



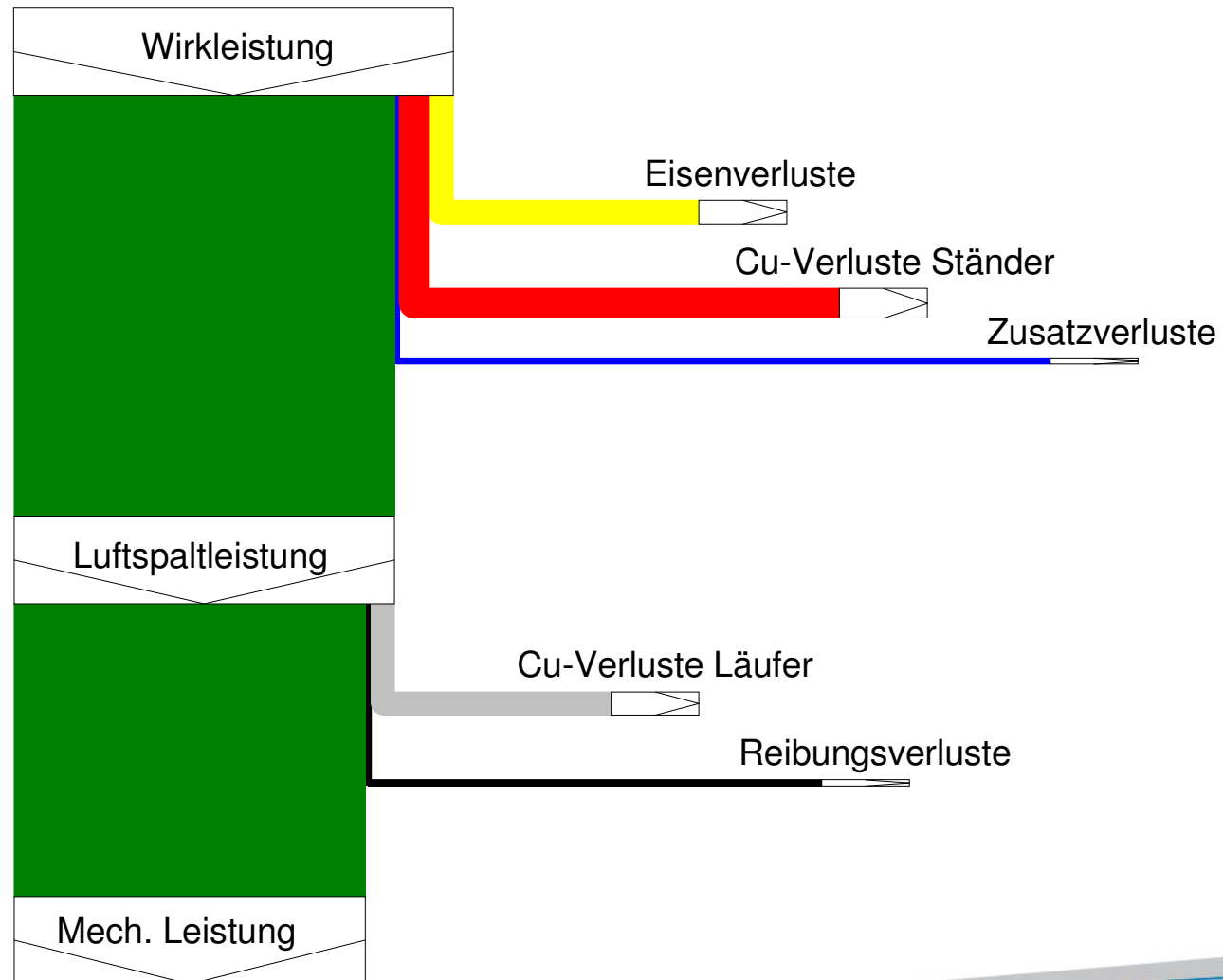
# Motorwirkungsgrad- und Zustandsdiagnose von Drehstrommaschinen

DI Dr. Roland Schmid

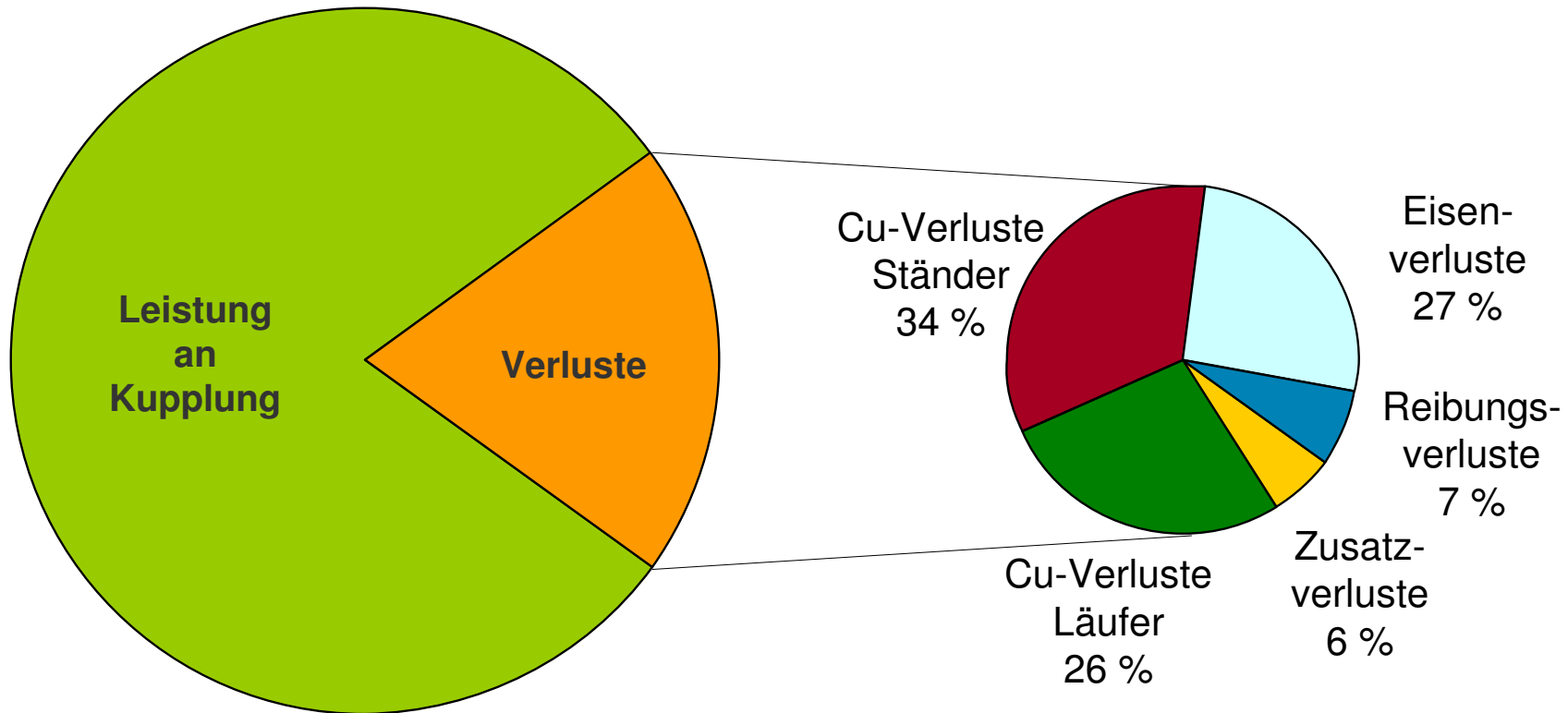
# Agenda

- Energiefluss / Verlustaufteilung in einer ASM
- Auswirkung „verschmutzter“ Versorgungsspannung auf den Motorwirkungsgrad
- Wirkungsgradbestimmung
- Beispiele

# Energiefluss Asynchronmaschine



# Verlustaufteilung einer Asynchronmaschine



# Spannungspegel

Unterspannung

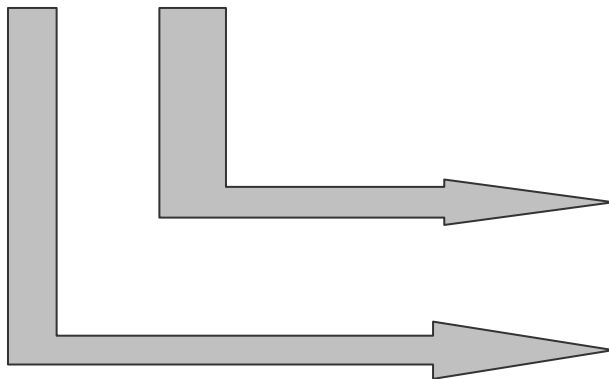


Überstrom (Überhitzung)

Überspannung



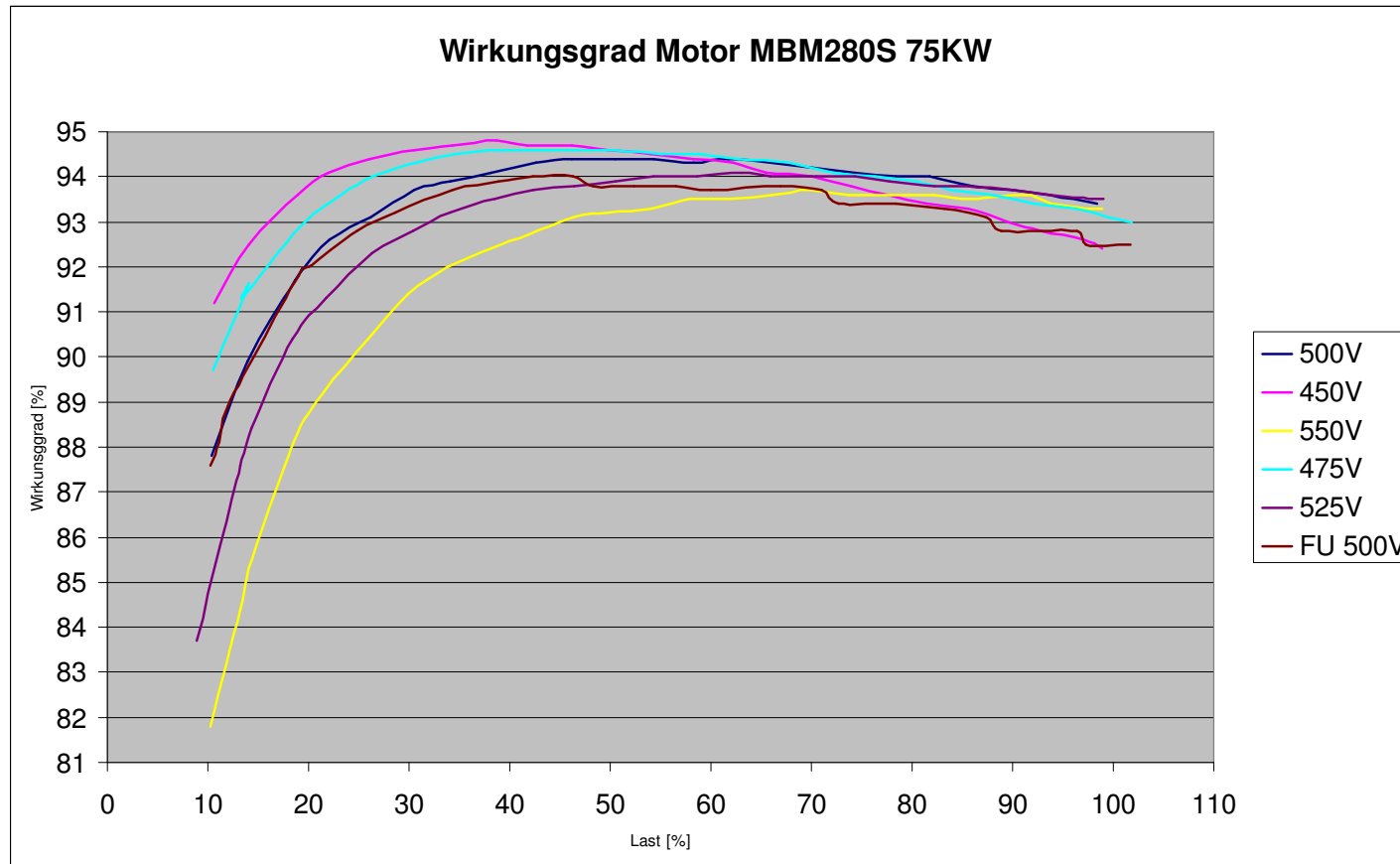
schlechter Leistungsfaktor



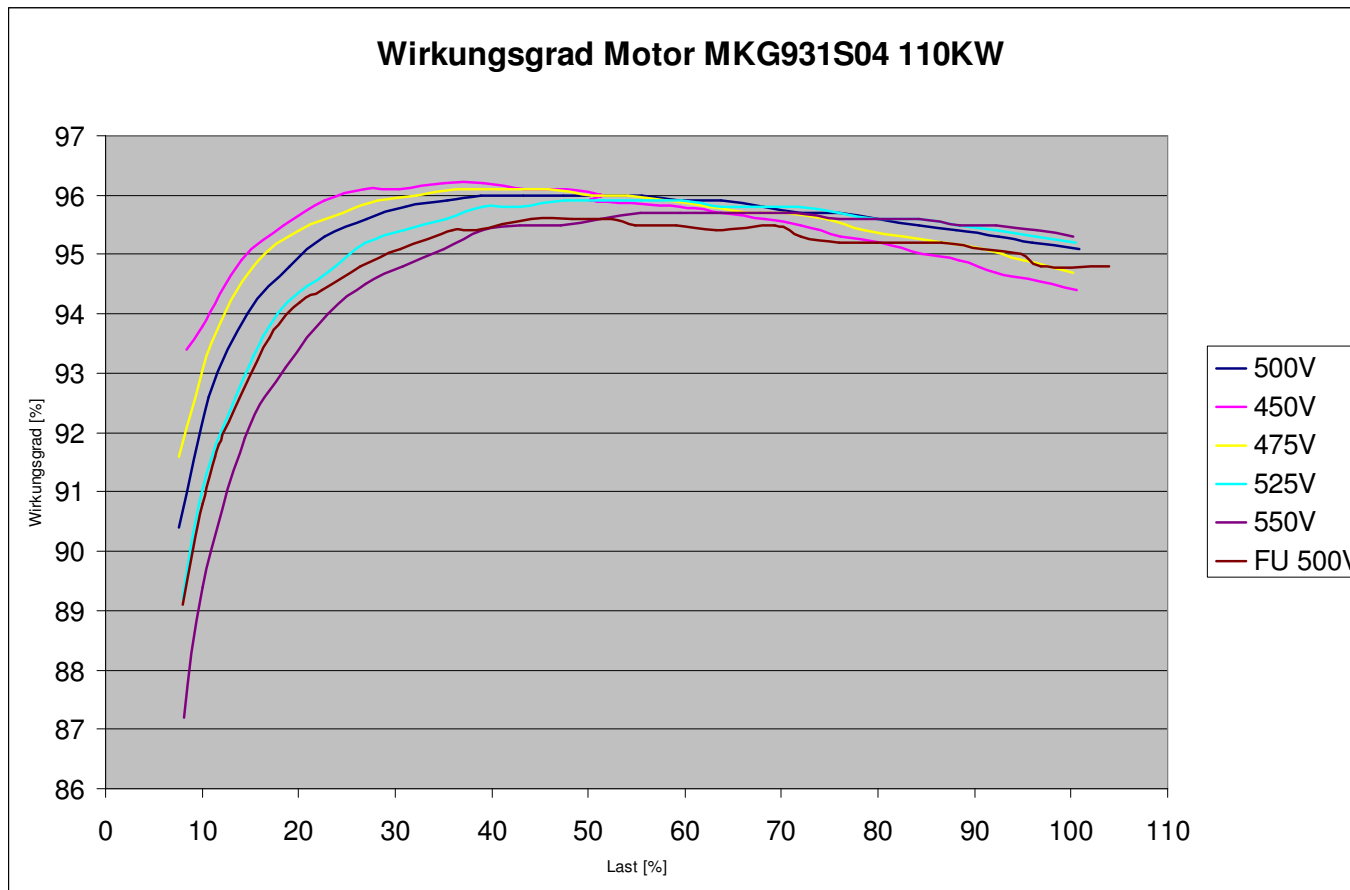
Eisensättigung

höhere Verluste

# Wirkungsgrad nach Auslastung

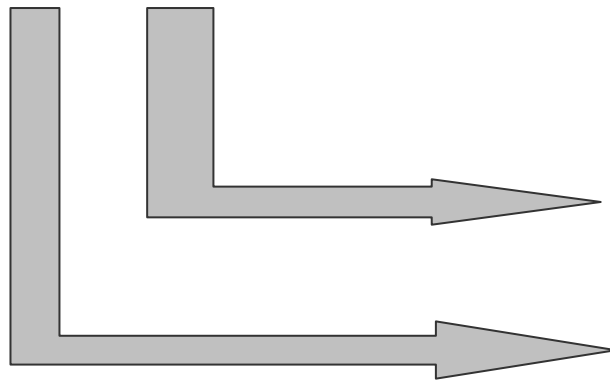


# Einfluss Spannungsschwankungen



# Spannungsunsymmetrie

unsymmetrische Spannung

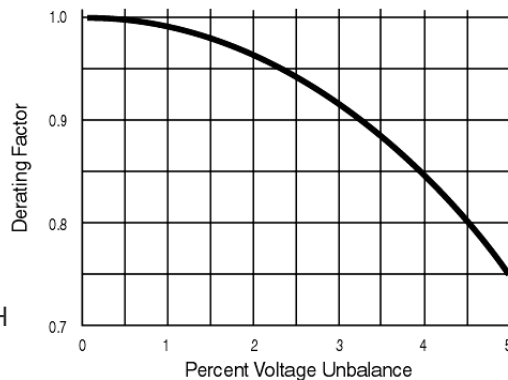


negativ orientierte Spannungen und Ströme

schlechter Leistungsfaktor

Eisensättigung

schnellerer Verschleiß



Leistungsminderungsfaktor für Unsymmetrie

Quelle:  
Baker Instrument GmbH

# Bei Spannungsunsymmetrie von 5 % können Strangströme bis zu 40 % abweichen

$$\text{Unsym.} = 100 \times \frac{|U_{\text{maxdev}} - U|}{U}$$

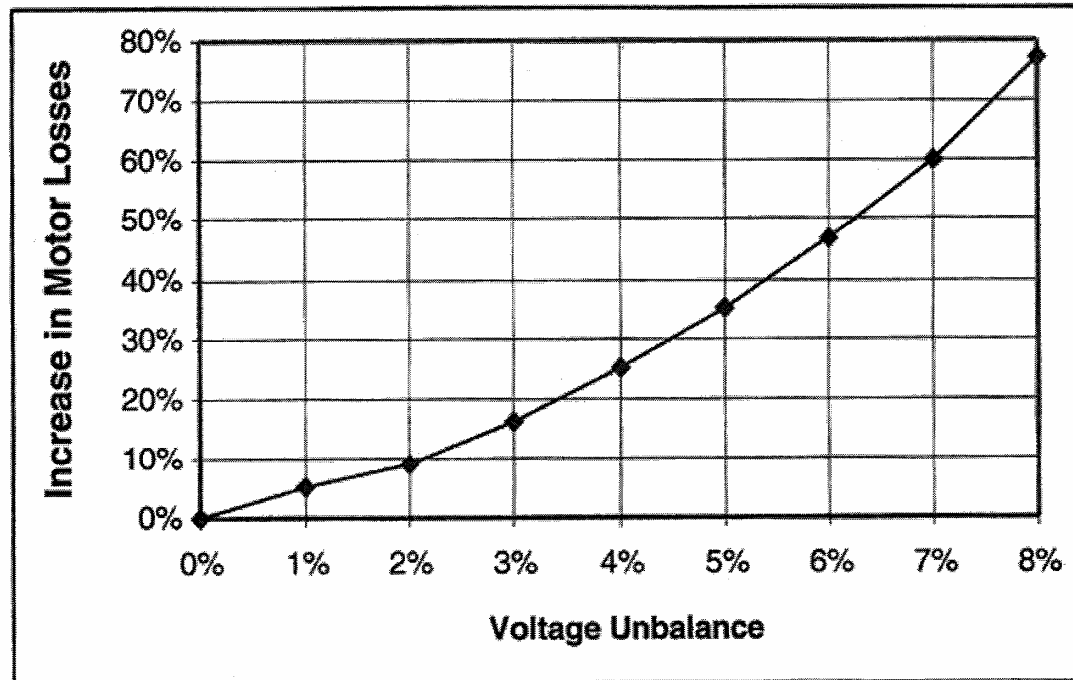
mit:

Unsym. = Spannungsunsymmetrie in %

$U_{\text{maxdev}}$  = am meisten abweichende Strangspannung von Norm (Phase-Phase)

$U$  = Effektivwert Phase-Phase

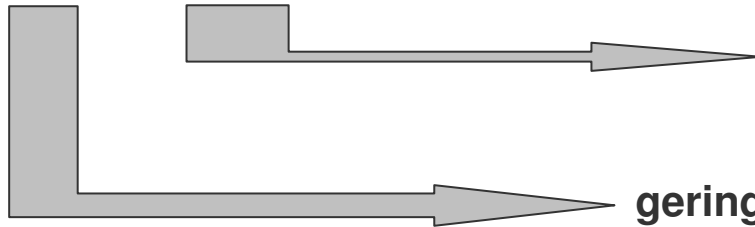
# Einfluß der Spannungsunsymmetrie auf die Motorverluste



Quelle: Baker Instrument GmbH

# Spannungsverzerrung

nichtsinusförmige Spannungen

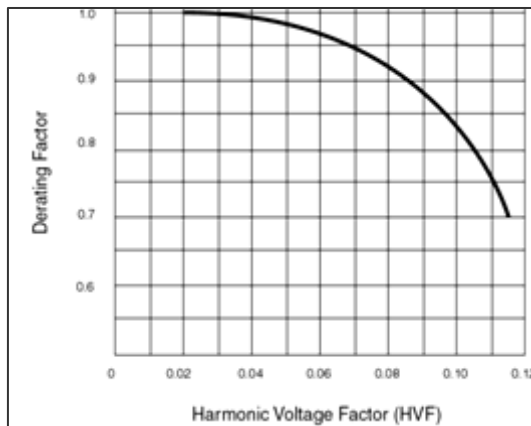


nichtsinusförmige Ströme

zusätzliche Erwärmung

geringerer Wirkungsgrad

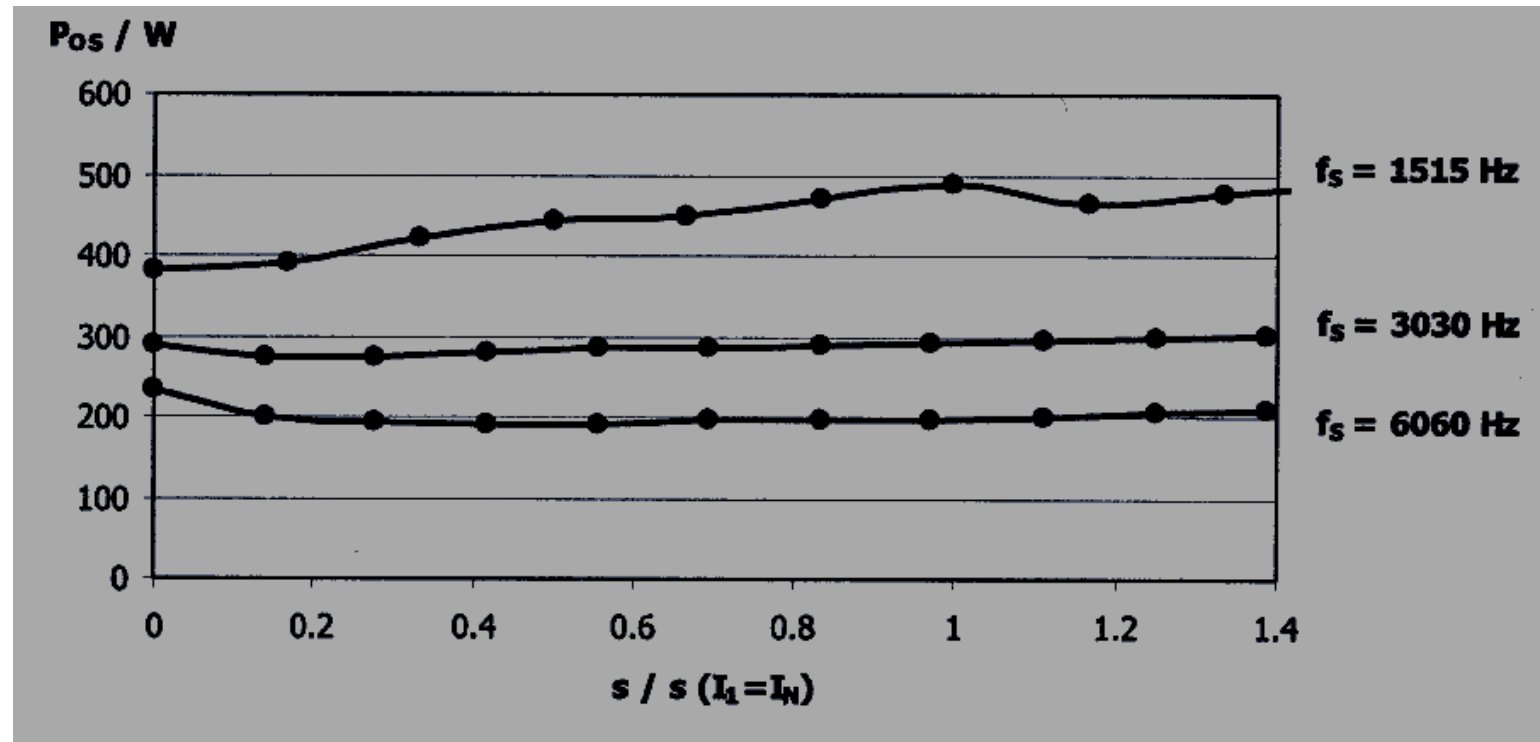
höherer Verschleiß



Leistungsminderungsfaktor für Oberwellen

Quelle: Baker Instrument GmbH

# Reduktion der Oberschwingungsverluste durch Erhöhung der Taktfrequenz des Umrichters



Quelle: Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 21: Analyse der Oberschwingungsverluste zweipoliger Induktionsmaschinen am Pulsrichter  
Dipl.-Ing. Andreas Heimbrock, Merzen

# Definition Wirkungsgrad

Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

Ausgangsleistung

Eingangsleistung

Ausgangsleistung = mechanische Leistung

Eingangsleistung = elektrische Leistung

# Motorenprüfstand



# Mobiles Motor-Monitoring

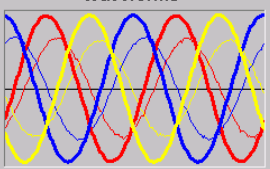
Explorer

File Motor Thresholds Details Tools Options Help

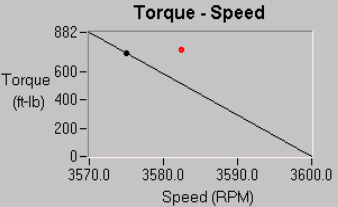
Motor ID  NP Speed  Volts  Elec. Model   
 DB  Hp  Amps

PHASES	A	B	C	Ave/Sum
Volt (V)	6867.5	6893.3	6919.3	6893.4
Curr (A)	39.3	40.7	38.3	39.5
Avg Freq (Hz) <input type="text" value="60.0"/>				Pow (kW) <input type="text" value="409.5"/>
NEMA Volt Unbalance (%) <input type="text" value="0.38"/>				pf <input type="text" value="0.87"/>
NEMA Derating Factor <input type="text" value="1.00"/>				
Speed (RPM)	<input type="text" value="3582.5"/>			
Torque (ft-lb)	<input type="text" value="757.7"/>			
Load (Hp)	<input type="text" value="516.6"/>			
% Load	<input type="text" value="103.3"/>			
% Efficiency	<input type="text" value="94.1"/>			

Waveforms



Torque - Speed



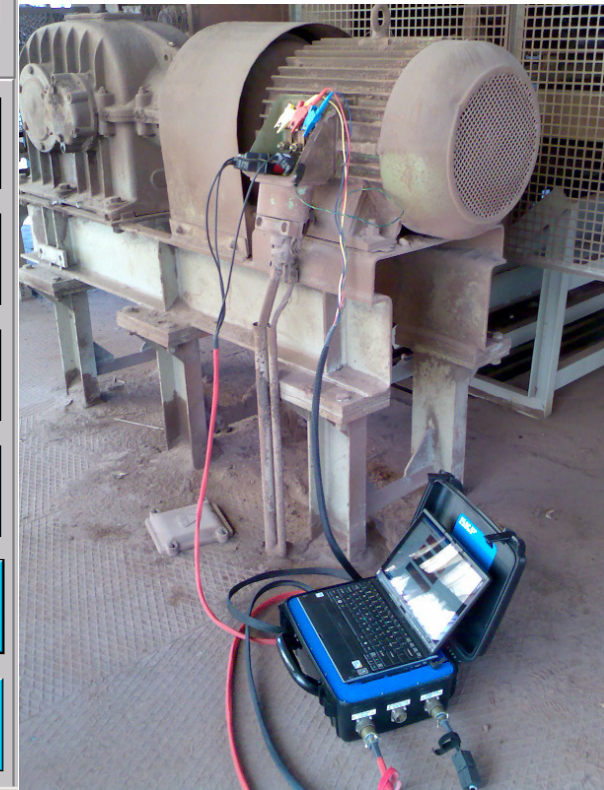
Autophase: Yes  No

Sensors: Portable  EP

CT Selection: 1000 A  150 A  10 A

Exit

06/14/2004 03:47:20 PM ELEC



# Mobiles Motor-Monitoring

## Visualisierung des tatsächlichen Motorzustandes und Lokalisierung potentieller Probleme:

Fehlanpassungen der Last, Lastschwankungen, transiente Leistungsspitzen

Netzbedingungen: Spannungsniveau, Spannungsunsymmetrie, Verzerrungen > OS

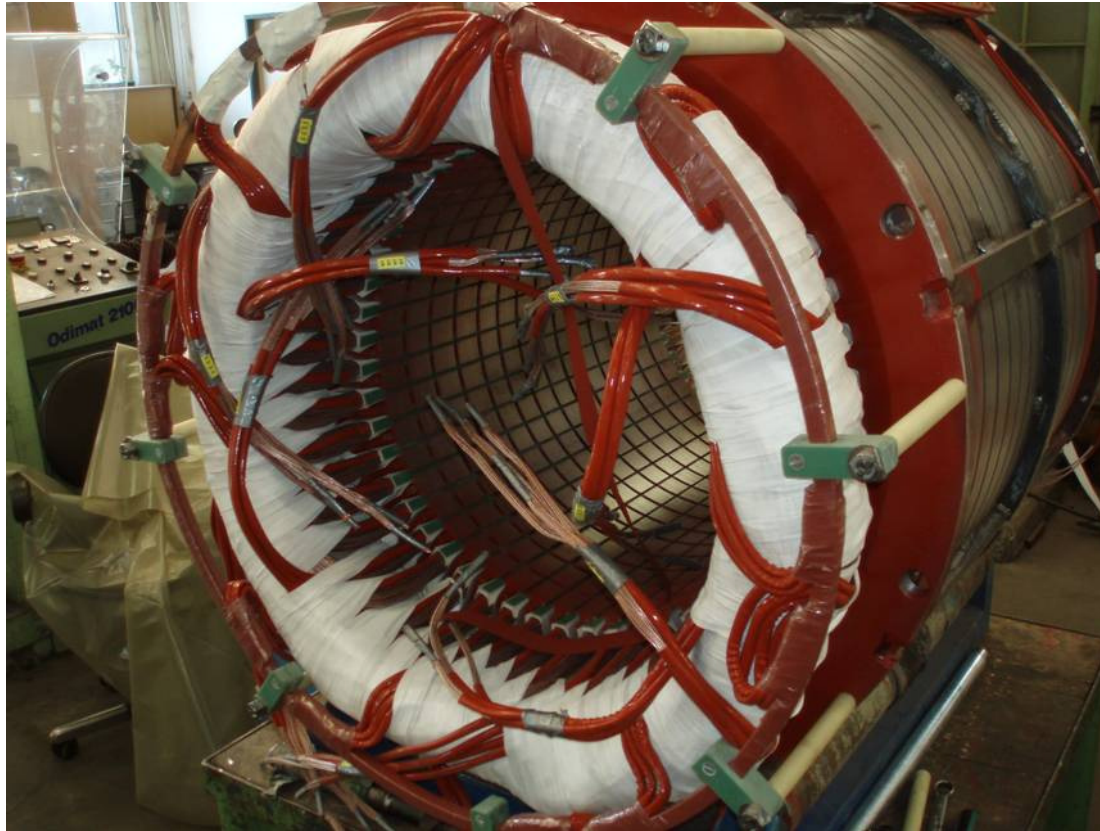
Überprüfung der thermischen Belastung des Motors

Motorzustand: Rotorstäbe, Arbeitspunkt, Unwucht, Versatz

Energiebilanz: Wirkungsgrad- / Effizienzbestimmung



# Reduktion Kupferverluste



Asynchronmotor 1200 kW

Einsparung:

Verluste orig.: 42,65 kW

Verluste neu : 39,85 kW

Einsparung / 8000 Std. 1500€

# Stabbruch am Käfig einer Asynchronmaschine



# Gebrochene oder angerissene Rotorstäbe erzeugen Unsymmetrie

- Drehmomentoberwellen
- mehr Schlupf
- höhere Statorströme
- mehr Verlustwärme
- mehr Vibration
- geringerer Wirkungsgrad
- Verkürzung der Lebensdauer der Isolation

Typischer Fall von “schleichendem” Motorausfall