



Gesamtenergiebilanz im Antriebsstrang - Die Applikation entscheidet

Carsten Krieger

Siemens AG

- **Motivation**
- **Gesamtenergiebilanz: Wirkungsgradketten**
- **Wirkungsgradgesteigerte Motoren**
- **Variable Drehzahlen**
- **Feste Drehzahlen**
- **Applikationsbeispiel Wasserversorgung**
- **Energiemanagement**
- **Zusammenfassung und Ausblick**

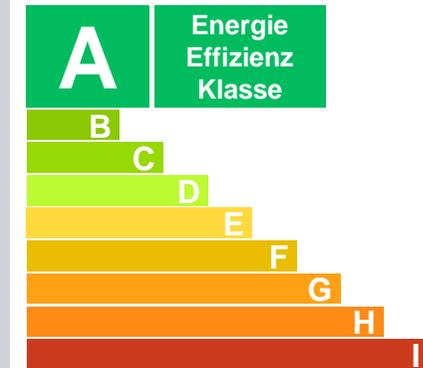
Motivation



Energiekosten (Strom)
für die Industrie



Ressourcenverknappung (z.B. Öl)



gesetzliche Vorgaben



Umweltschutz

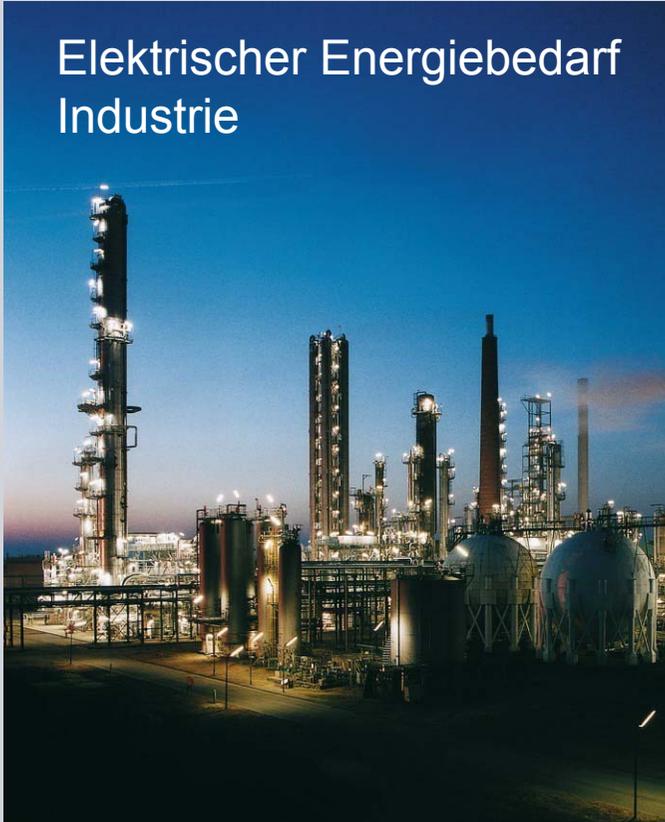


CO₂-Trading

Viele Gründe
sprechen für
Energieeffizienz

Industrieller elektrischer Energieverbrauch

Elektrischer Energiebedarf
Industrie



70%
Elektromotoren

- Bedarf senken
- Produktivität steigern
- Herstellkosten senken
- Wettbewerbsvorteile schaffen

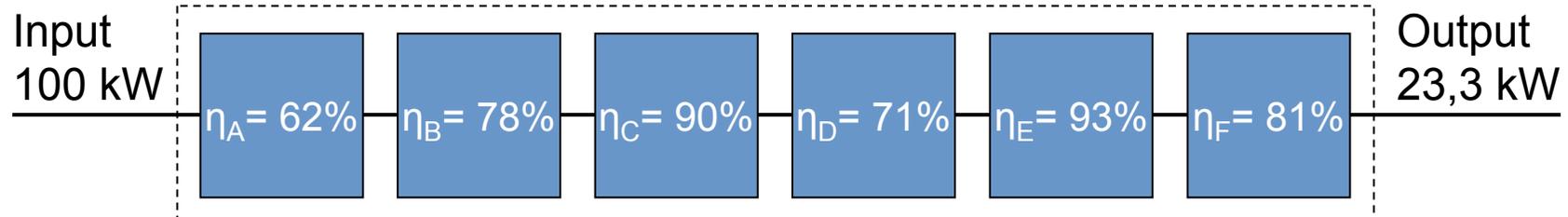
+



30%
Rest
(Beleuchtung, IT...)

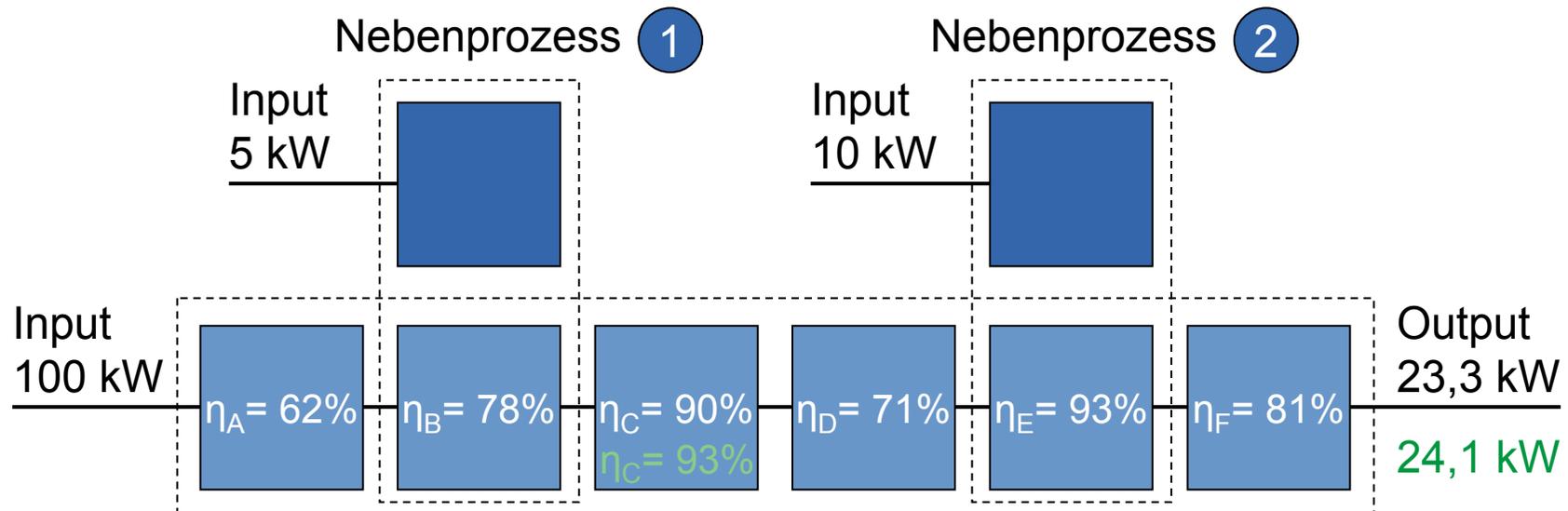
In der Industrie entfallen ca. 70% des elektrischen Energiebedarfs auf elektromotorische Antriebe

Gesamtenergiebilanz: Wirkungsgradketten



Um den Gesamtwirkungsgrad nachhaltig zu steigern, ist eine Analyse des kompletten Prozesses notwendig. Einzelelementbetrachtungen sind tabu!

Gesamtenergiebilanz: Wirkungsgradketten

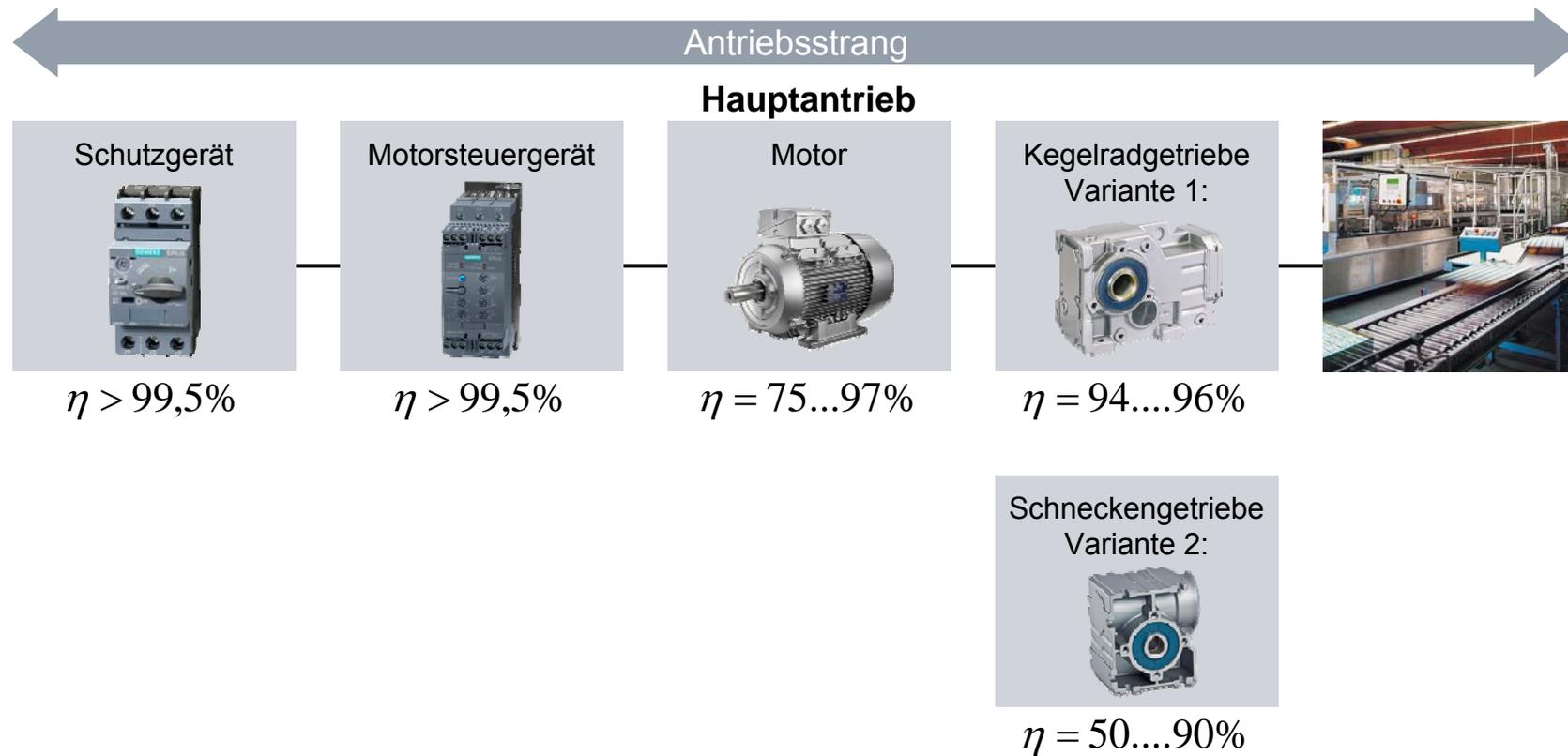


$$\eta_{\text{Gesamt}} = \frac{23,3 \text{ kW}}{(100 \text{ kW} + 5 \text{ kW} + 10 \text{ kW})} = 20,3\% \quad \eta_{\text{Gesamt}} = \frac{24,1 \text{ kW}}{(100 \text{ kW} + 5 \text{ kW} + 10 \text{ kW})} = 21,0\%$$

Nebenprozesse gehören zu einer Gesamtenergiebetrachtung

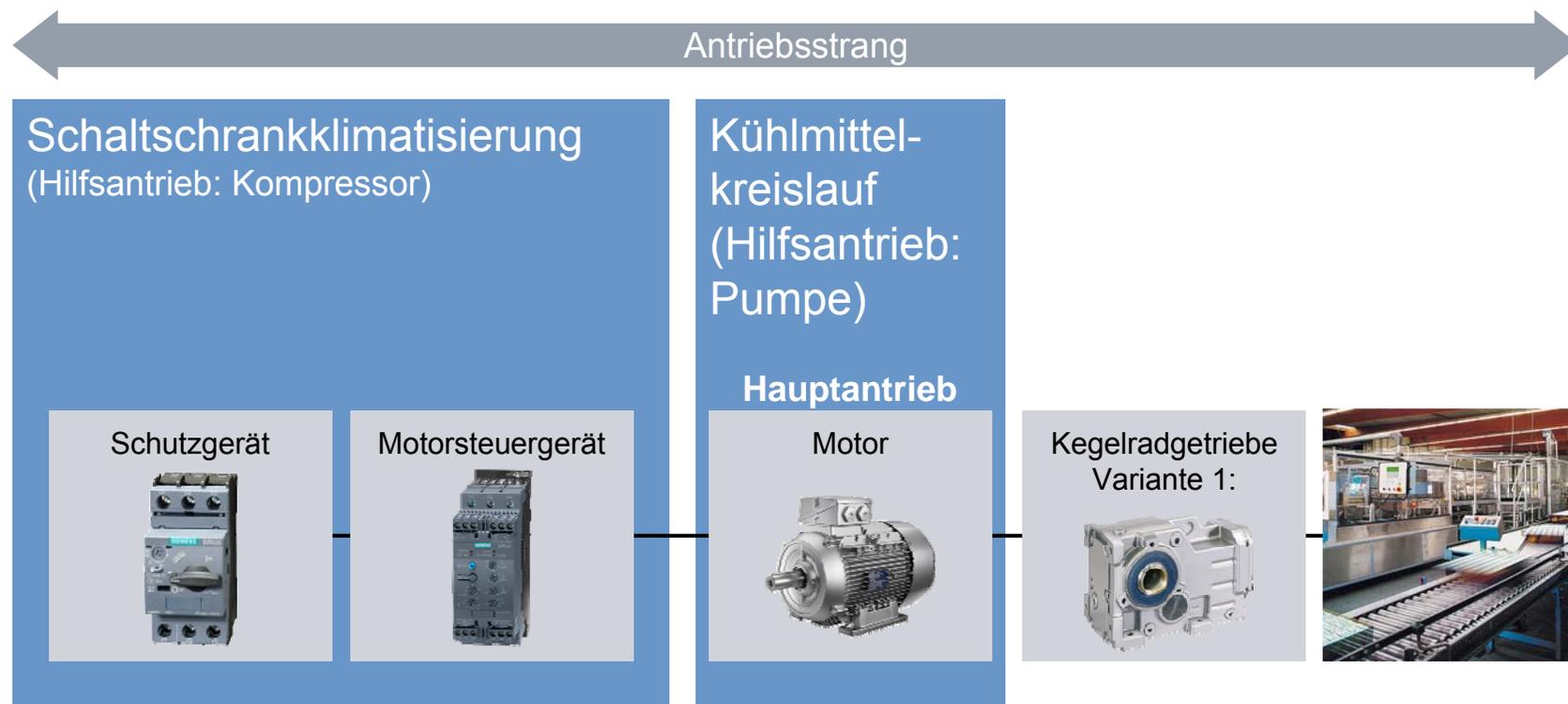
Antriebsstrang: Hauptantriebe

Beispielhafte, typische Wirkungsgrade



Der Motor ist nur einer von vielen Hebeln im Antriebsstrang

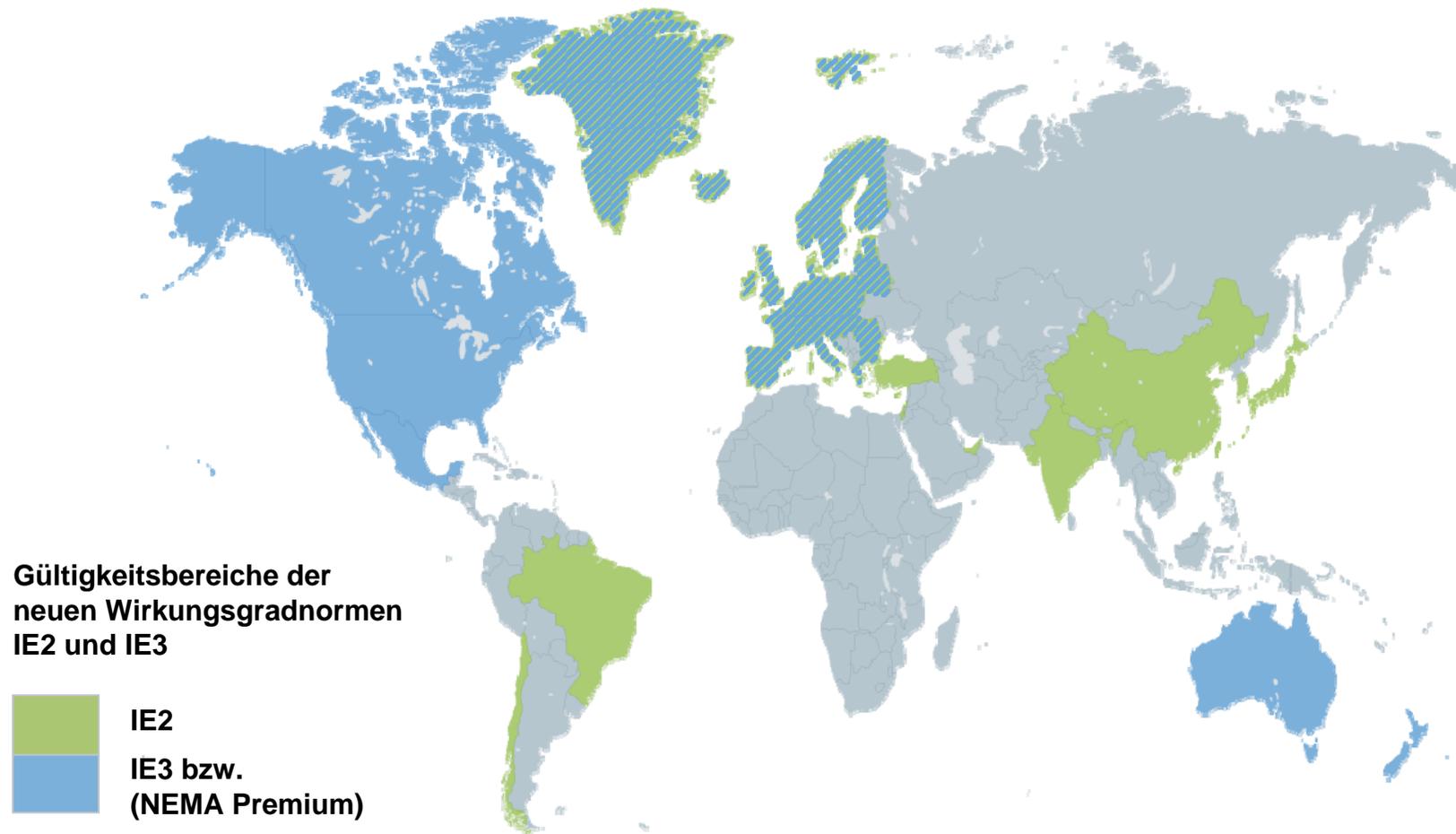
Antriebsstrang: Hilfsantriebe



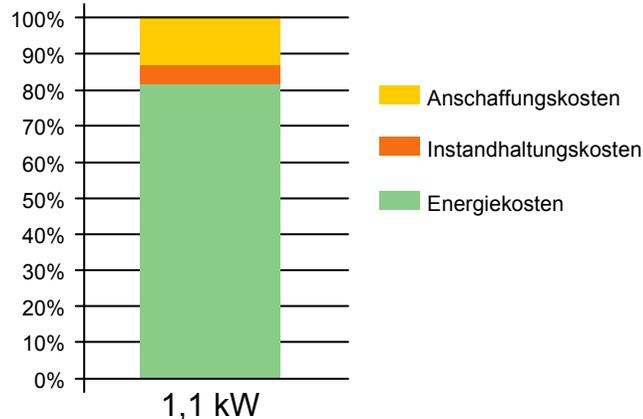
Hilfsantriebe finden sich in den Nebenprozessen. Diese sind notwendig, um einen reibungslosen Ablauf der Applikation sicher zu stellen. Oftmals steckt genau hier ein großes Energiesparpotential.

Wirkungsgradgesteigerte Motoren

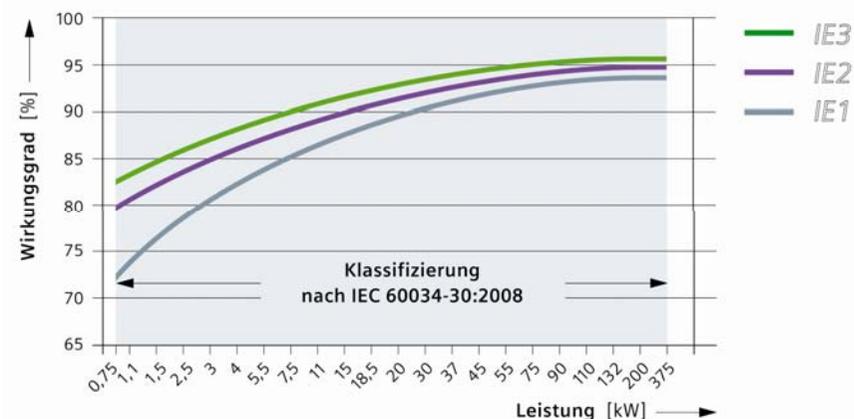
Weltweit geltende Normen und gesetzliche Anforderungen – heute und in naher Zukunft



Wirkungsgradgesteigerte Motoren



Typische prozentuale Aufteilung von Motor-Lebenszykluskosten nach Bemessungsleistung



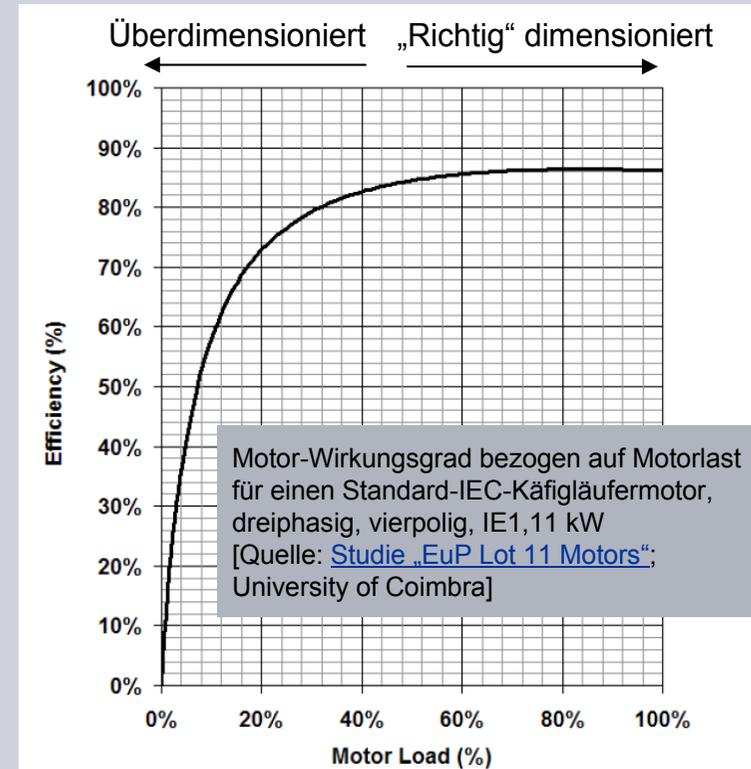
Wirkungsgradklassifizierung von Asynchronmotoren nach IEC 60034-30:2008

<u>Motor & Betriebsbedingungen</u> *	<u>Energiekosten</u>	<u>Invest</u>	<u>Amortisationszeit</u>
4000 h/a - 12 Jahre - IE3 - 1,1kW	6280 Euro	ca. +40 Euro	ca. 7 Monate
4000 h/a - 12 Jahre - IE2 - 1,1kW	+ 210 Euro	ca. +20 Euro	ca. 5 Monate
4000 h/a - 12 Jahre - IE1 - 1,1kW	+ 760 Euro	Basis	Basis

Empfehlung: Durchgängiger Einsatz von IE3-Motoren.

Wirkungsgradgesteigerte Motoren

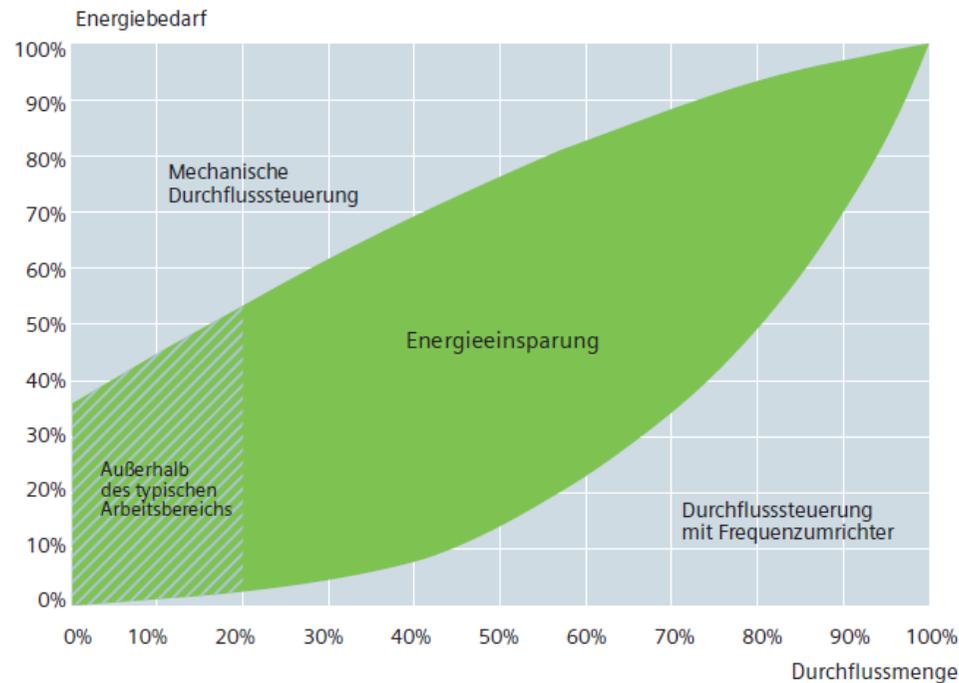
- Der Wirkungsgrad von Motoren wird im Nennbereich angegeben.
→ Dies entspricht dem Optimalbetrieb
- Im Teillastbetrieb werden bei weiterem schlechtere Wirkungsgrade erreicht. Ein Grund hierfür ist z.B. Überdimensionierung



Motoren müssen für Ihre Aufgabe richtig ausgelegt werden. Sicherheitsaufschläge in den Projektierungsstufen sollten so hoch wie nötig und so gering wie möglich gewählt werden.

Variable Drehzahlen

Durchflussregelungen im Vergleich



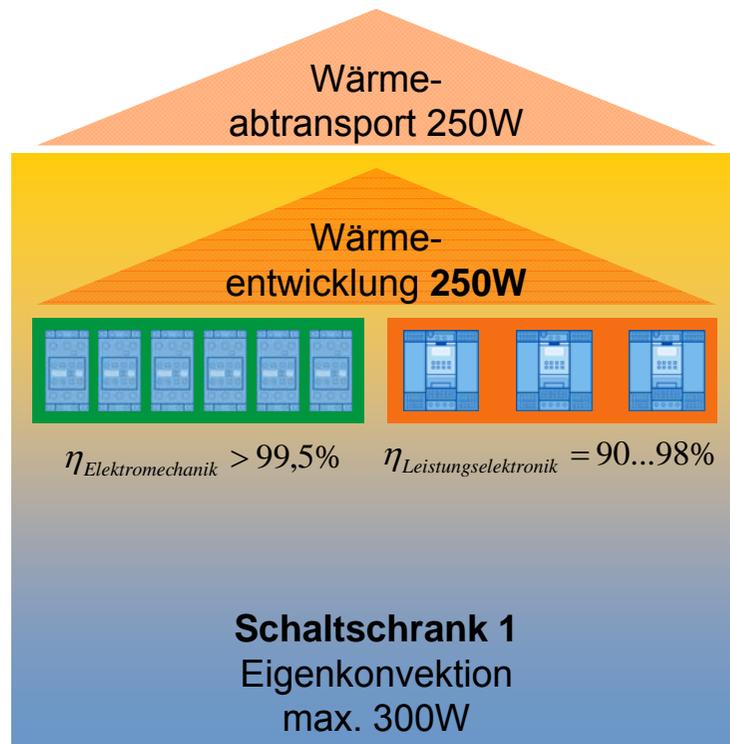
Hebevorgänge: Energierückspeisung



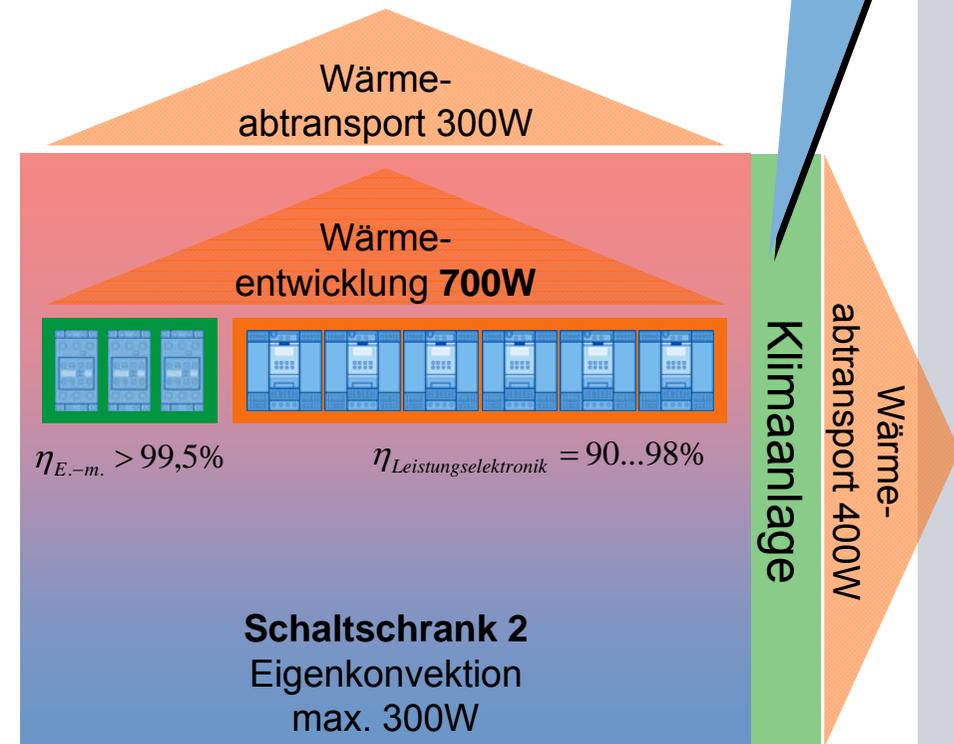
Wenn in Applikationen auf variable Lasten mit einer Drehzahlregelung reagiert werden kann, lässt sich mit variablen Drehzahlen deutlich Energie sparen. Optional empfiehlt sich der Einsatz einer Energierückspeisung.

Variable Drehzahlen

Szenario 1:
Eigenkonvektion > Wärmeentwicklung

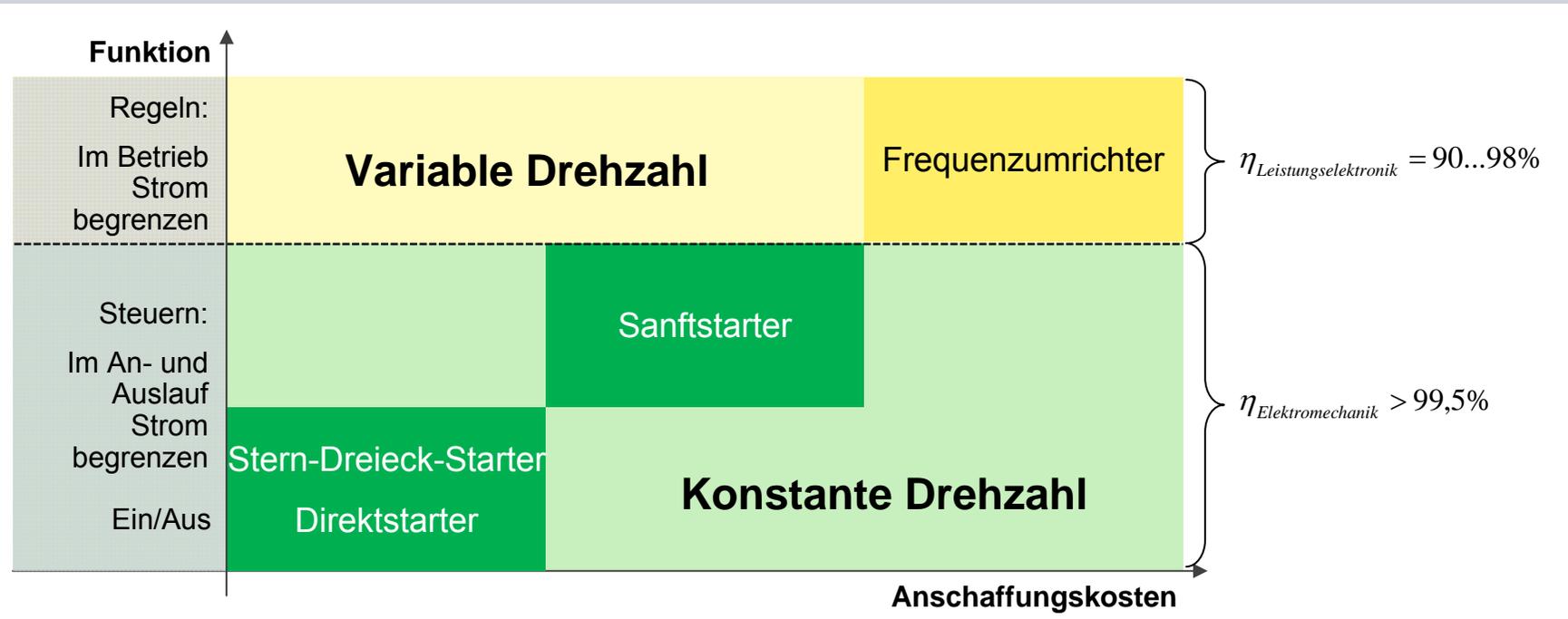


Szenario 2:
Eigenkonvektion < Wärmeentwicklung



Falls in Wärme umgesetzte Verlustleistung über eine (zusätzliche) Klimatisierung abgeführt werden muss, erhöht sich der Energieverbrauch des Gesamtsystems erneut. → Der Gesamtwirkungsgrad sinkt!

Feste Drehzahlen



Festdrehzahlantriebe werden energetisch am besten mit Schalt- und Schutzgeräten gestartet, welche sich durch einen sehr hohen Wirkungsgrad auszeichnen.

Applikationsbeispiel Wasserversorgung

Anforderungen:

Hohe Zuverlässigkeit

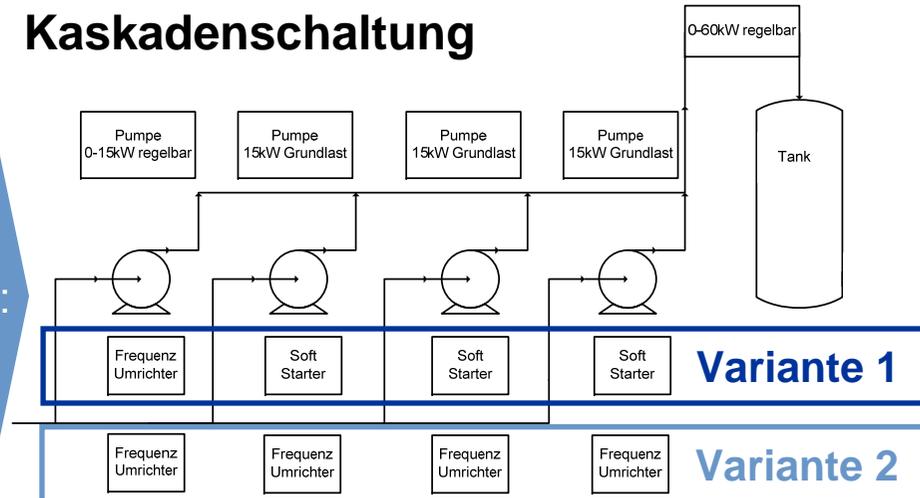
Schonender Betrieb
(Vermeidung von Wasserschlag o.ä.)

Niedriger Energieverbrauch

Regelbarer Durchfluss
(ohne Drosseln)

Lösung:

Kaskadenschaltung



Variante 1 (1x FU, 3x Sanftstarter)

spart im Vergleich zur Variante 2 (4x FU):

- Anschaffungskosten
- Energiekosten
- CO₂-Ausstoß



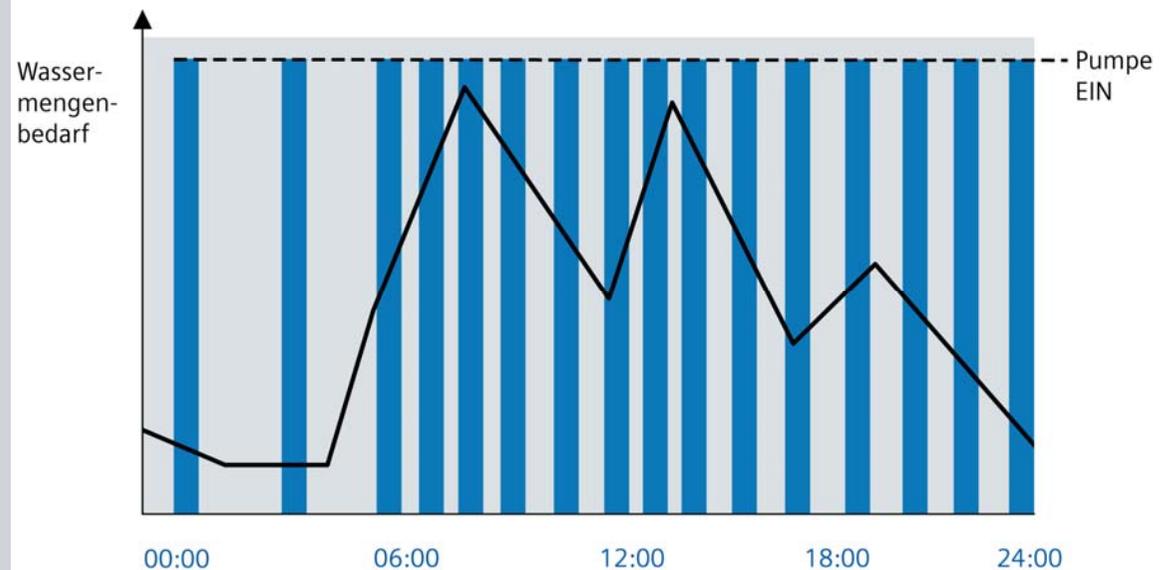
Die energetisch beste Lösung: Eine Kombination aus variabler und fester Drehzahl

Applikationsbeispiel Wasserversorgung

Beispiel:

Kommunale Trinkwasserversorgung mittels Hochbehälter

- Tageskurve für Wasserbedarf
- Einschaltzeiten der Füllpumpe des Hochbehälters



**Prädestiniert: Festdrehzahlantriebe bei Befüllvorgängen
(z.B. Zweipunktregelungen)**

Siemens Energiemanagement-Prozess

Energieflüsse identifizieren

Verborgenes Energiesparpotenzial erkennen

Einsparpotenzial ermitteln

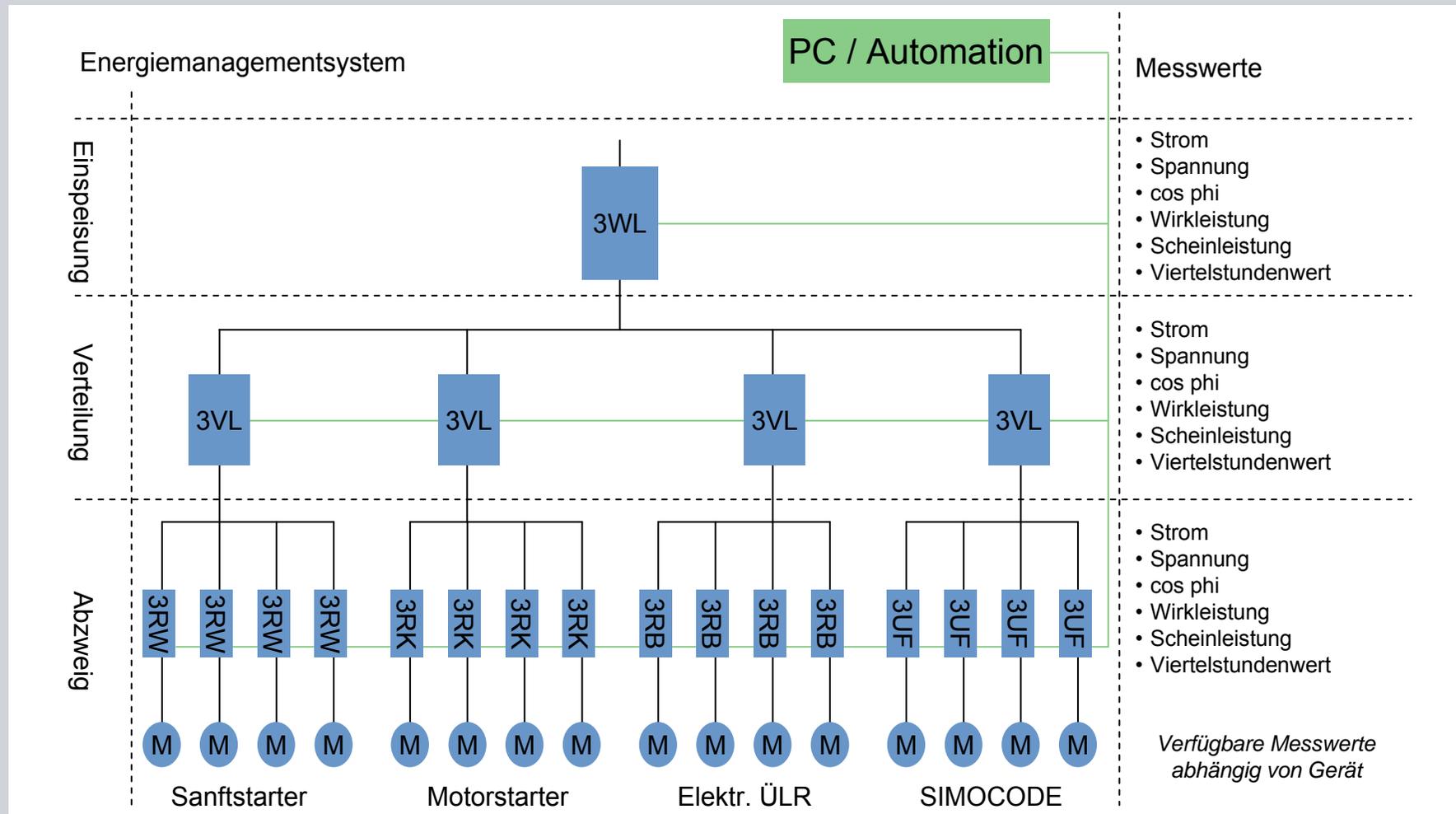
Betrachtung der gesamten Lebenszykluskosten

Konkrete Maßnahmen

zur Realisierung der Energiesparpotenziale



Energiemanagement-Architektur



Energiemanagement



Prinzip „Aktor = Sensor“
 In Feldgeräte integrierte Messfunktionalität
 für Energiemanagementsysteme nutzen

**Energiemanagement ist ein notwendiger, kontinuierlicher Prozess.
 Nur wer seine Energiebedarfe identifiziert und anschließend evaluiert,
 kann seine Einsparpotentiale realisieren.**

Zusammenfassung und Ausblick

- EE ist sowohl für die Industrie als auch für unseren Planeten „überlebenswichtig“ (Wettbewerbsfähigkeit, Umweltschonend)
- Das energetische optimale Antriebssystem ist abhängig von Applikation und Lastprofil
- Die Betrachtung von Einzelprodukten im Antriebsstrang führt nur bedingt zum Erfolg

**Gesamtenergiebilanz-Betrachtung ist der Schlüssel zum Erfolg:
Die Applikation entscheidet!**