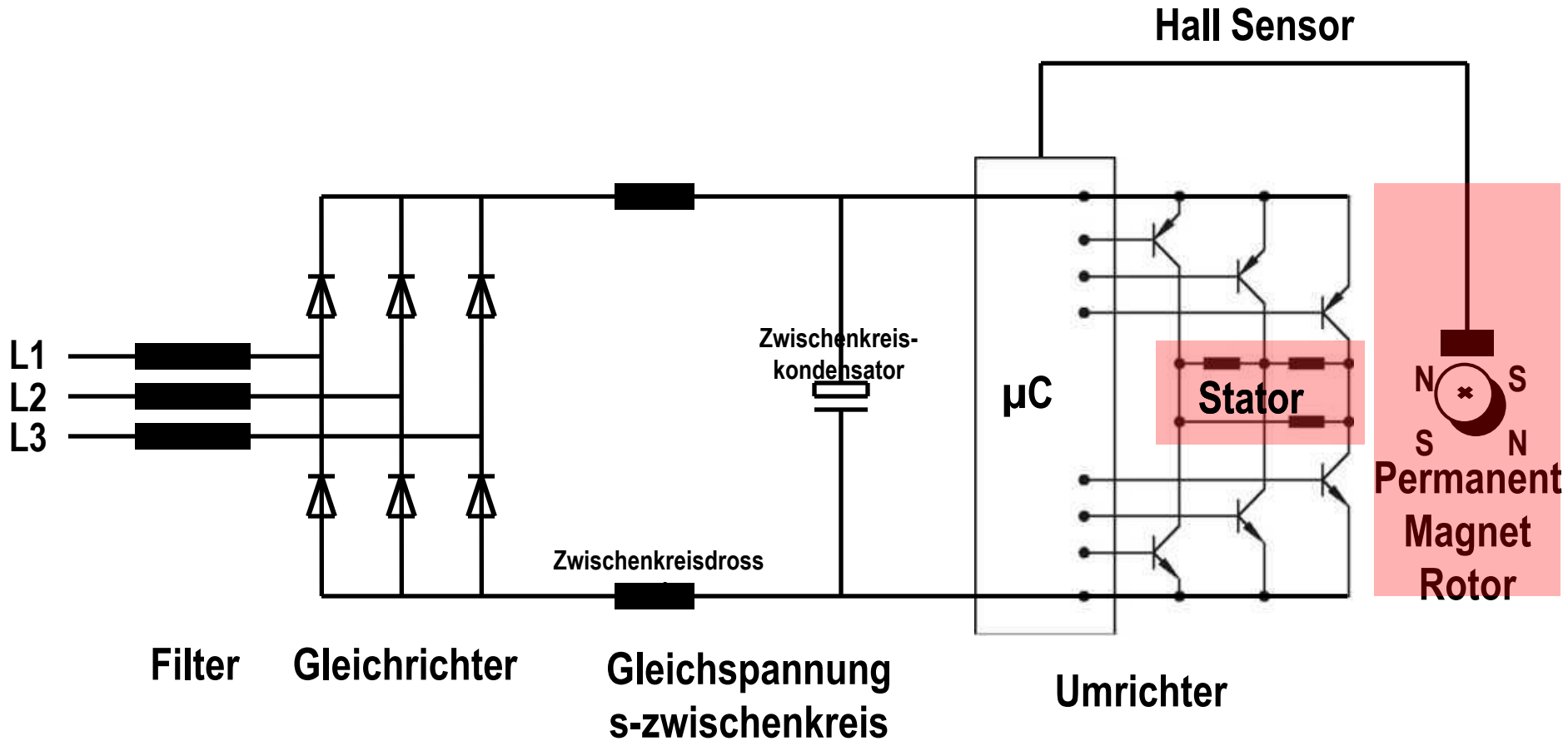
ELECTRONICALLY
COMMUTATED Motor oder kurz

EC Motor

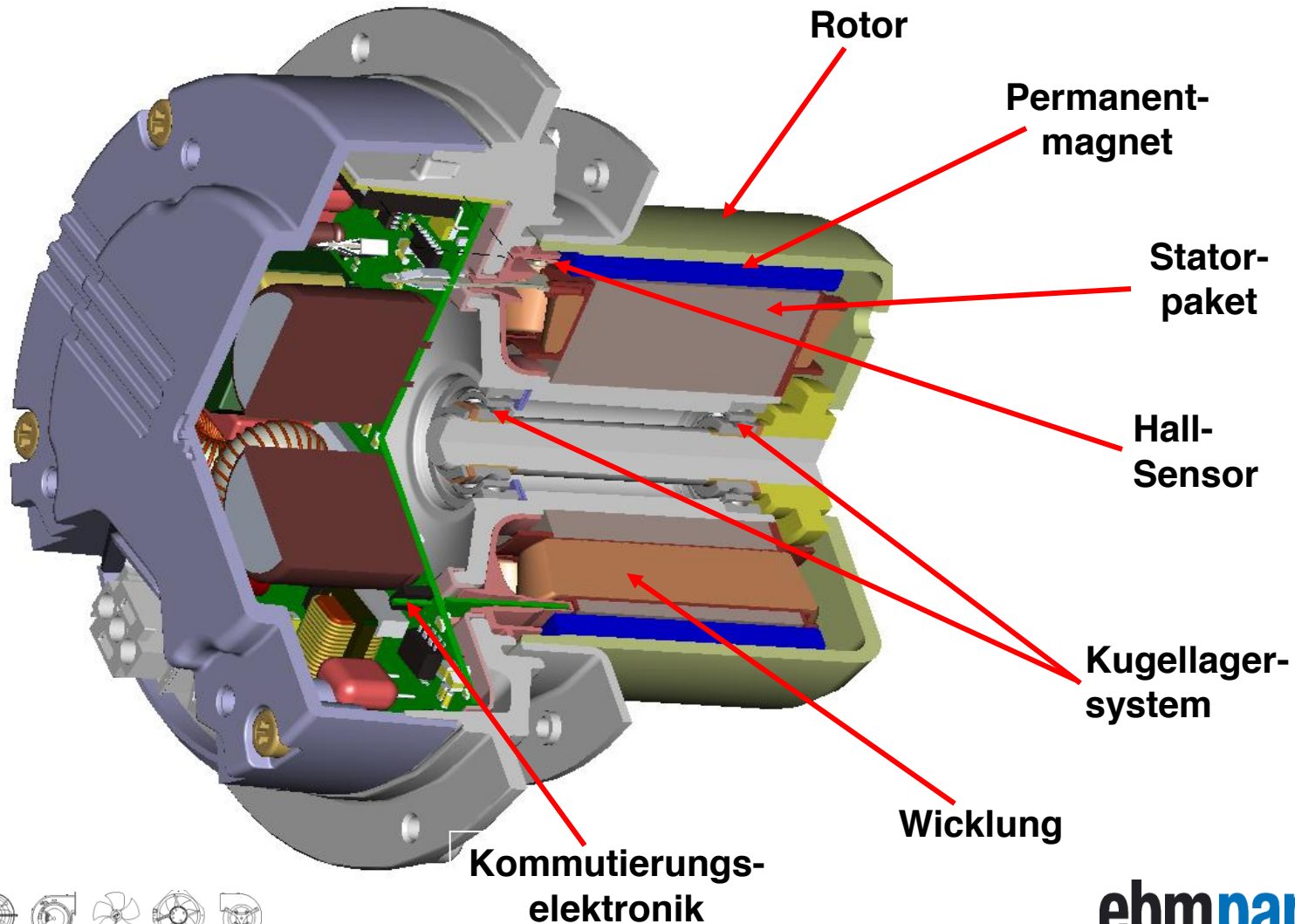


Energieeffizienz

Prinzip eines EC Motors

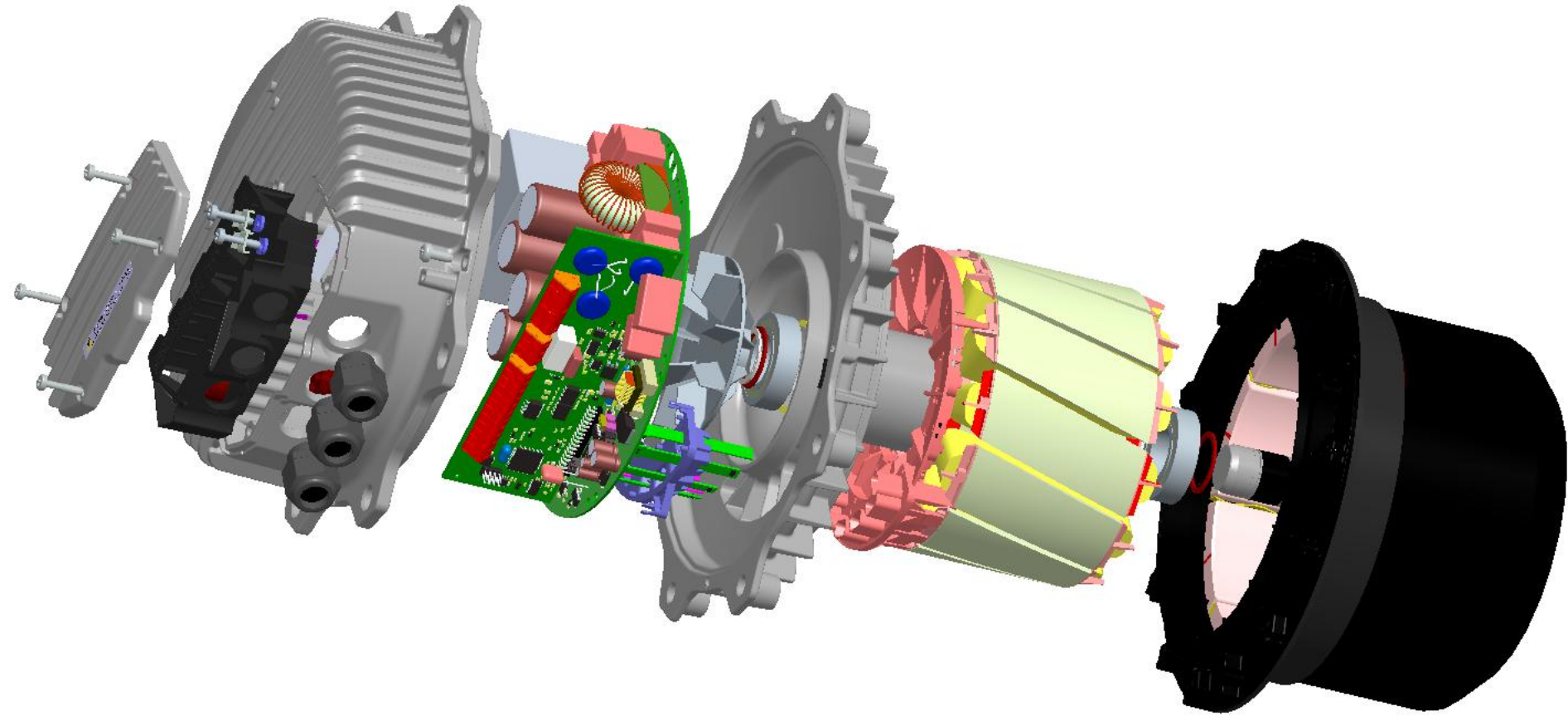


EC-Motor mit integrierter Elektronik



M3G150 – 3kW

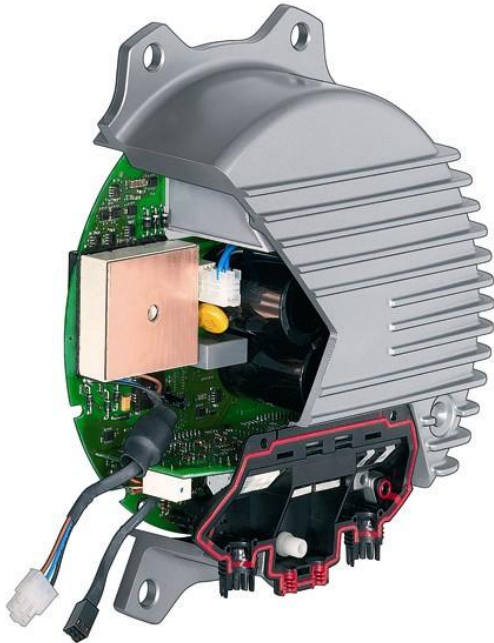
23.11.07



All rights reserved by ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG

ebmpapst

Technologie

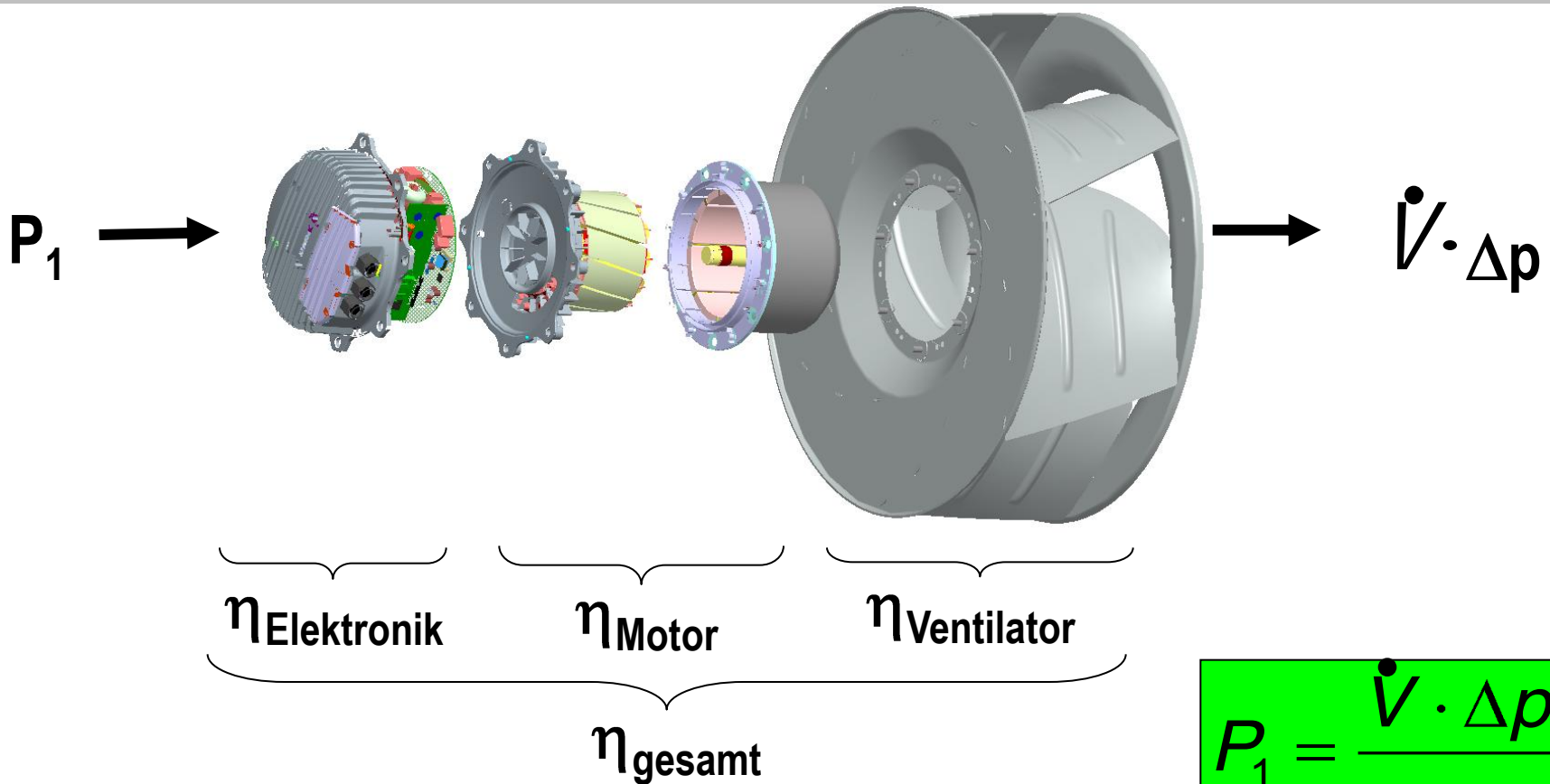


- die Kommutierungselektronik ist zusammen mit EMV und Netzfilter in den Motor integriert
- integrierter Motorschutz
- ⇒ kein zusätzlicher Verdrahtungsaufwand,
⇒ keine weiteren Komponenten nötig
- Motorkonstruktion und ein neues Kommutierungsverfahren garantieren minimale Vibrationen und geringes Geräusch
- hoher Wirkungsgrad η_{Mot} bis 90% (Motor inklusive Elektronik)
- Breitspannungseingang 1~200..277VAC oder 3~380..480VAC
- der Betrieb ist weltweit an 50 und 60Hz-Netzen mit dem gleichen Motor möglich
- anwendungsbezogene Anpassung der Ventilatorleistung durch integrierte Steuer- und Regelfunktionen für Ventilatoranwendungen (konstanter Druck oder konstantes Volumen)



Energieeffizienz

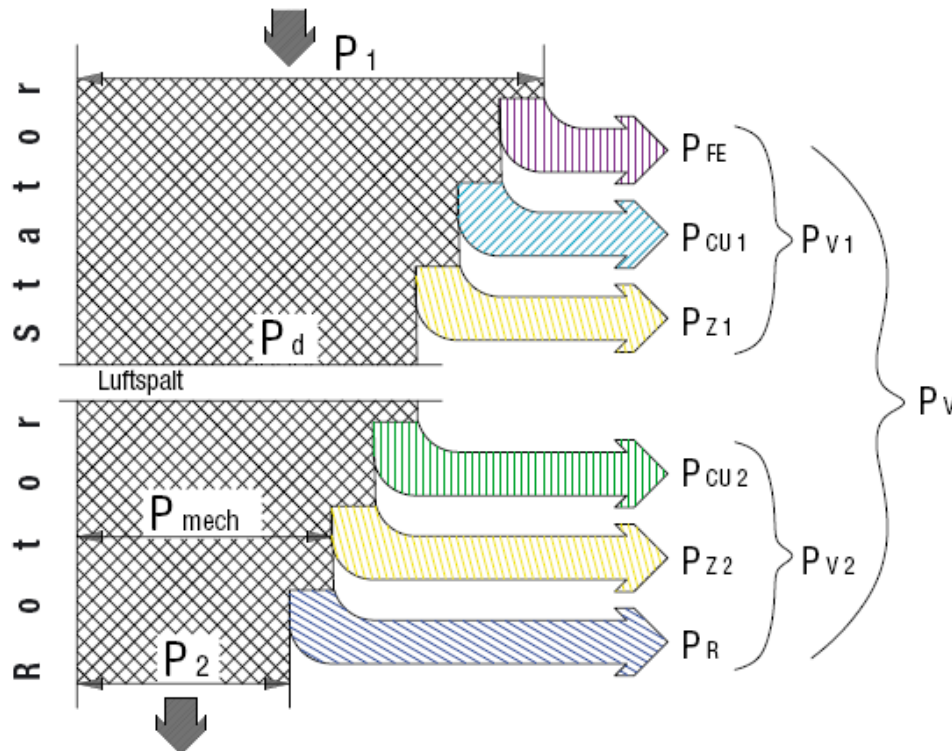
Wirkungsgrad eines EC Ventilators - Komponenten



$$P_1 = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p}{\eta_{\text{gesamt}}}$$



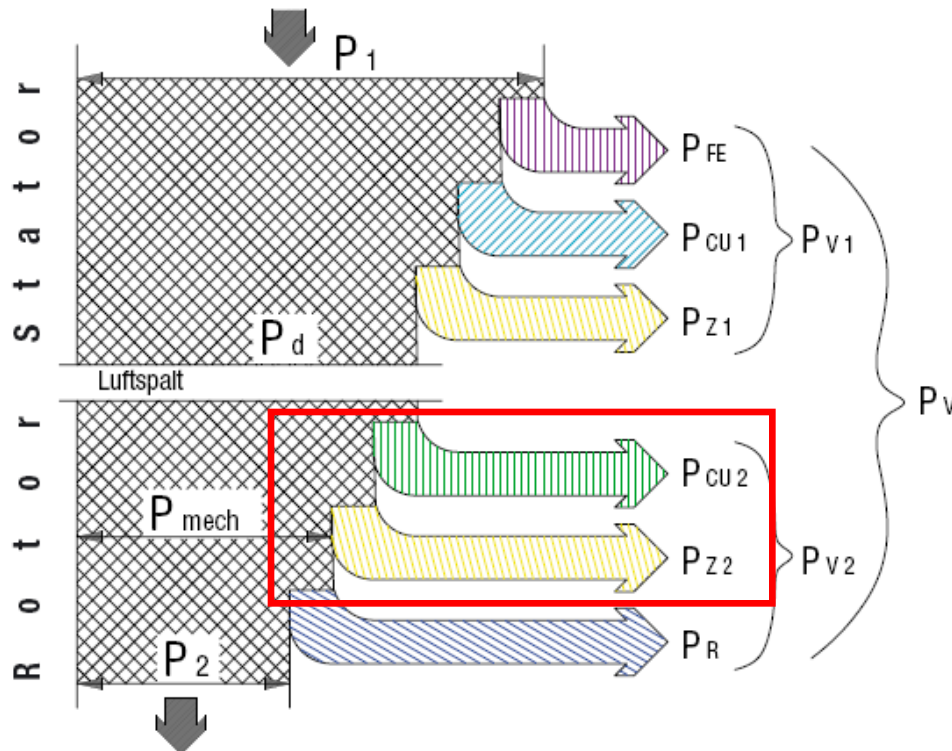
Aufteilung der Verluste im AC-Motor



- P_V = Gesamtverlustleistung
- P_{V1} = Leistungsverluste Stator
- P_{V2} = Leistungsverluste Rotor + mech.
- P_1 = **zugeführte Leistung**
- P_{FE} = Eisenverluste
- P_{CU1} = Kupferverluste Stator
- P_{Z1} = Zusatzverluste Stator
- P_{dr} = Drehfeldleistung (Stator)
- P_{CU2} = Kupferverluste Rotor (meist Alu)
- P_{Z2} = Zusatzverluste Rotor
- P_R = Reibungsverluste
- P_2 = **abgegebene Leistung**
(mechanische bzw. Wellenleistung)



Aufteilung der Verluste im AC-Motor

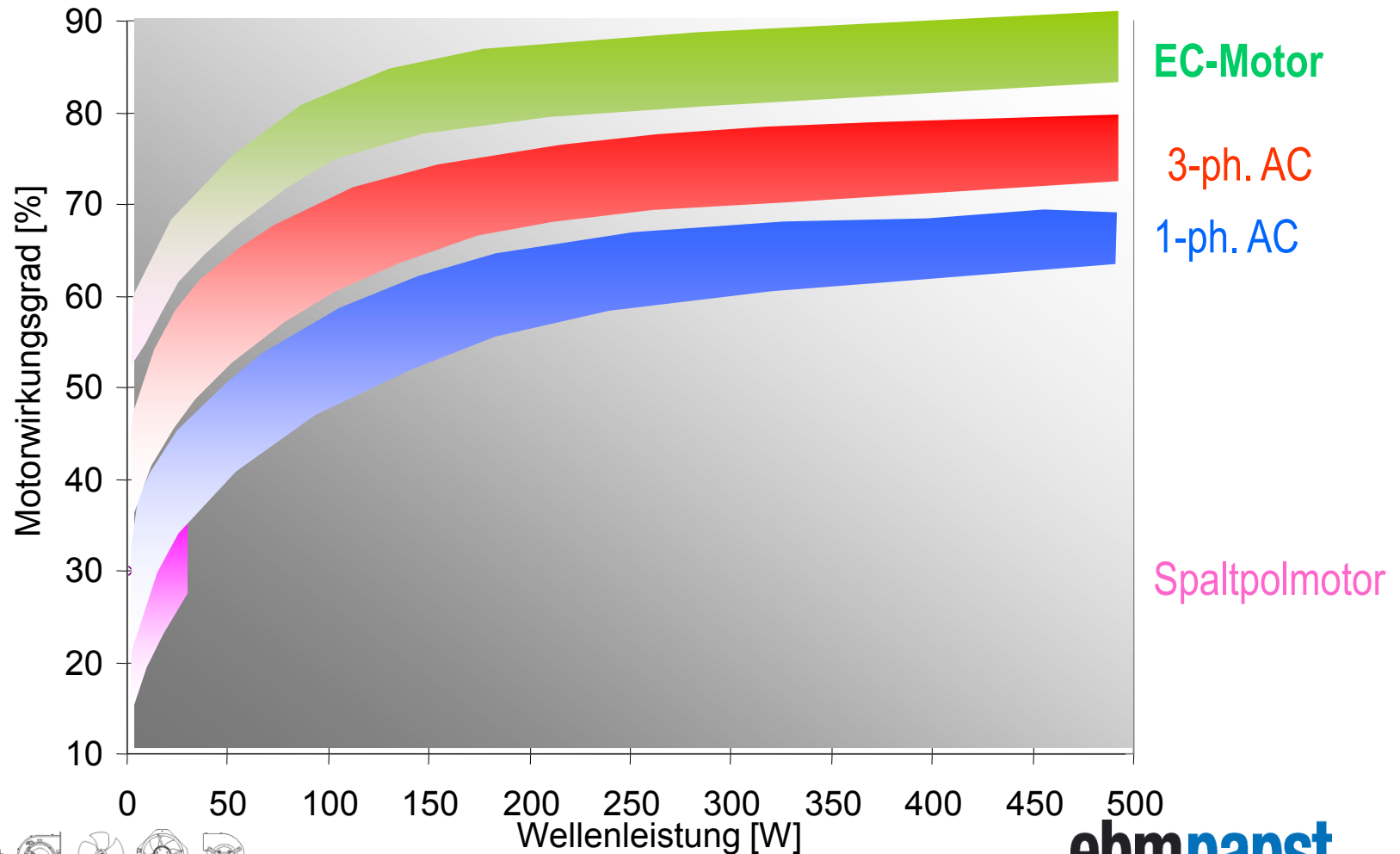


- P_V = Gesamtverlustleistung
- P_{V1} = Leistungsverluste Stator
- P_{V2} = Leistungsverluste Rotor + mech.
- P_1 = **zugeführte Leistung**
- P_{FE} = Eisenverluste
- P_{CU1} = Kupferverluste Stator
- P_{Z1} = Zusatzverluste Stator
- P_{dr} = Drehfeldleistung (Stator)
- P_{CU2} = Kupferverluste Rotor (meist Alu)
- P_{Z2} = Zusatzverluste Rotor
- P_R = Reibungsverluste
- P_2 = **abgegebene Leistung**
(mechanische bzw. Wellenleistung)

Spielen beim EC-Motor keine Rolle!

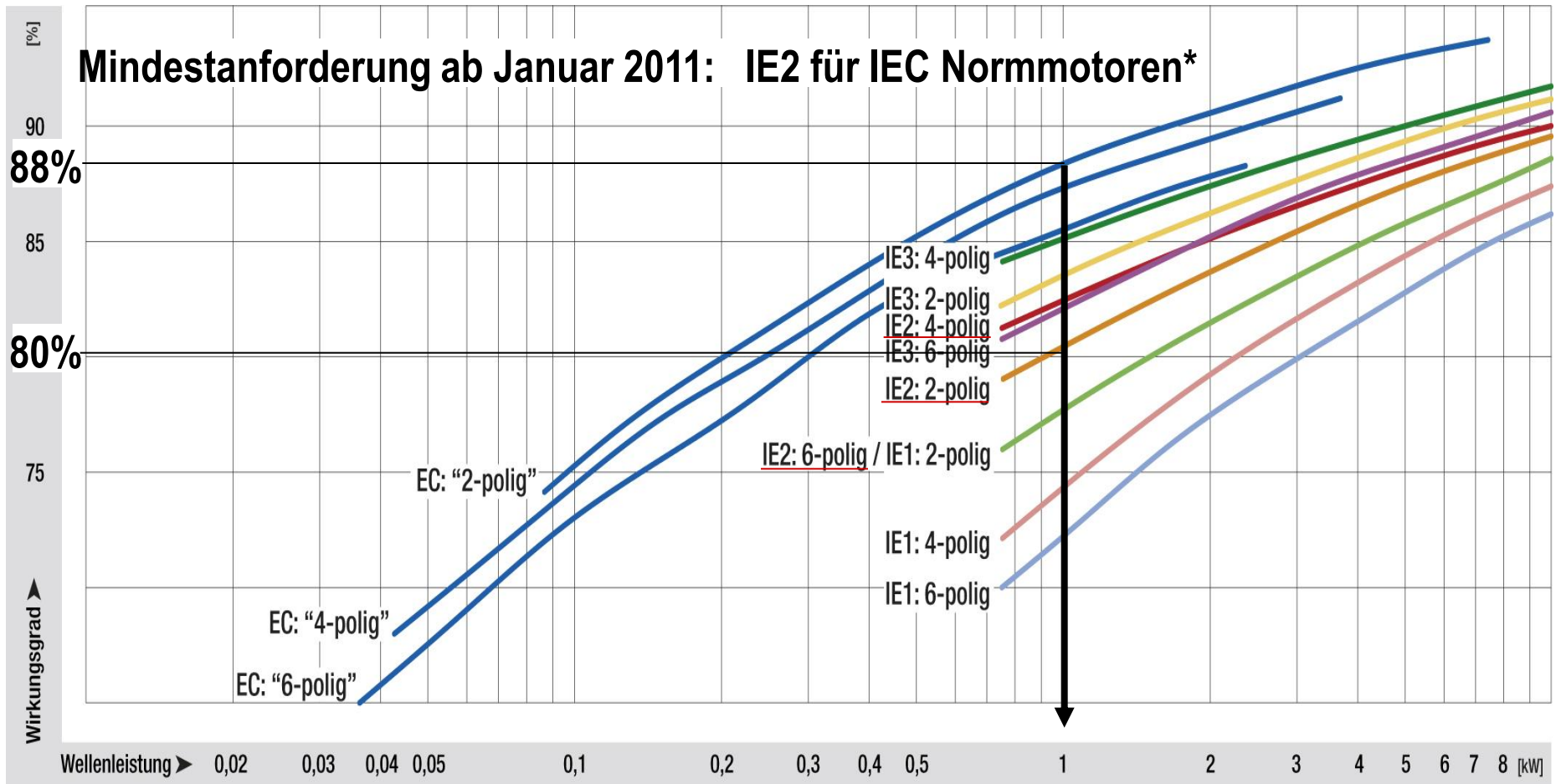


Wirkungsgradvergleich EC-AC



Energieeffizienz

Mindestanforderung an Motoren

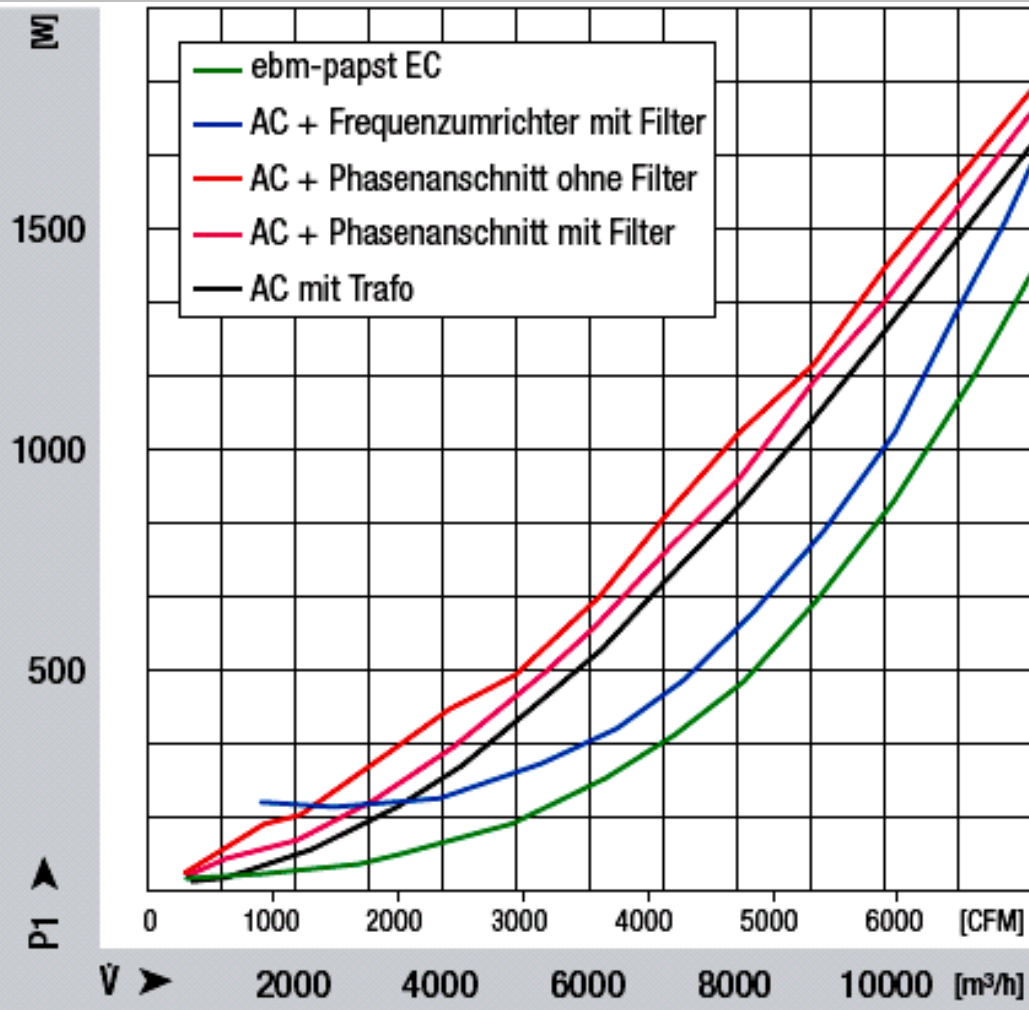


*Aus dem Arbeitspapier zur Ecodesign-Richtlinie 2005/32/EC für Motoren.



Aufnahmeleistung

Vergleich identischer Ventilatoren (Axial Ø 800) mit unterschiedlichen Antriebssystemen



Hohe Energieeinsparung

Der EC-Motor hat in jeder Drehzahl einen sehr hohen Wirkungsgrad.

Bei Nenndrehzahl ergibt sich eine Energieersparnis von ca. 10 %. Im geregelten Bereich ist die relative und absolute Ersparnis noch deutlich größer.

Berechnung der jährlichen Kostenersparnis:

$$K_e = E_e \times E_k \times L_z$$

K_e = Kostenersparnis [€] pro Jahr

E_e = Leistungseinsparung [kW]

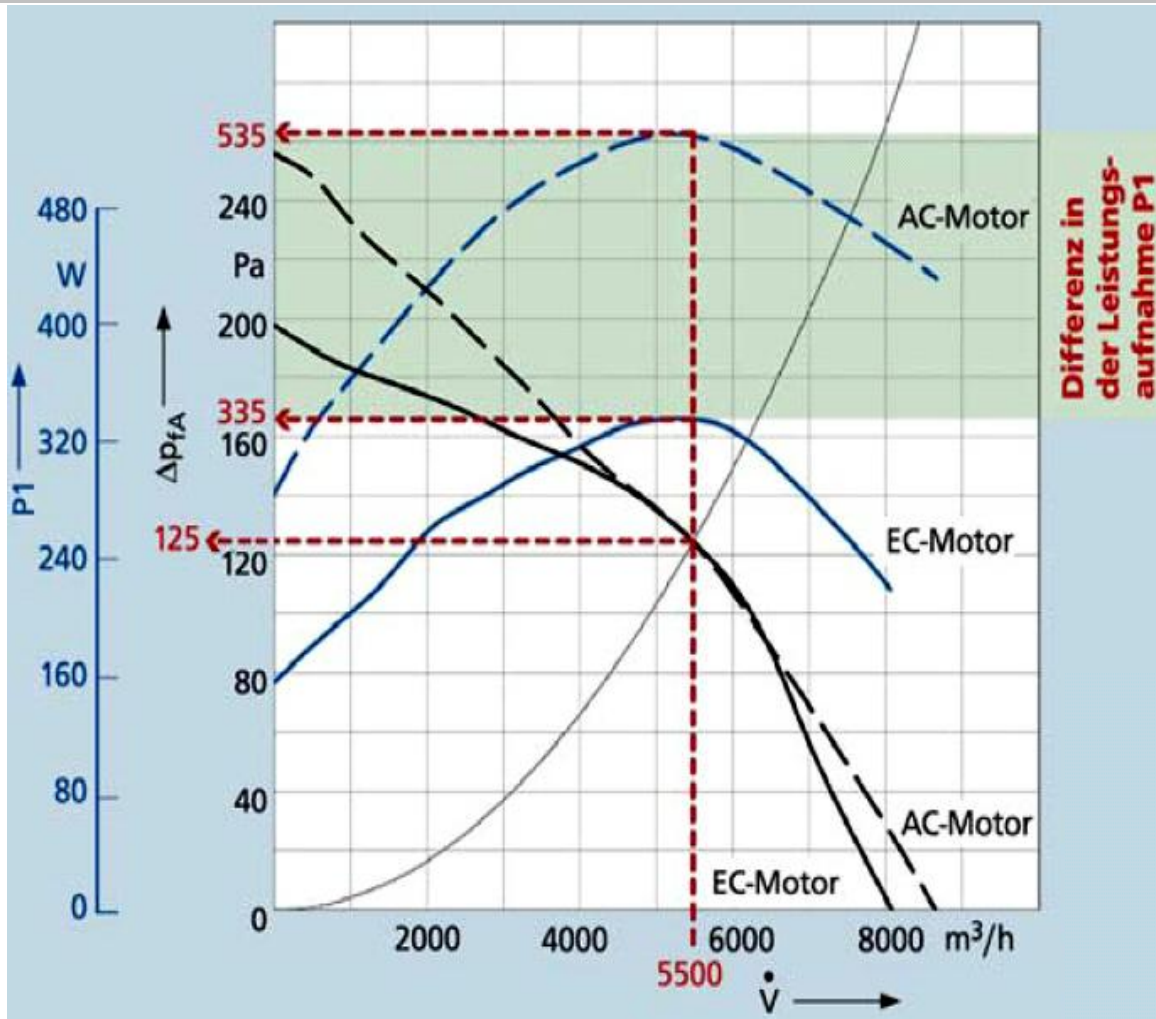
E_k = Energiekosten [€/kWh]

L_z = Laufzeit [h/Jahr]



Aufnahmeleistung

Vergleich identischer Ventilatoren (Radial Ø 630) mit unterschiedlichen Motoren



Differenz in
der Leistungs-
aufnahme P1

Die Grafik zeigt einen Vergleich zwischen einem EC- und einem AC-Ventilator im selben Auslegungspunkt von $5.500 \text{ m}^3/\text{h}$ bei einer Pressung von 125 Pa .

Das Ergebnis: Der Unterschied in der Leistungsaufnahme beträgt ca. 200 W .

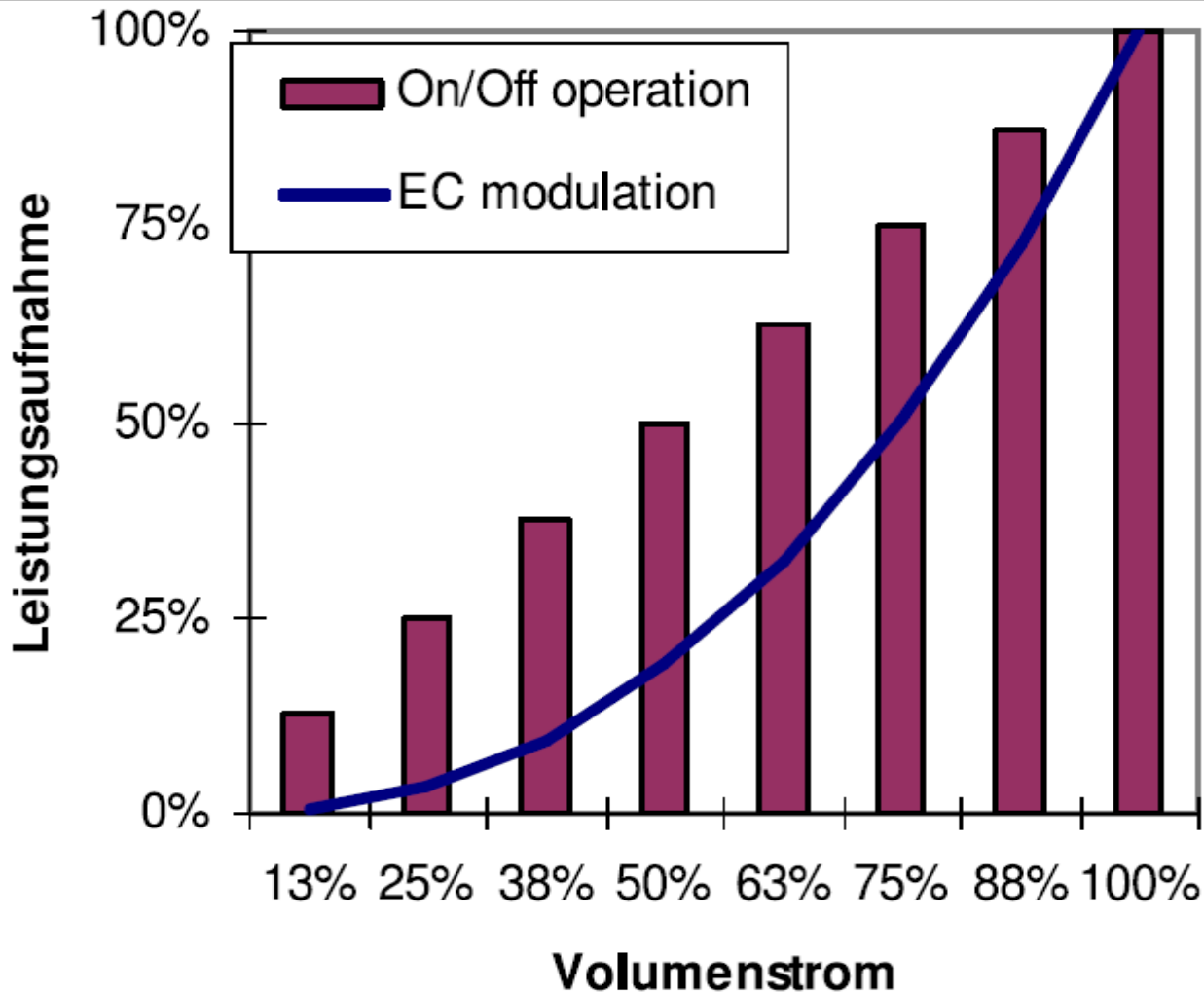
Bei einer angenommenen Betriebsdauer von 2.000 h/a und Energiekosten in Höhe von $0,17 \text{ €/kWh}$ ergibt dies eine Einsparung von knapp 70 € .

Hinzu kommt außerdem eine Reduktion der CO_2 -Emissionen durch den geringeren Stromverbrauch – ein weiterer Beitrag zum Klimaschutz.



Reduzierung der Aufnahmeleistung

durch Ventilatorabschaltung bzw. Drehzahlabenkung



$$P_1 \sim n^3$$

Beispiel:

8 Ventilatoren je 100W -> 800W
Die Vorgabe lautet „halber
Volumenstrom.“

4 Stück abschalten -> **400W**

oder

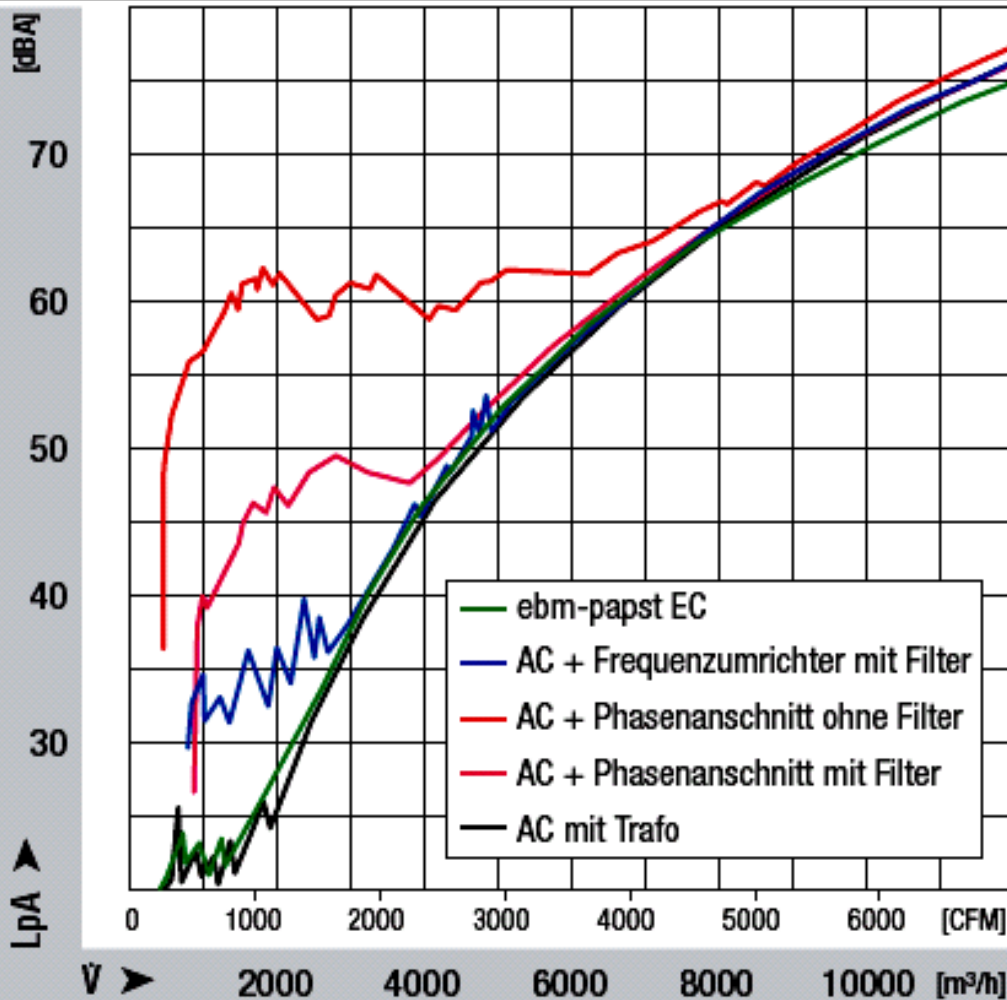
alle 8 mit halber Drehzahl

$\frac{1}{2} n \rightarrow P_1 / 8 \rightarrow$ **100W**



Geräusche

Vergleich identischer Ventilatoren mit unterschiedlichen Motoren



Extrem leise

Kein Motorgeräusch über den gesamten Drehzahlbereich.

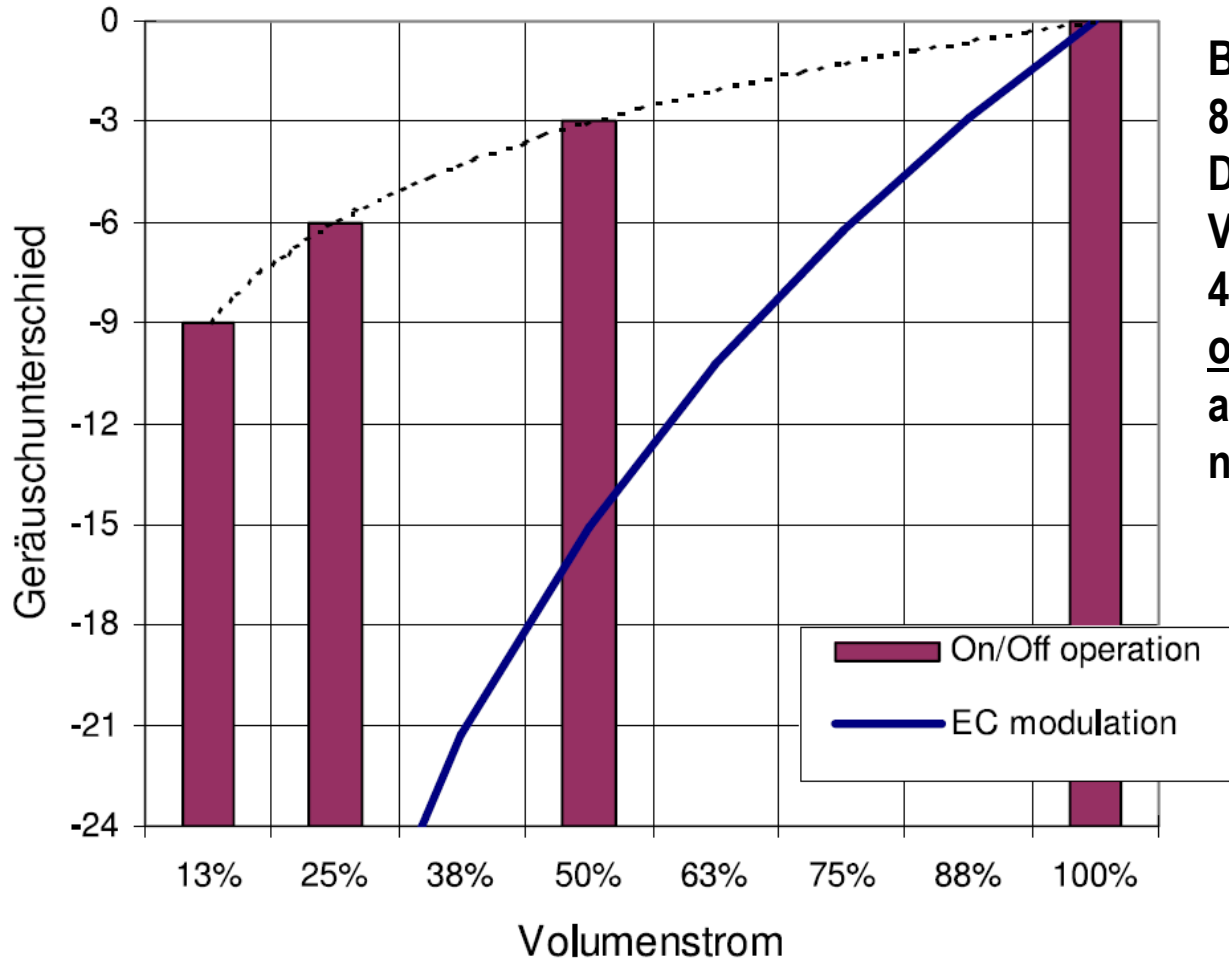
Damit kann bei hohem Kältebedarf Spitzenlast gefahren werden. Bei niedrigem Kältebedarf, z.B. während der Nacht, können sehr niedrige Drehzahlen für den geräuscharmen Betrieb gewählt werden.

Die bei FU-Betrieb typischen Resonanzen oder das "Phasenanschnitt-Brummen" gibt es prinzipbedingt nicht.



Geräuschreduzierung

durch Ventilatorabschaltung bzw. Drehzahlabenkung



Beispiel:

8 Ventilatoren

Die Vorgabe lautet „halber
Volumenstrom.“

4 Stück abschalten -> **-3dB**

oder

alle 8 mit halber Drehzahl
nach bekannter Formel

-15dB

$$\Delta L_p \text{ [dB]} = 50 \times \lg (n_1/n_2)$$

All rights reserved by ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG

ebmpapst

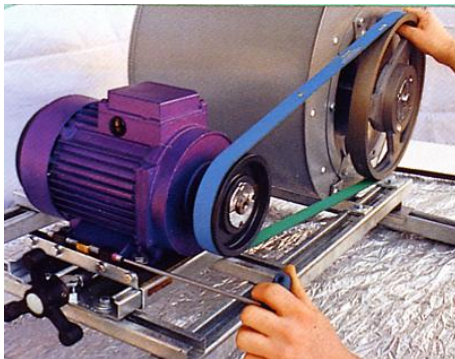
Bauarten

Gehäuseventilator mit vorwärtsgekrümmten Laufrad im Spiralgehäuse

Eigenschaften:



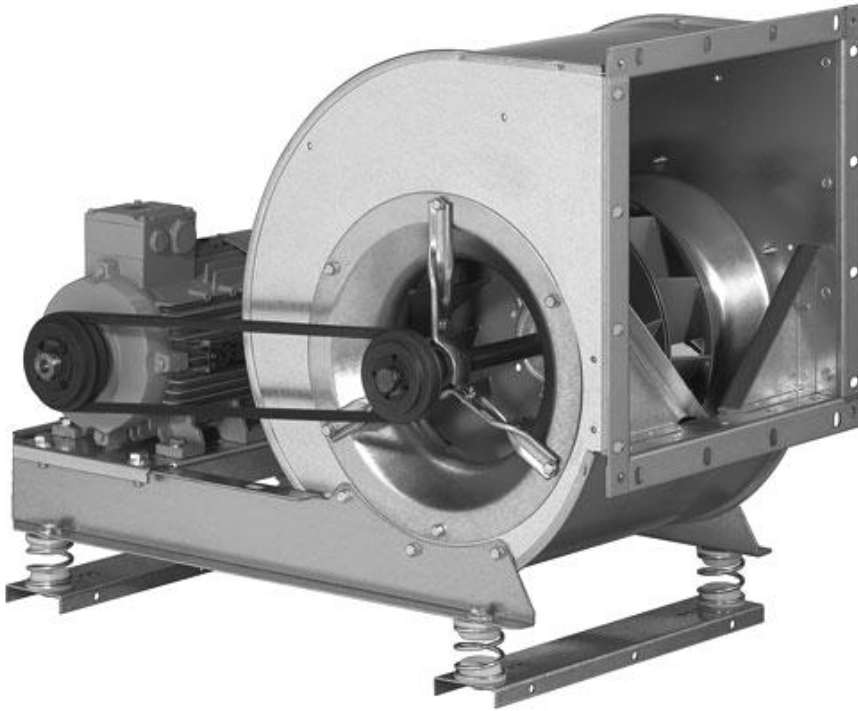
- **Antrieb über Normmotor mit Riemen**
- **wartungsintensiver Riemen**
- **sehr aufwendige Reinigung**
- **hoher dynamischer Druckanteil**
- **stat. Laufradwirkungsgrad bis 50 %**



All rights reserved by ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG

Bauarten

Gehäuseventilator mit rückwärtsgekrümmten Laufrad im Spiralgehäuse



Eigenschaften:

- **Antrieb über Normmotor mit Riemen**
- **wartungsintensiver Riemen**
- **aufwendige Reinigung**
- **hoher dynamischer Druckanteil**
- **stat. Laufradwirkungsgrad 60 bis 65 (teilweise auch höher)**



Bauarten

EC-Freiläufer mit rückwärtsgekrümmten Laufrad



Quelle: Wolf GmbH

Eigenschaften:

- **Direktgetriebener EC Radialventilator**
- **Keine Wartung**
- **einfache Reinigung**
- **geringer dynamischer Druckanteil**
- **stat. Laufradwirkungsgrad bis 75 %**

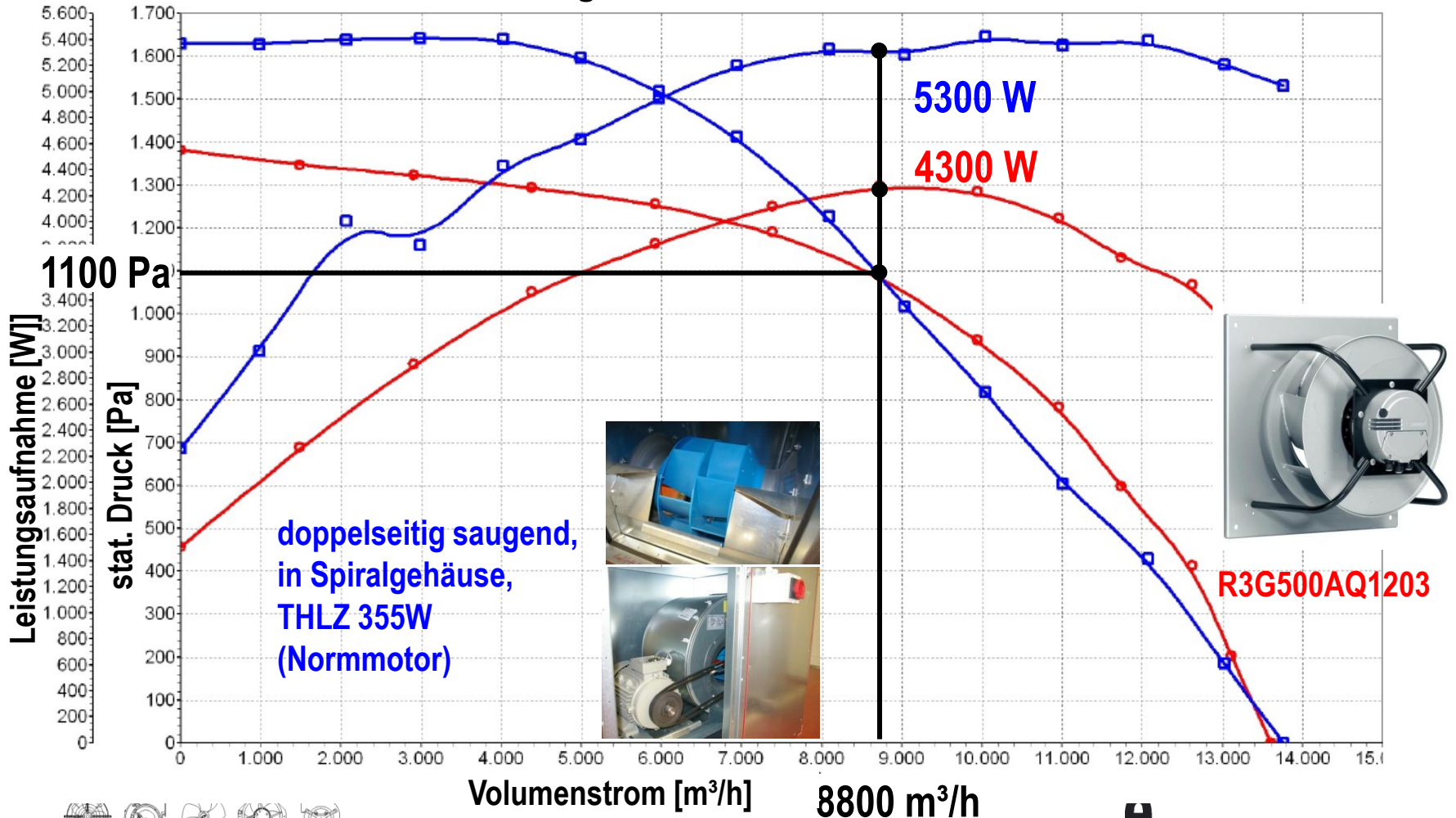


All rights reserved by ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG

EC-Technik: Kennlinienvergleich

EC-Freiläufer zu Gehäuseventilator (rückwärts gekrümmt)

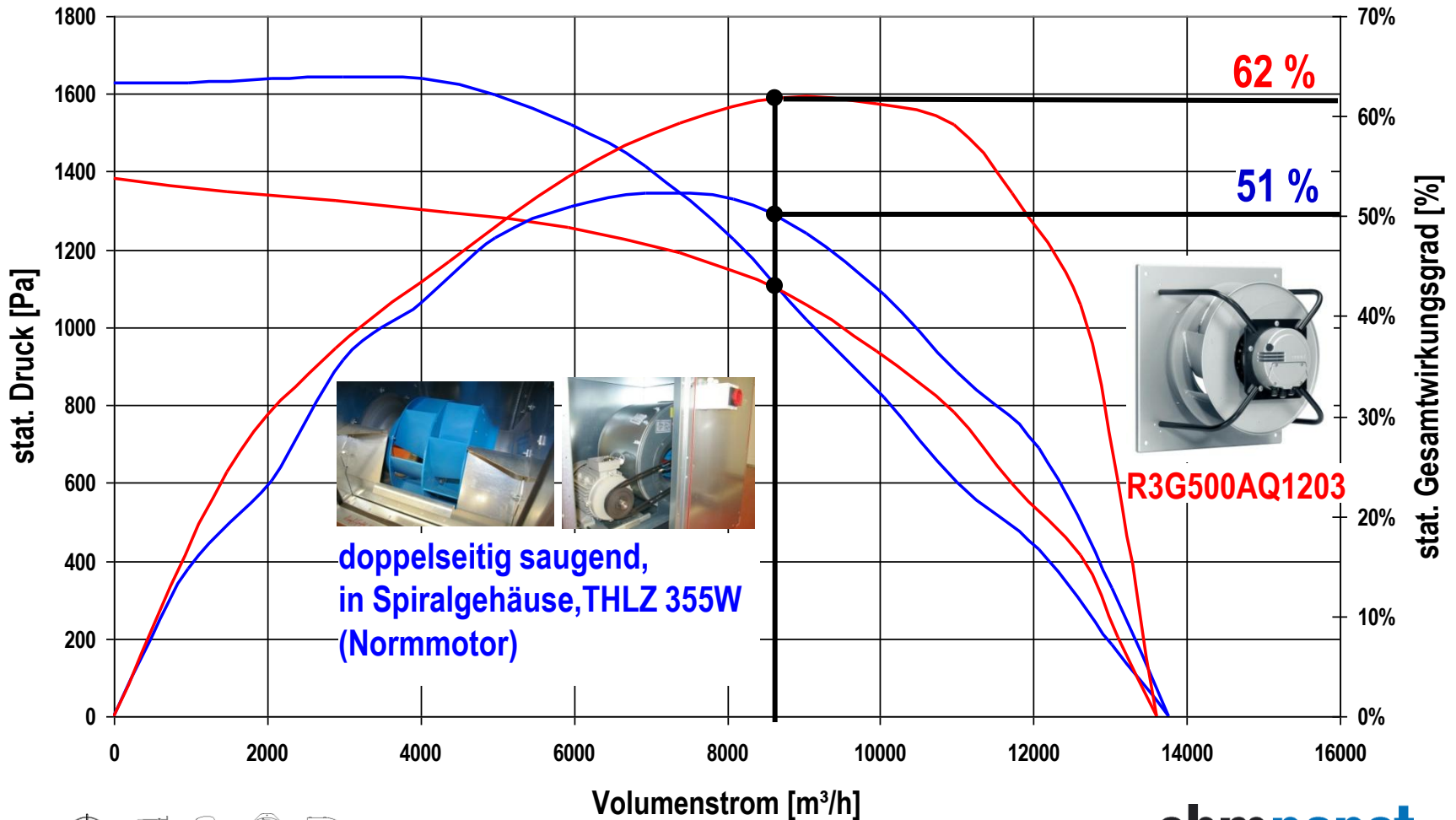
Leistungsaufnahme



EC-Technik: Kennlinienvergleich

EC-Freiläufer zu Gehäuseventilator (rückwärts gekrümmt)

stat. Gesamtwirkungsgrad (inkl. Motor)



doppelseitig saugend,
in Spiralgehäuse, THLZ 355W
(Normmotor)



R3G500AQ1203



EC-Technik : Neue EC Radialventilatoren

Betrieb und Wartung

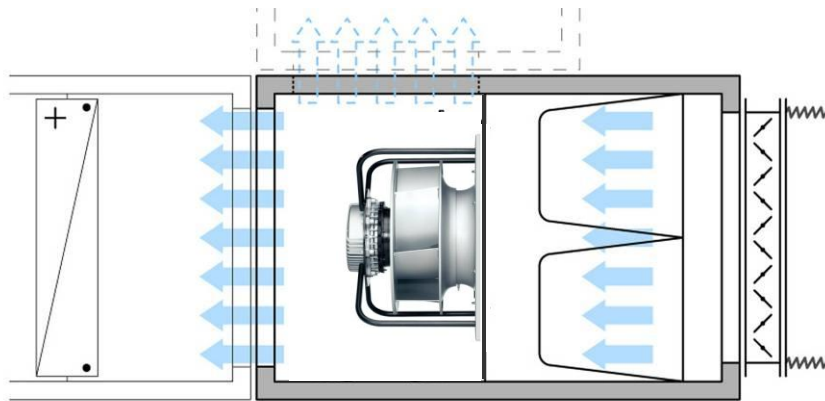


- Lebensdauer L_{10} bei 40°C \Rightarrow mind. 40 000 h
- keine Wartung notwendig (wie z.B. bei Riemenantrieb)
- einfacher Austausch möglich (Befestigung mit wenigen Schrauben bzw. Klemmkontakte)
- schneller Ersatz durch kurze Lieferzeiten

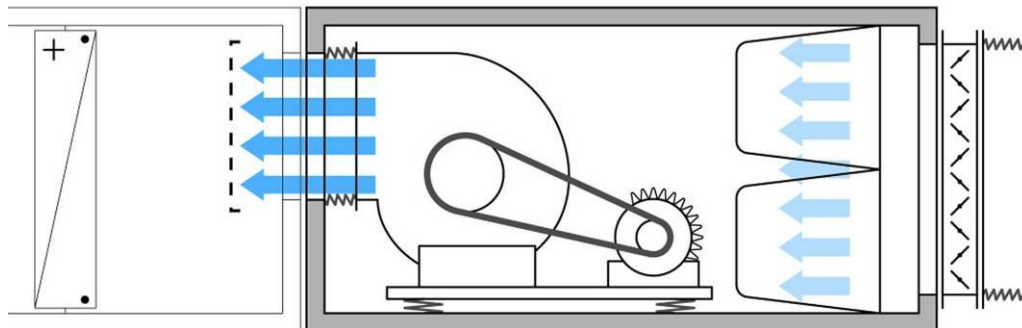


EC-Technik : Neue EC Radialventilatoren

Größenvergleich



mit EC Radialventilator



bisher

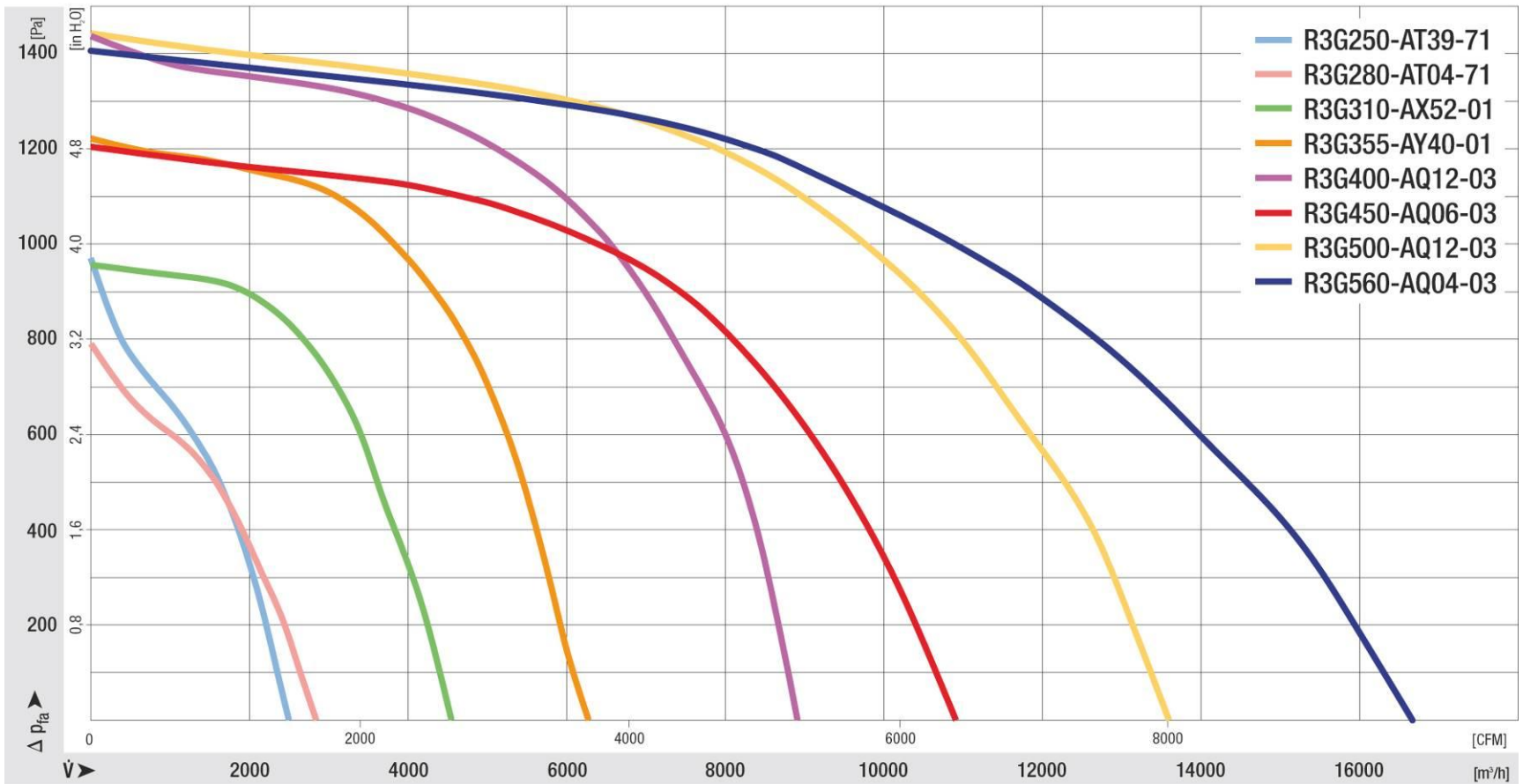
=> Kürzere Geräte , geringerer Platzbedarf



EC-Technik : Neue EC Radialventilatoren

Der Leistungsbereich

Kennlinienübersicht netzgespeicher EC Radialventilatoren rückwärts gekrümmt



EC-Technik : Neue EC Radialventilatoren

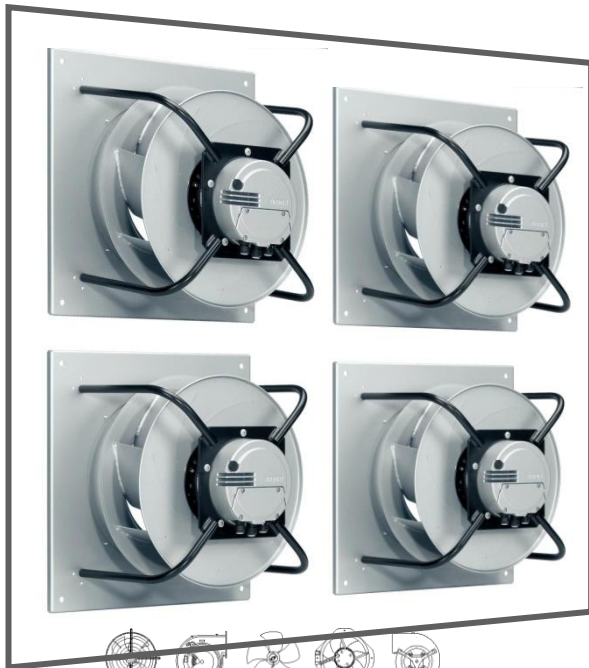
Fan Wall



Realisierung von höheren Volumenströmen

=> 2 x 10 000 m³/h bei 1000 Pa möglich

=>20 000 m³/h



=> 4 x 10 000 m³/h bei 1000 Pa möglich

=>40 000 m³/h

Vorteil: extrem kurze Bautiefe



EC-Technik : Neue EC Radialventilatoren

Systemvergleich



EC Lösung



+



+



AC Lösung

Kundennutzen der EC Lösung:

200-277 V, 50/60 Hz => Leistungen bis 0,75 kW

380-480 V, 50/60 Hz => Leistungen 1 bis 6 kW

=> ein Ventilator für unterschiedlichste Netze

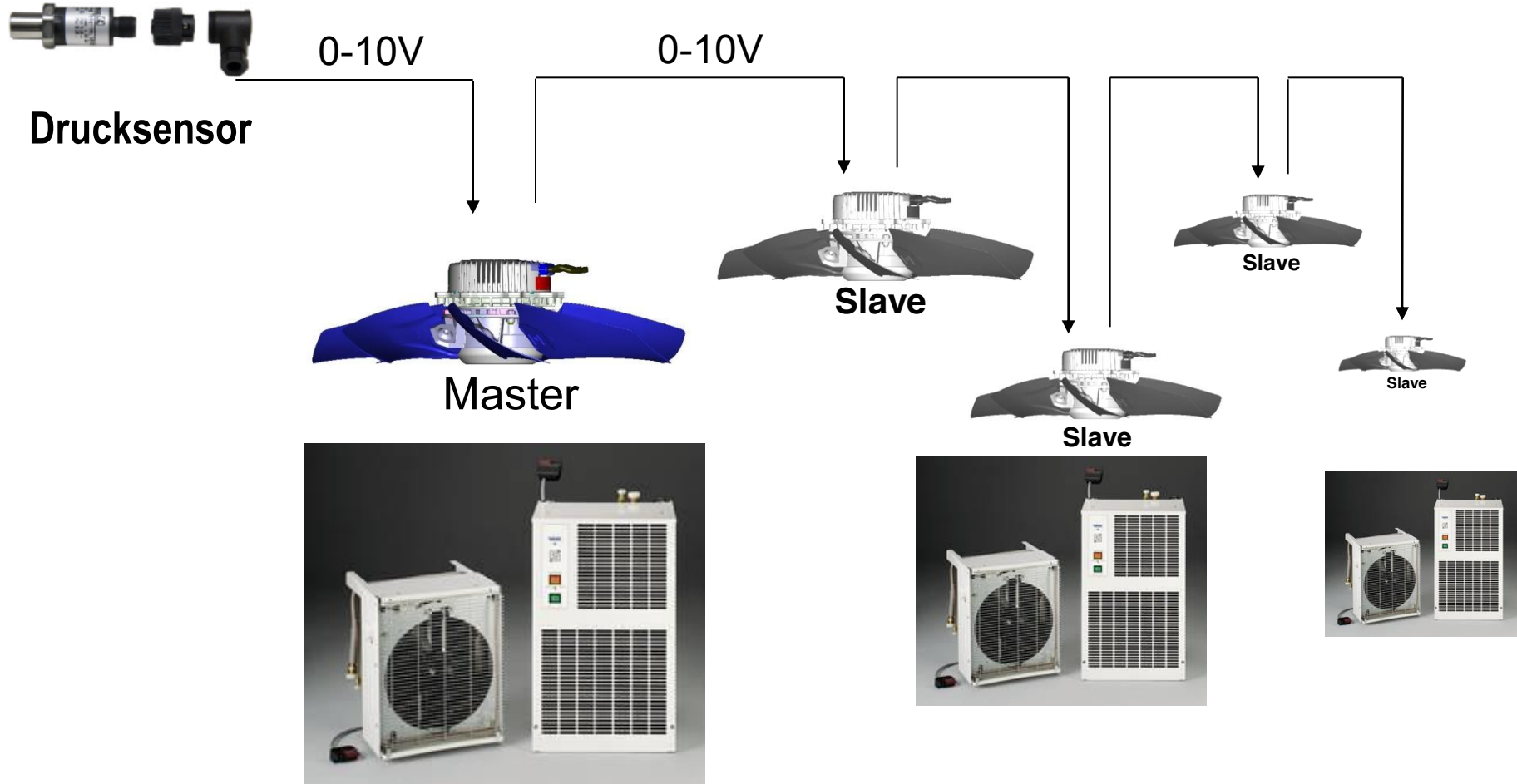
=> ein Ansprechpartner

=> optimaler Systemwirkungsgrad



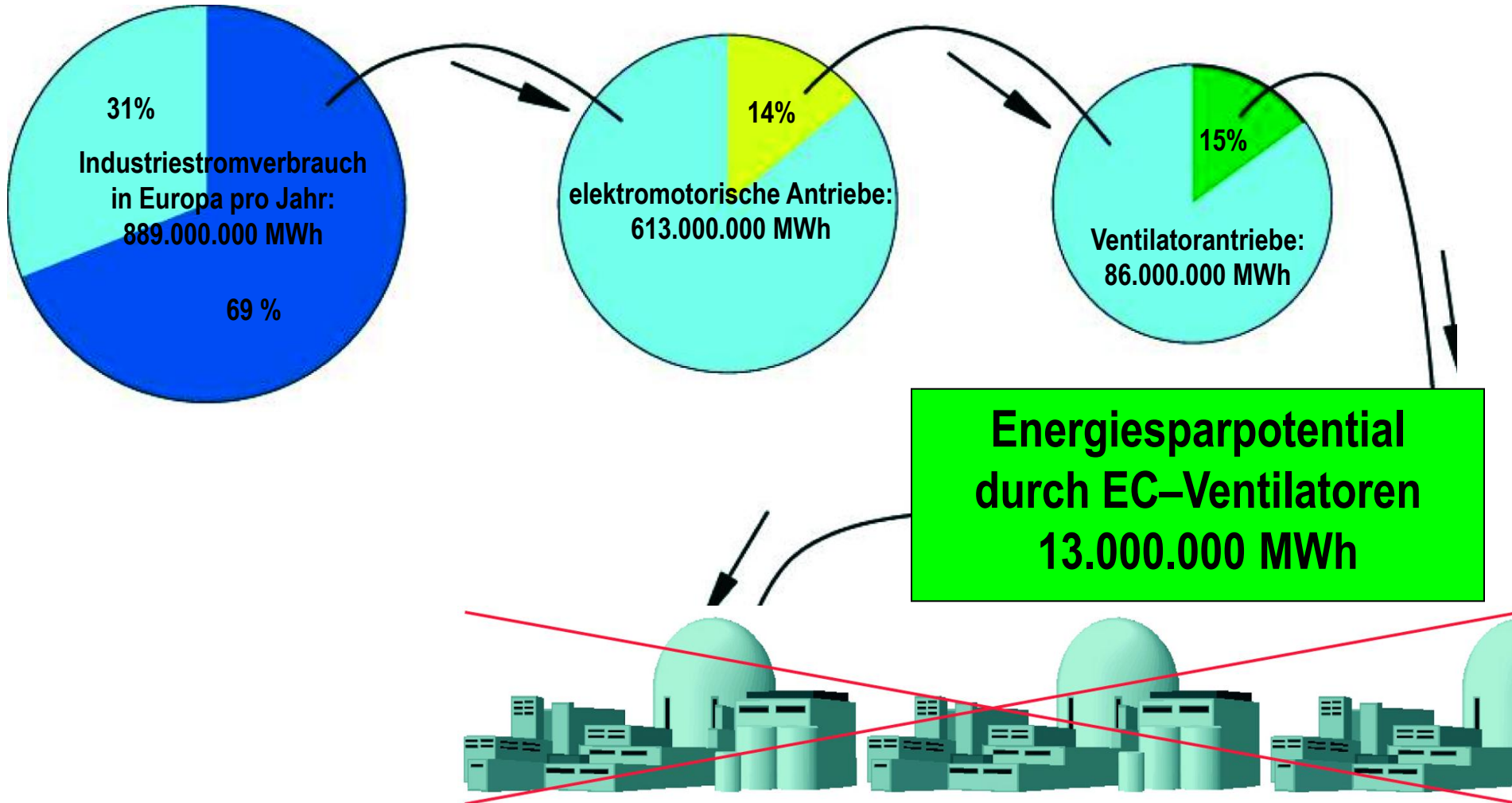
Beispiel – integrierte Regelfunktion

Druckregelung mit Master- Slave Steuerung



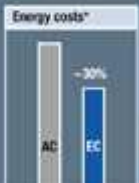
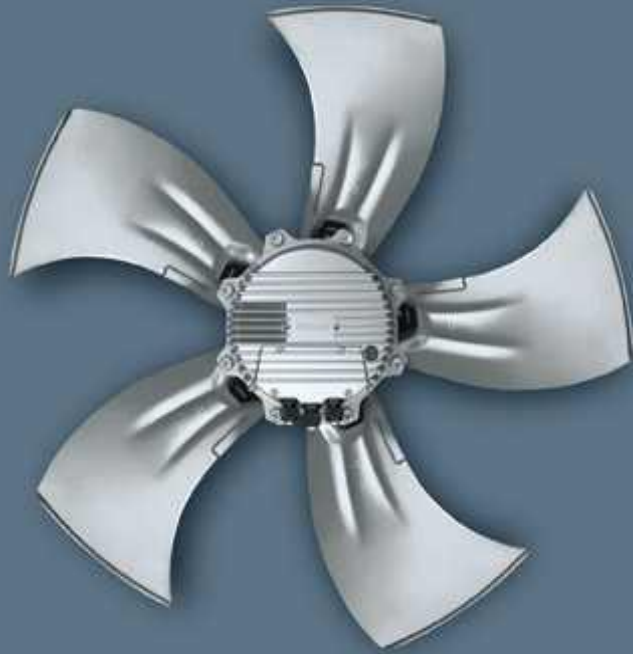
Energieeffizienz

Einsparpotentiale bei Ventilatoren

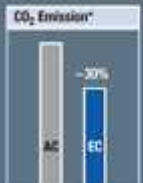


Switch on.

Switch off.



* Detailed calculations on our website
■ conventional technology
□ ebmpapst EC technology



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



ebmpapst