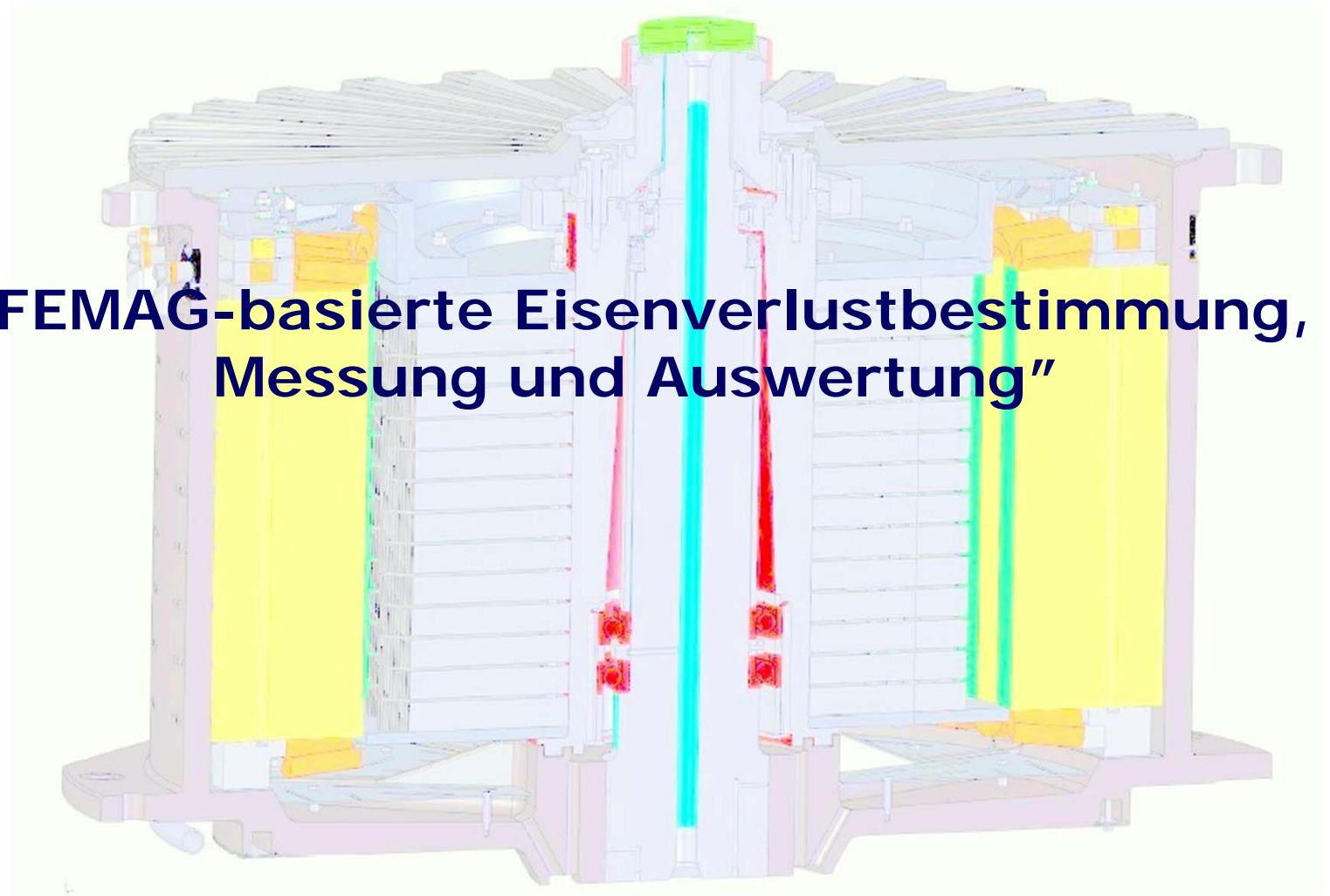




FEMAG Anwendertreffen

**“FEMAG-basierte Eisenverlustbestimmung,
Messung und Auswertung”**





- **Unabhängige Entwicklungsgesellschaft für elektrische Antriebe (80 Mannjahre Entwicklungserfahrung)**

- **Focus**
 - **Entwicklung und Prototyping von Maschinenreihen bis 10MW**

 - **Resolver-Entwicklung für Spezialmaschinen**

 - **Expertisen und Gutachten**

 - **Energieanalysen**

 - **Engineering-Workflow Beratung**

 - **FEMAG Beratung**



Agenda

- **Gebräuchliche Mess-Methoden**
- **Herstellprozess Blechkörper und Prüfpunkte**
- **Messung von unbewickelten Blechkörpern**
- **FEMAG basierte Messung**
- **Messgerät für die Wareneingangskontrolle**
- **Beispiele**



Gebräuchliche Messmethoden

- **Epsteinrahmen (standardisiert)**
 - Definierte Geometrie, Schichtung und Feldverhältnisse
 - Laborbedingungen
- **Ringflussversuche bei unbewickelten Statoren**
 - Abhängig von Statoraufbau bis Sättigung
 - Qualitative Messung von «Hotspots»
 - CosPhi 0.1..0.5 je nach Fluss und Frequenz
- **Leerlaufversuche bei Abnahme**
 - Schleppbetrieb
 - Veränderung Erregung im Eisen, inhomogene Felder
 - Auslaufversuche erregt > Aufteilung der Bremsleistung



FEMAG-basierte Eisenverlustbestimmung

■ Herstellprozess und Prüfpunkte

Prozessschritt	Prüf-Standard
Walzen	Geometrie 😊
Beschichten	Dicke; Schichtisolation 😊
Verluste, Magnetische Eigenschaften	Epsteinprobe 😊
Formgebung	Geometrie 😊
Wickelbereiter Körper	??
Wickelbereiter Stator	Ringmessung
Montierter Motor	Leerlauf ... (Messung mit WR)?? 😊



Messung an wickelbereiten Blechkörpern

- **Messfelder treten aus dem Eisen aus**
 - **Schnittkanten-Wirbelstromverluste (Bearbeitung, Geometrie)**
 - **Grosse Blindleistungen notwendig (~ Luftspalt)**
 - **Thermische Analyse qualitativ möglich**
 - **elektrische Analyse erschwert (Messungsgenauigkeit abhängig von Wandler,..)**



Messung an wickelbereiten Blechkörpern

- **Messfelder bleiben im Körper**
 - **Grossflächige Wirbelstrom-Verluste**
 - **Magnetisierungskennlinie lässt sich abbilden**
 - **«Epsteinrahmen» ähnlicher Versuch**
 - **Kleinere Leistungen notwendig**
 - **Teile des Körpers wird ausgemessen**
 - **Genauere Messung möglich (CosPhi grösser)**



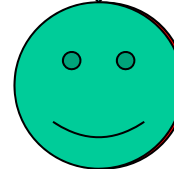
FEMAG-basierte Eisenverlustbestimmung

Flussgenerierung mit Erregerspule (I, f);
Messung mit einer Messspule (U_i)

Simulation mit FEMAG mit Normdaten $V(B, f)$
-> Verluste (U_i, f)

Leistungsmessung

<





FEMAG-basierte Eisenverlustbestimmung

Flussgenerierung mit Erregerspule (I, f);
Messung mit einer Messspule (U_i)

Simulation mit FEMAG mit Normdaten $V(B, f)$
-> Verluste (U_i, f)

Leistungsmessung

>

Wir haben ein Problem !

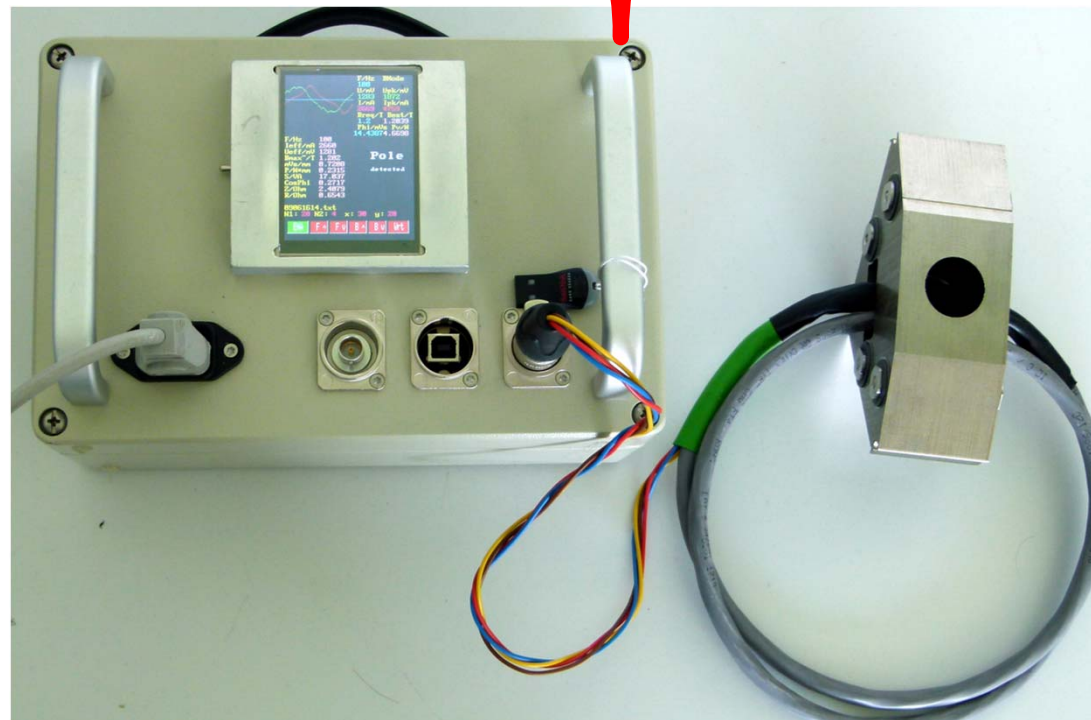


FEMAG-basierte Eisenverlustbestimmung

Flussgenerierung mit
Erregerspule (I, f);
Messung mit einer
Messspule (U_i)

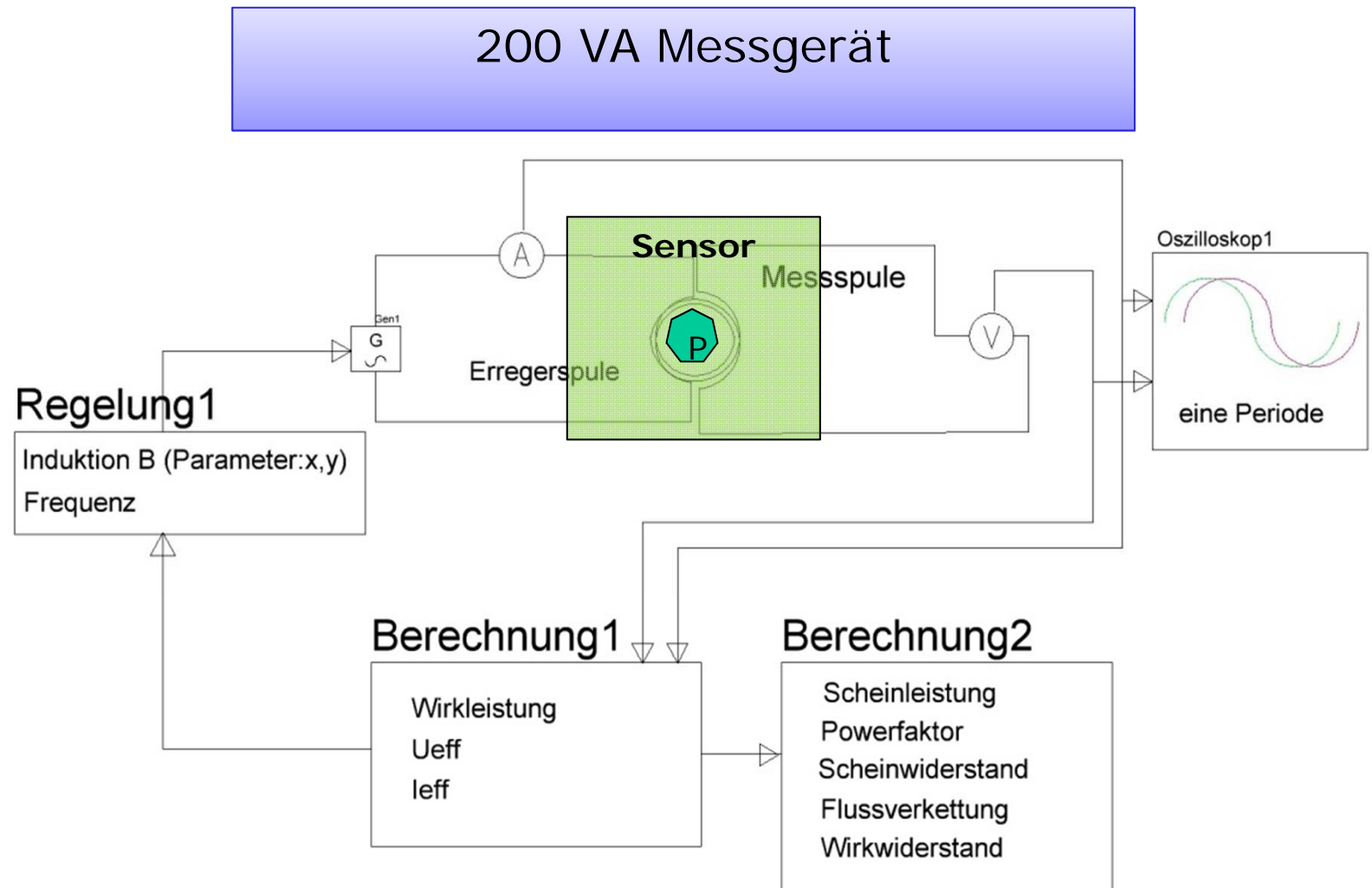
+

Leistungsmessung





FEMAG-basierte Eisenverlustbestimmung





Messgerät Touch-Screen





Ausgabe auf Terminalanschluss / SD-Card

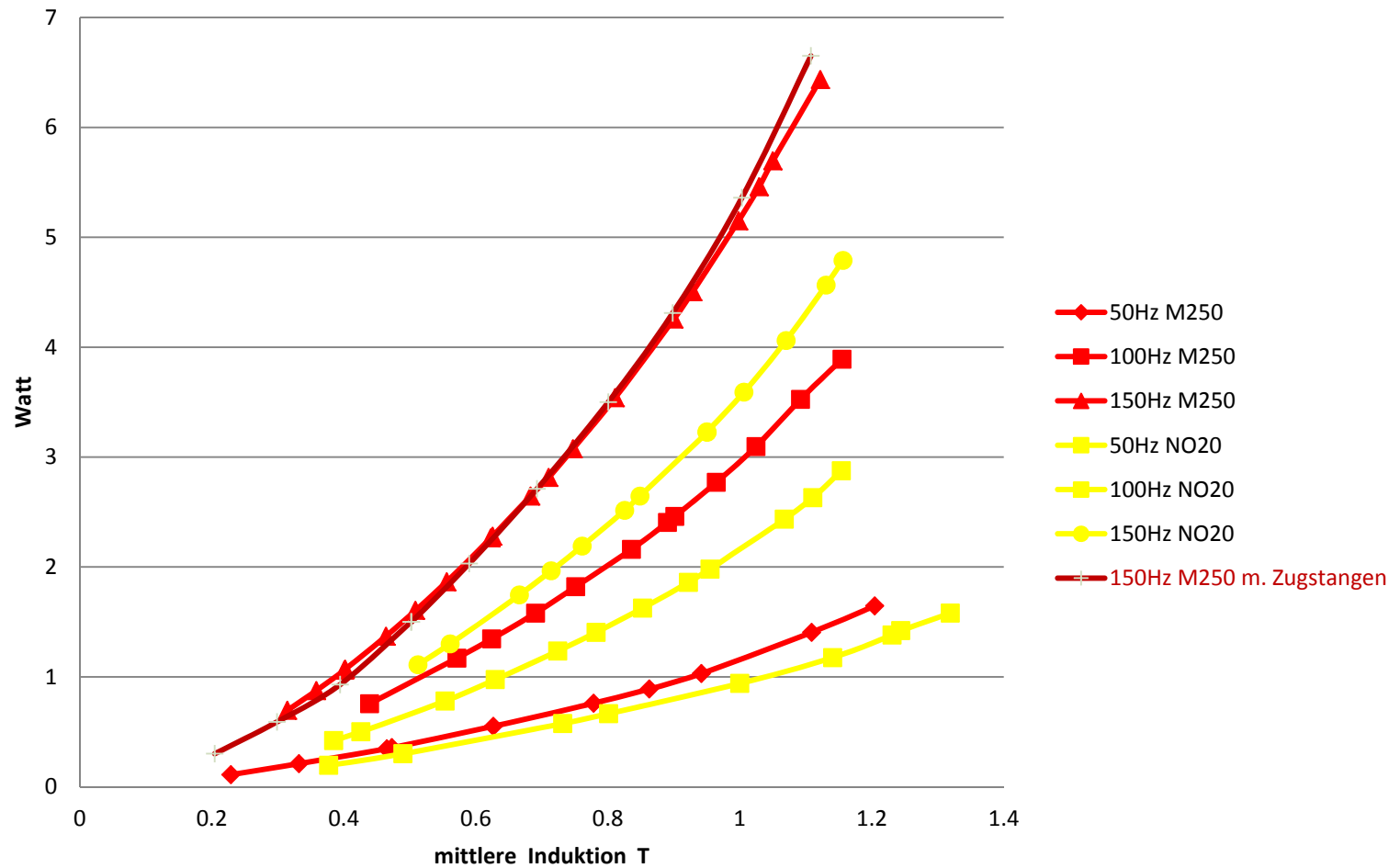
- FEMAG gerecht

- Vs/mm und Verlustleistung/mm

5											
6	10051502.txt										
7											
8	Fe-Messung Terminal-Output										
9	-----										
0	N1:	4									
1	N2:	2									
2	x/mm:	40									
3	y/mm:	760									
4		Freq[Hz]	Ieff[mA]	Ueff[mV]	Bmax~[T]	mVs/mm	P[W/mm]	S[VA]	CosPhi	Z[Ohm]	R/Ohm
5		150	1239	3618	0.0892	0.0142	0.0073	8.9653	0.6248	5.8401	3.6492
6		150	1783	4994	0.1232	0.0197	0.0158	17.8083	0.6768	5.6017	3.7917
7		150	2087	5650	0.1394	0.0223	0.02	23.5826	0.6474	5.4145	3.5054
8		Freq[Hz]	Ieff[mA]	Ueff[mV]	Bmax~[T]	mVs/mm	P[W/mm]	S[VA]	CosPhi	Z[Ohm]	R/Ohm
9											
0											



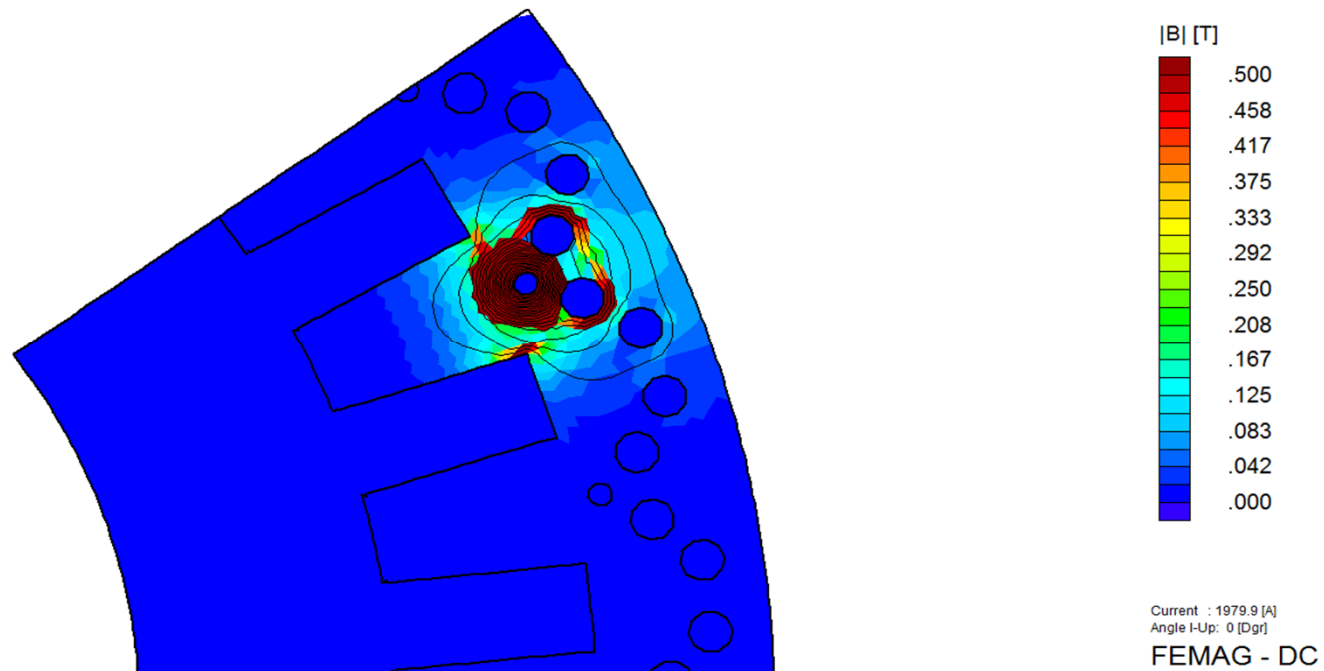
Verluste Blechkörper





Vergleich mit FEMAG

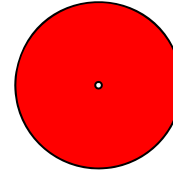
- Simulation der Erregung und Verluste
- Vergleich von gemessenen $W/mm@ Vs/mm$ mit der Rechnung aus FEMAG





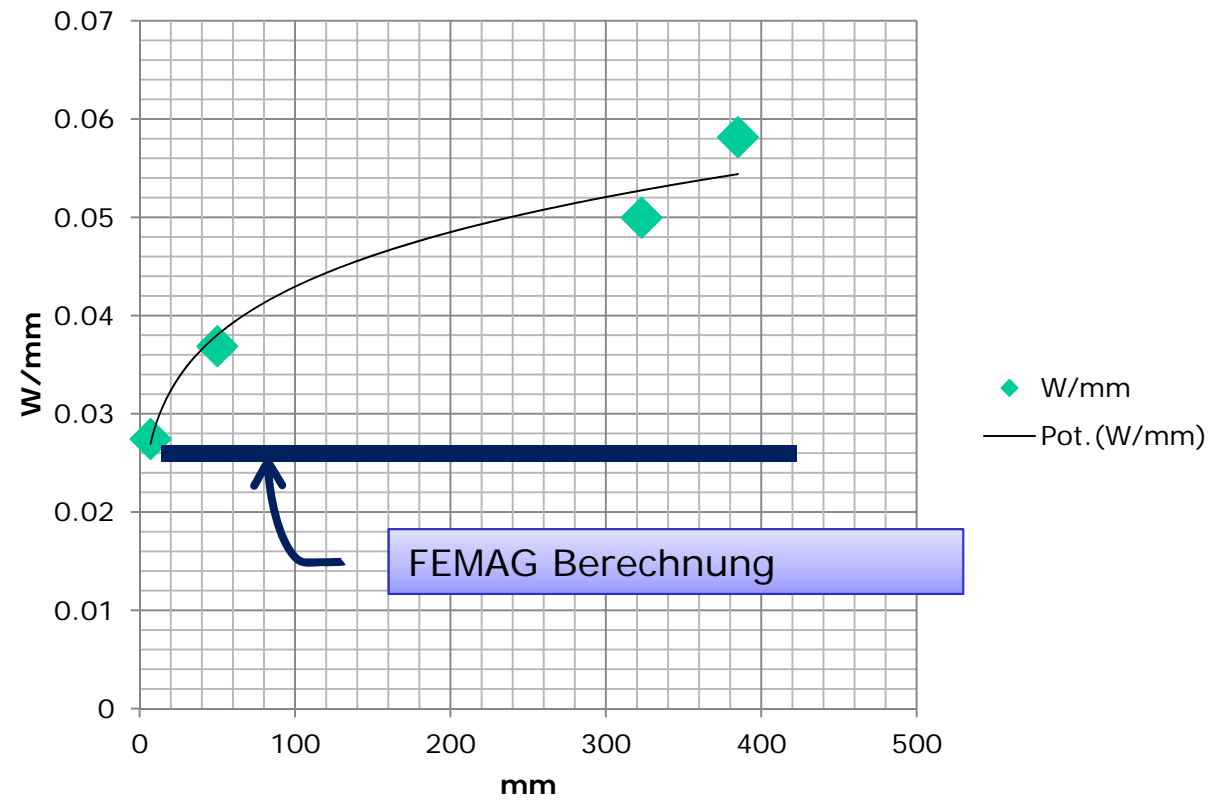
Vergleich mit FEMAG

■ Schlechtes Paket



Wir haben ein Problem !

W/mm



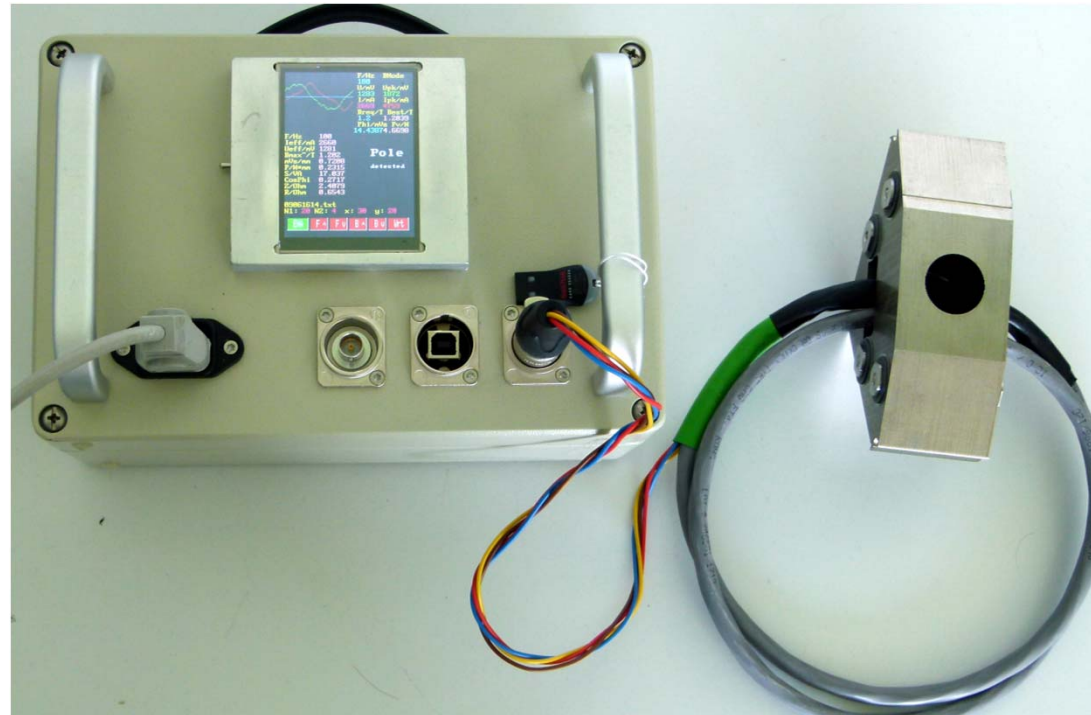


Eckdaten Messgerät

Max. Strom	4Aeff
Zwischenkreisspannung	48VDC
PWM Frequenz	40kHz
Stellmode	Spannung (optional:Strom); auf geschätzte Induktion geregelt; Frequenzvorgabe {50..600Hz; 50Hz-Schritte} Induktionsvorgabe {0.1..1.5T; 0.1T-Schritte}
Messeingang	+/- 40V; Erregerstrom +/-8A
AD-Wandlung	Sigma-Delta; 40kHz Abtastrate; 12Bit Modulatorfrequenz: 2MHz
Leistungsmessung	Mittelwert($U_{mess} \cdot I_{erreger}$)
Effektivwerte	$U_{mess}, I_{erreger}$
Geometrieparameter	x: Radius um Messwicklung zwecks Flussabschätzung y: Aktivlänge des Prüflings
Wicklungsparameter	N1: Anzahl Windungen Erregerwicklung N2: Anzahl Windungen Messwicklung
Zeitgebung	RealTimeClock (RTC)
Berechnete Größen	Spez. Flussverkettung [mVs/mm]; Spez. Wirk-Leistung [W/mm]; Scheinleistung[VA]; Leistungsfaktor (CosPhi); Scheinwiderstand Z/Ohm; Ohm'scher Widerstand R/Ohm;
Oszilloskop-Funktion	Anzeige einer Periode des Erregerstroms(rot) und Messspannung (grün)
Bedienung	Touchscreen 3.2 Zoll; Terminal-Programm für Parametereingabe und Messwertausgabe
Speichermedium	µSD; FAT16 formatiert; Txt-Files: „MoMoDDHHMiMi.txt“ (Mo:Monat; D:Tag; H: Stunde; Mi:Minuten)



Weitere Info für Ihre Produktionskollegen



info@magnetdrives.ch