TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

ESEA
Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe

Hochdynamische Stromerfassung für elektrische Antriebe mit magnetoresistiven Sensoren

Florian Demmelmayr

04. April 2014

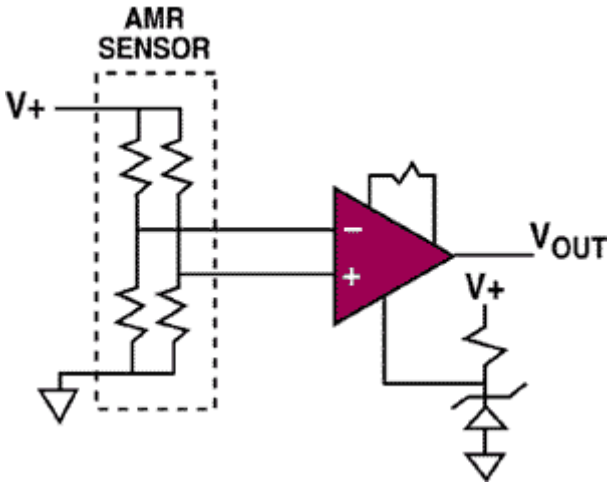
Übersicht

- Der magnetoresistive Effekt
- CFS1000 von SENSITEC
- 3-phasiges Demoboard
- Eigenentwicklung Sensor- und Filterplatine
- CFS1000 ohne Auto-Zero-Funktion
- Zusammenfassung

Der magnetoresistive Effekt

Der magnetoresistive Effekt

- Äußeres magnetisches Feld beeinflusst den elektrischen Widerstand
- Dünnschichtwiderstände aus Permalloy (NiFe)
- Auswertung mit Wheatstone-Brückenschaltung
- AMR – anisotroper magnetoresistiver Effekt

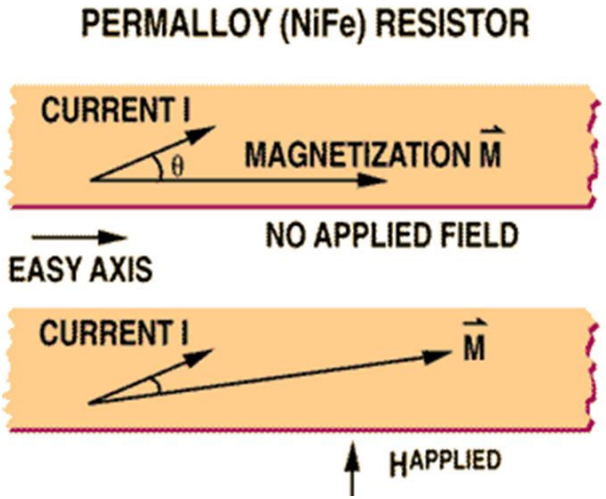


Grundsätzlicher Aufbau eines AMR-Sensors [CAR09]

Der magnetoresistive Effekt

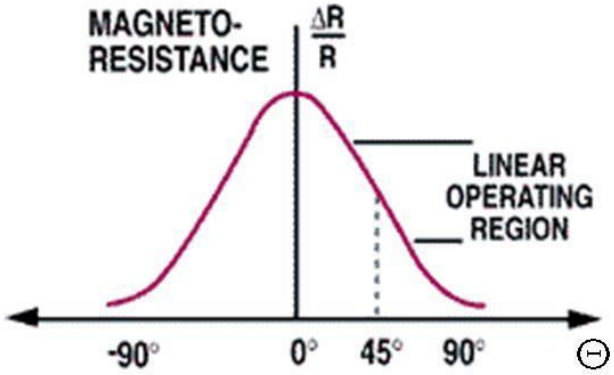
- Winkel Θ zwischen
  - Magnetisierung M
  - Strom I

  beeinflusst ΔR/R



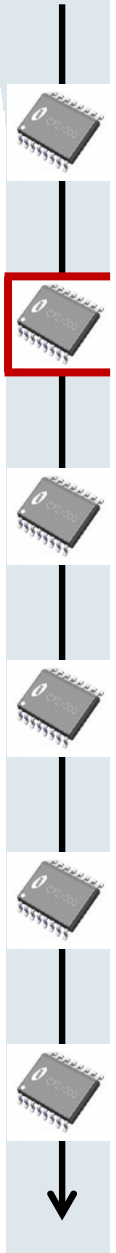
Anisotrope Widerstands-änderung [CAR09]

- maximale Änderung bei 0°
- linearer Zusammenhang um 45°



Relative Widerstands-änderung [CAR09]

CFS1000 VON SENSITEC

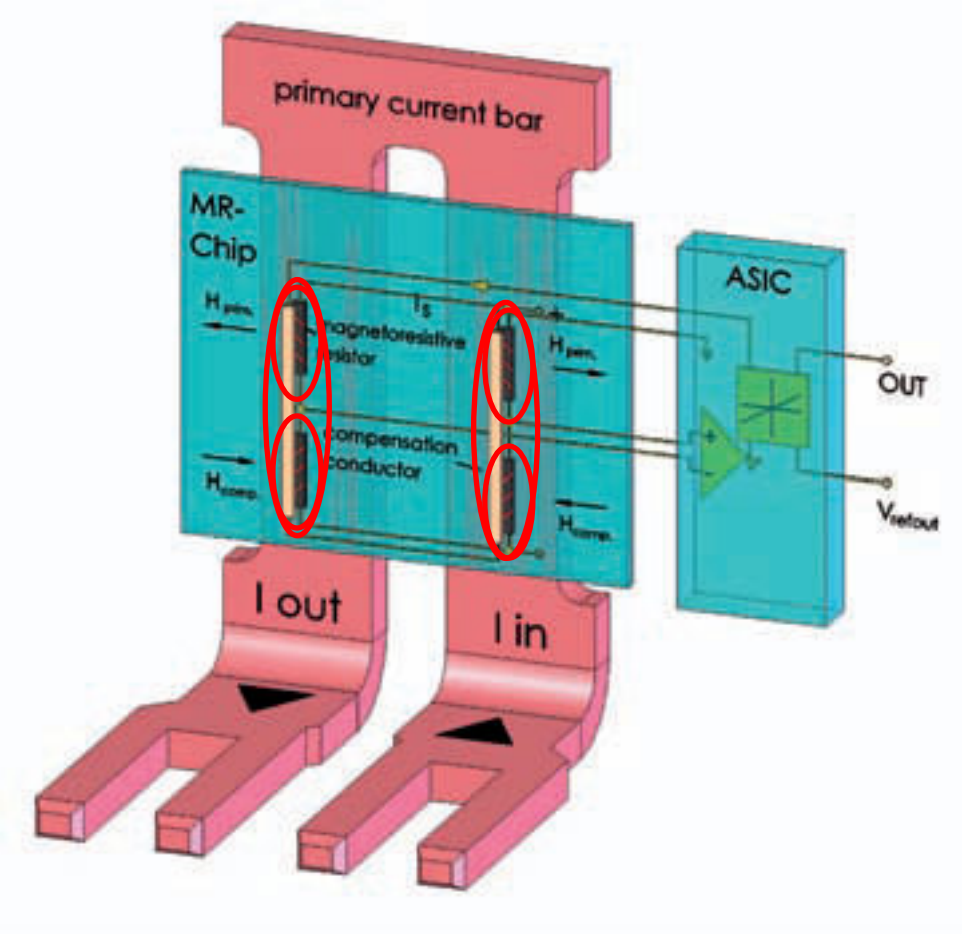


Der Sensor CFS1000

Sensor CFS1000 [SEN13]

- SMD Gehäuse
- Vorteile:
  - + Messbereich über externe Schiene einstellbar
  - + ansprechende Genauigkeit von ±1%
  - + galvanische Trennung
  - + bis 1000A
  - + DC bis 500kHz
- Nachteile:
  - - U-förmige Stromschiene
  - - höhere Störanfälligkeit als LEM-Messung

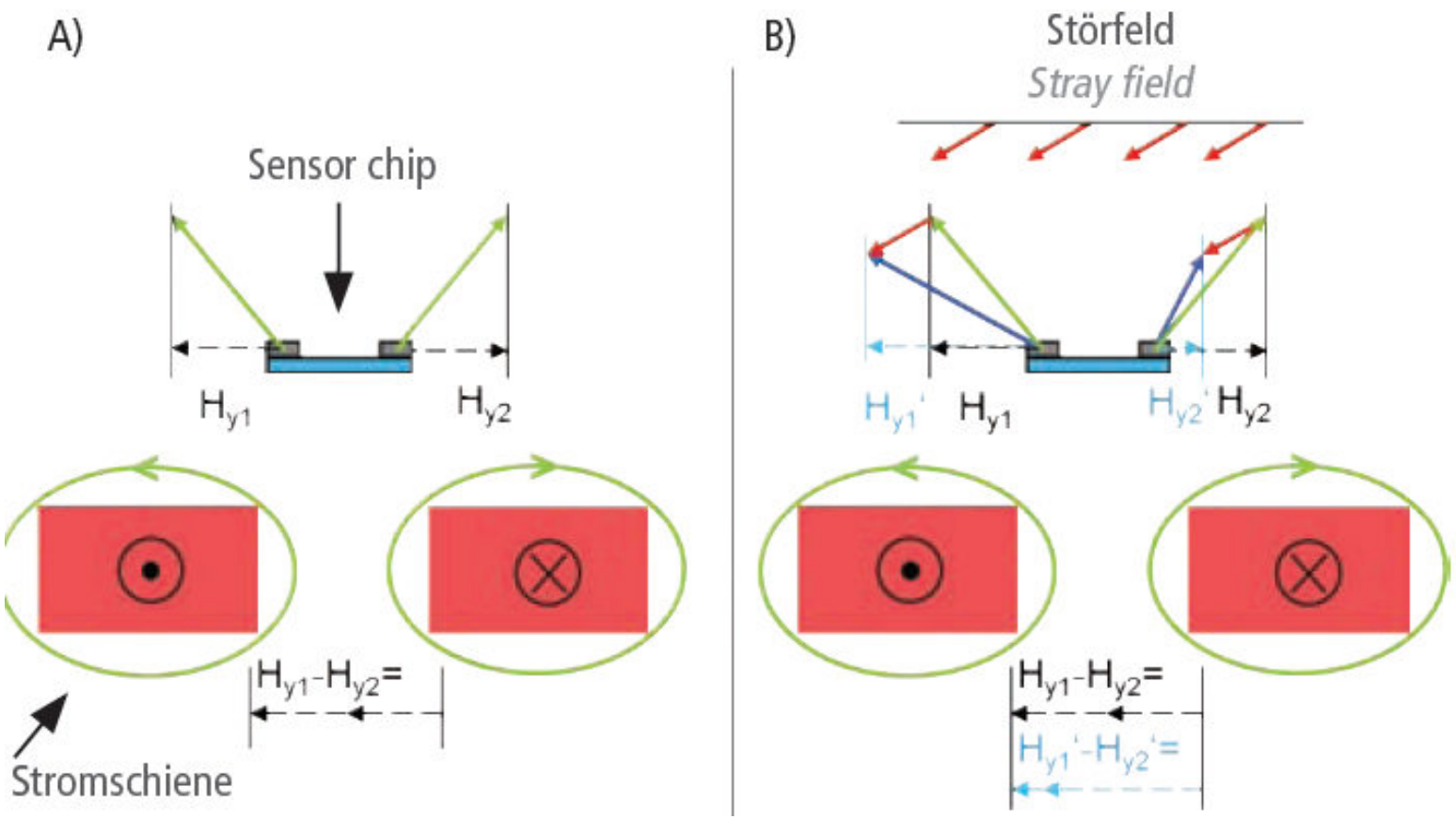
Messbrücke



Anordnung der magnetoresistiven Elemente auf der Stromschiene [SEN13]

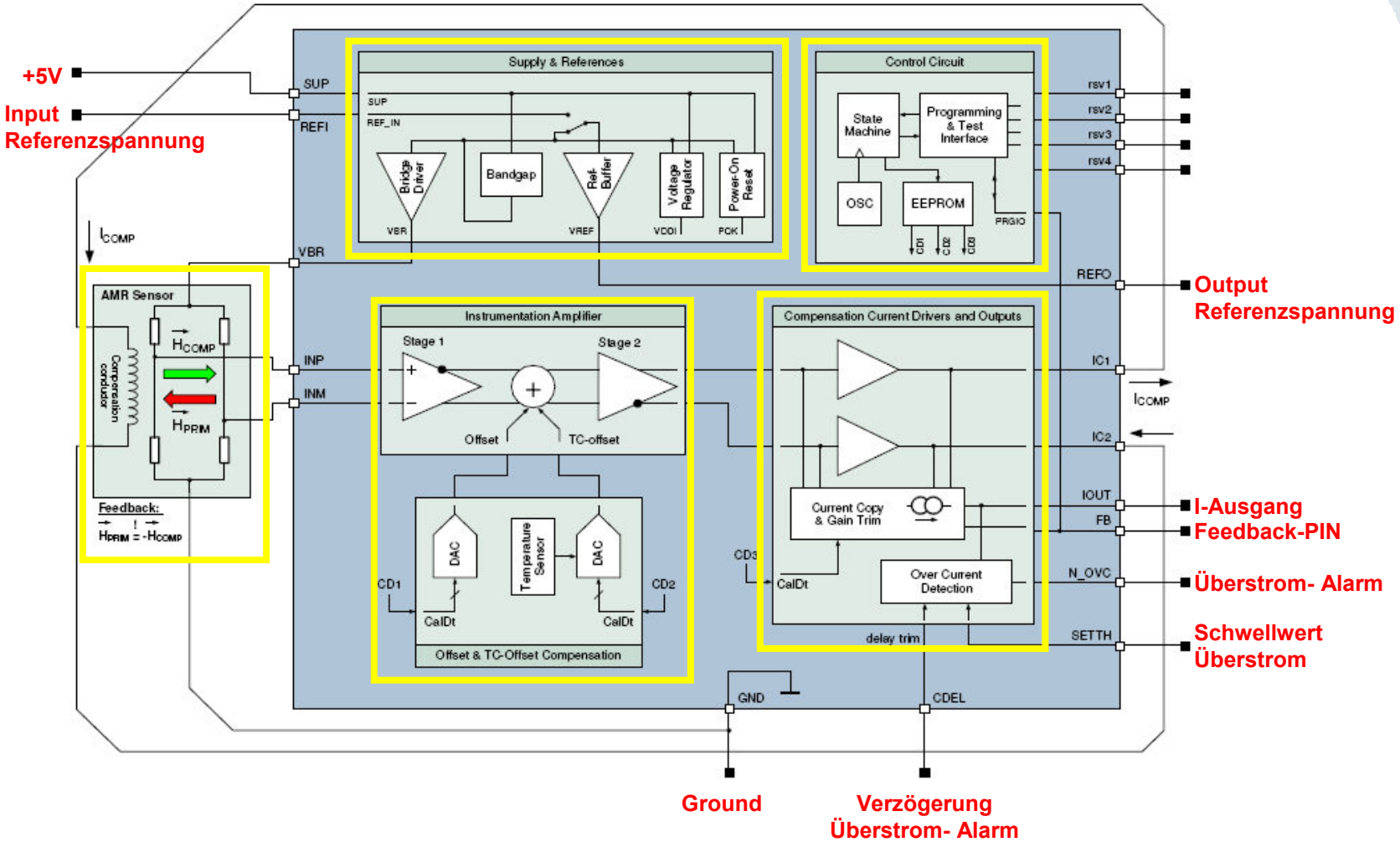
- kompensierende Differenzfeldmessung
- Wheatstone-Brücke
- Ausgang des Sensors: Kompensationsstrom

Funktionsprinzip



Differenzfeldmessung ohne (links) und mit (rechts) externem Störfeld [SEN13]

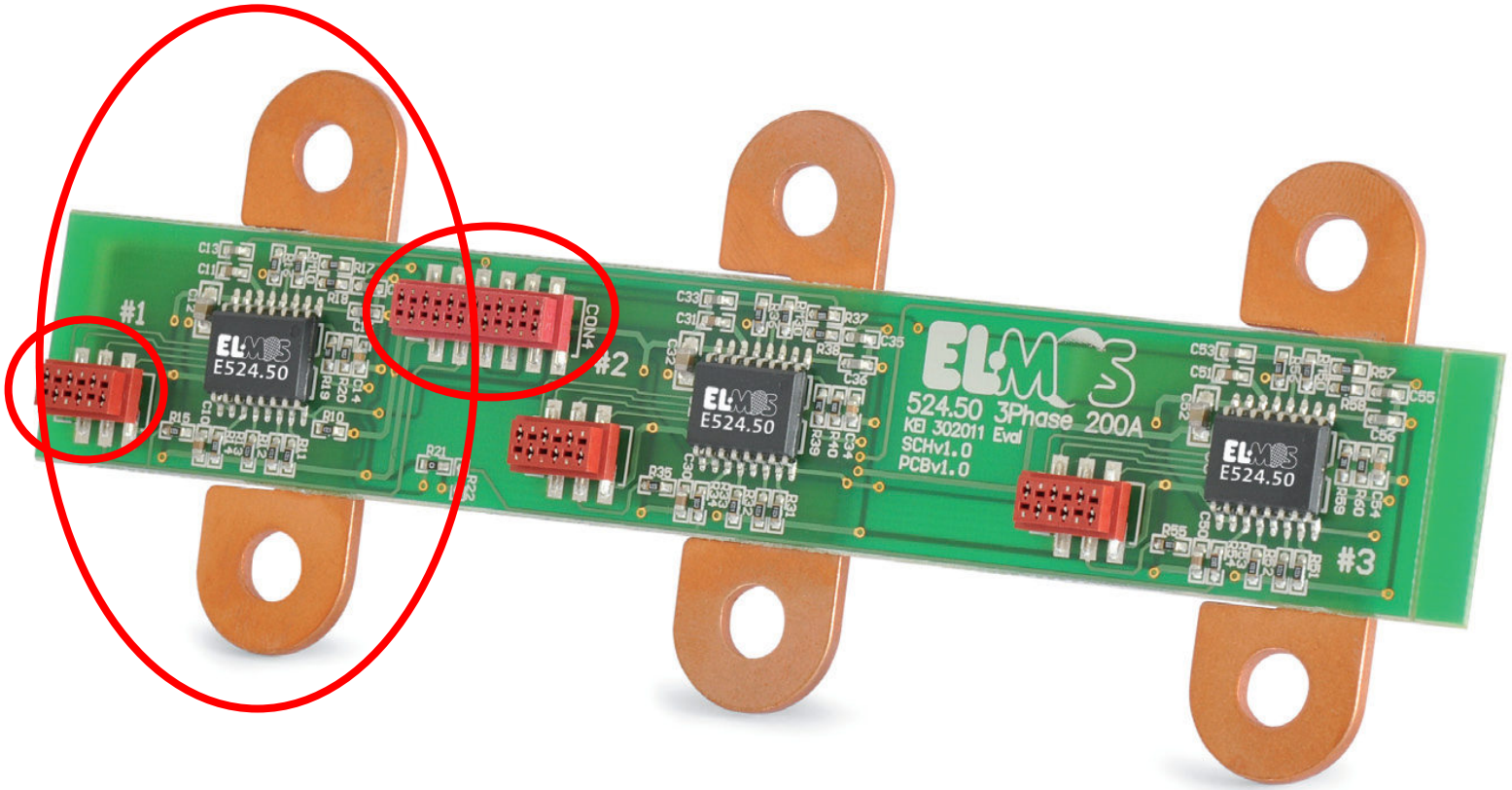
Interner Aufbau des CFS1000



Vereinfachtes Blockschaltbild des CFS1000 [SEN11]

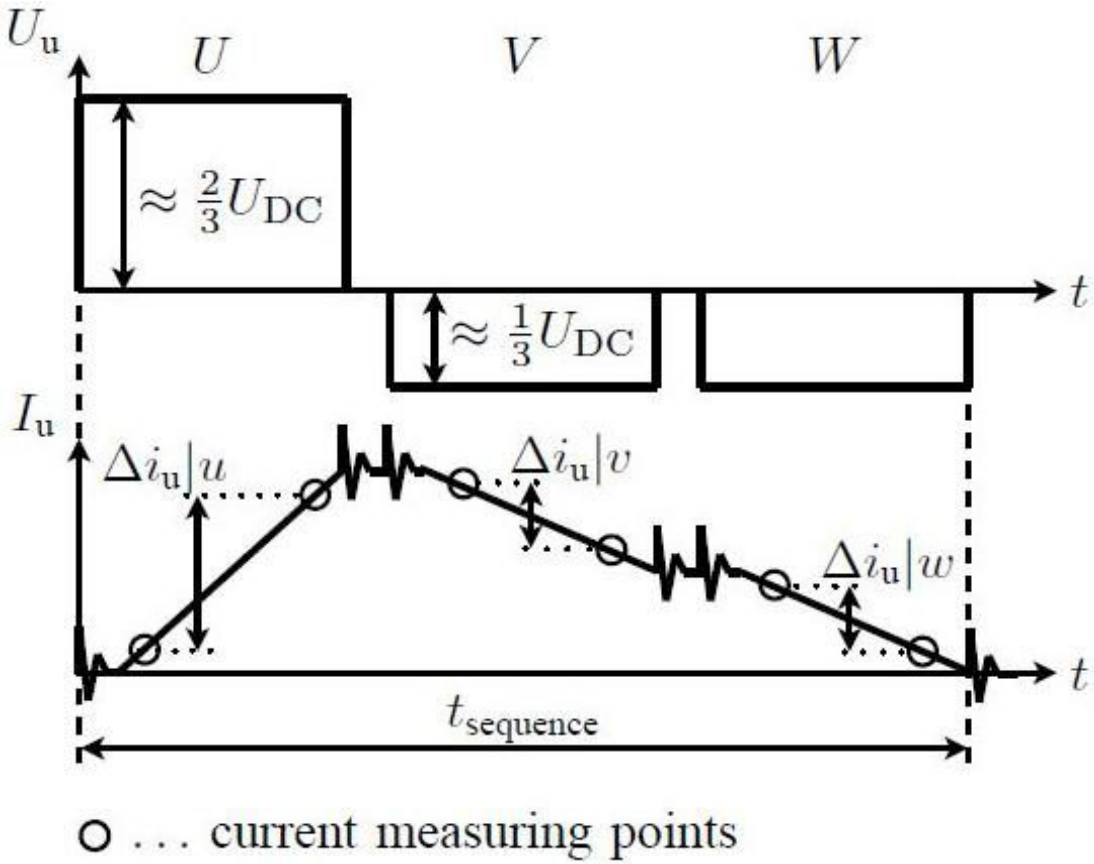
3-PHASIGES DEMOBOARD

3-phasiges Demoboard



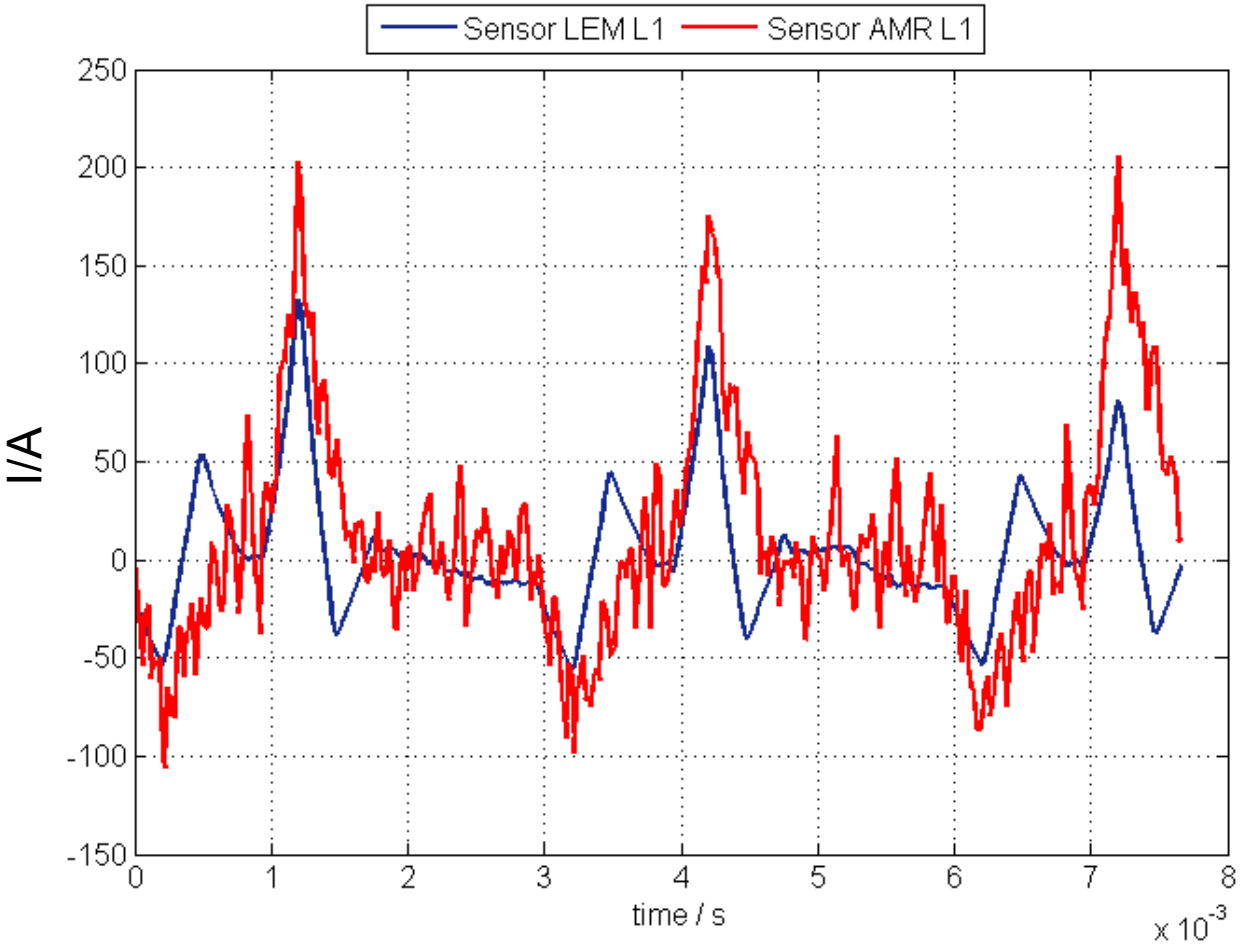
Evaluation Board [ELM11]

INFORM-Differenzstrommessung



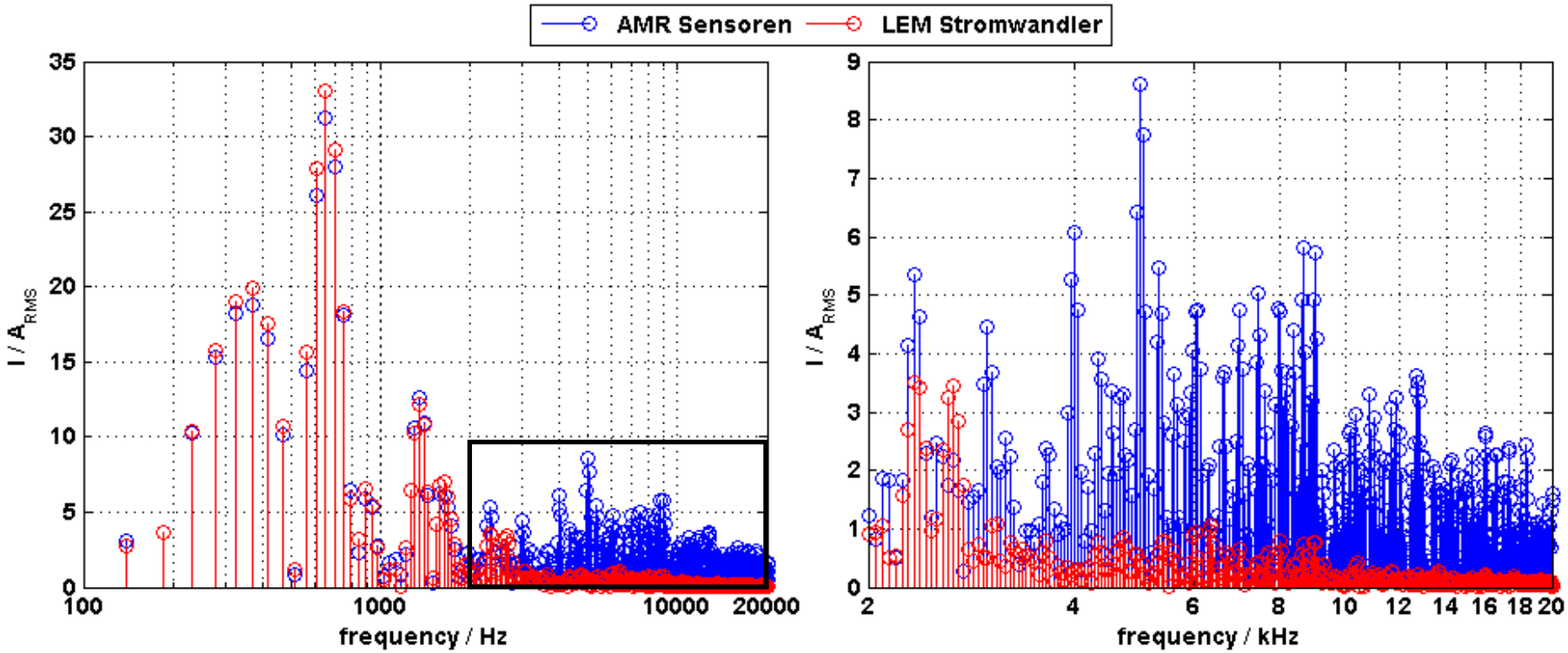
Testsignale U+V+W+ und Stromdifferenzmessung für INFORM [DEM13]

INFORM-Differenzstrommessung



Stromdifferenzmessung für INFORM mit Demoboard [FEI14]

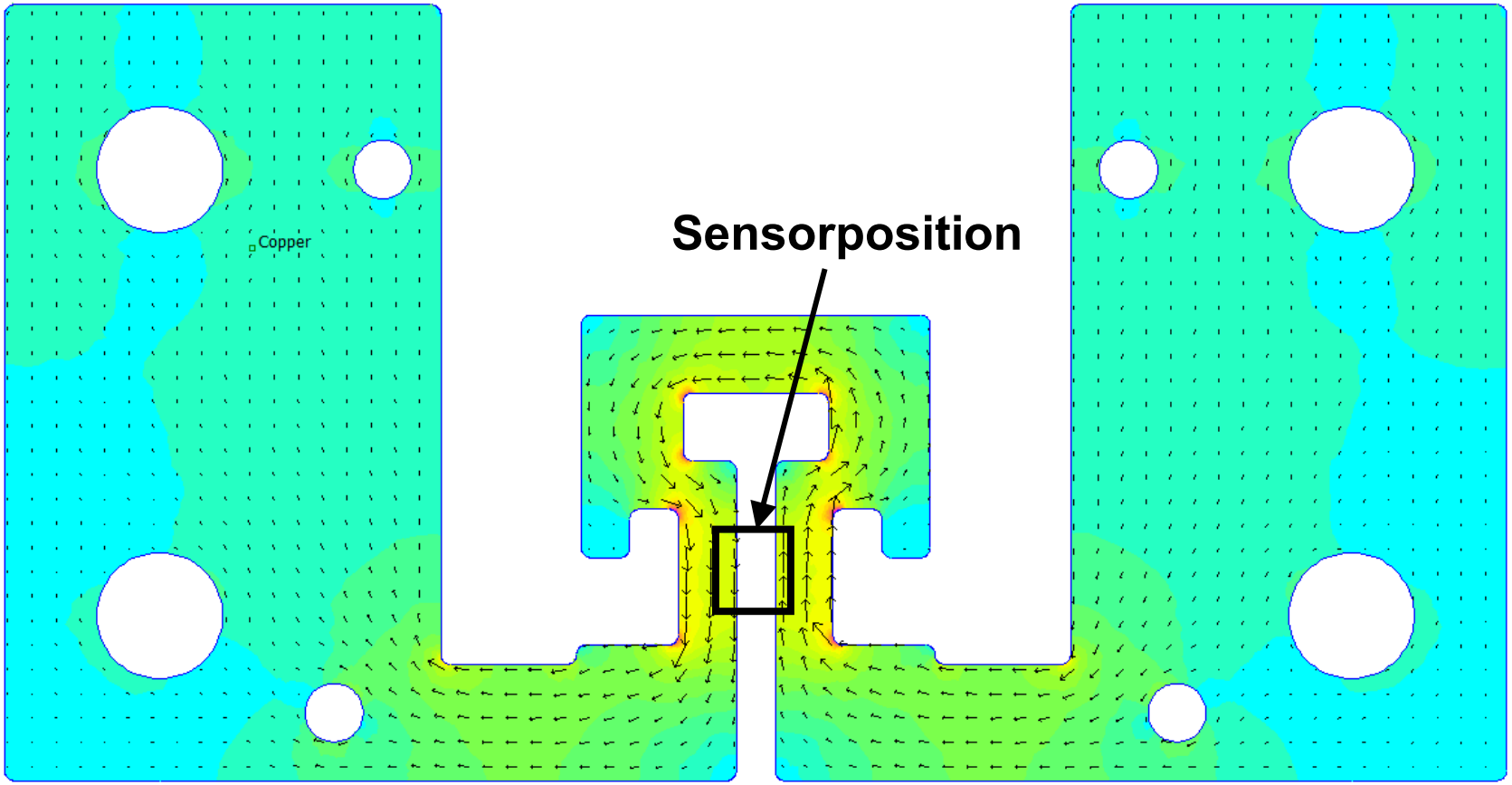
Fourieranalyse



Fourieranalyse Stromdifferenzmessung für INFORM mit Demoboard [FEI14]

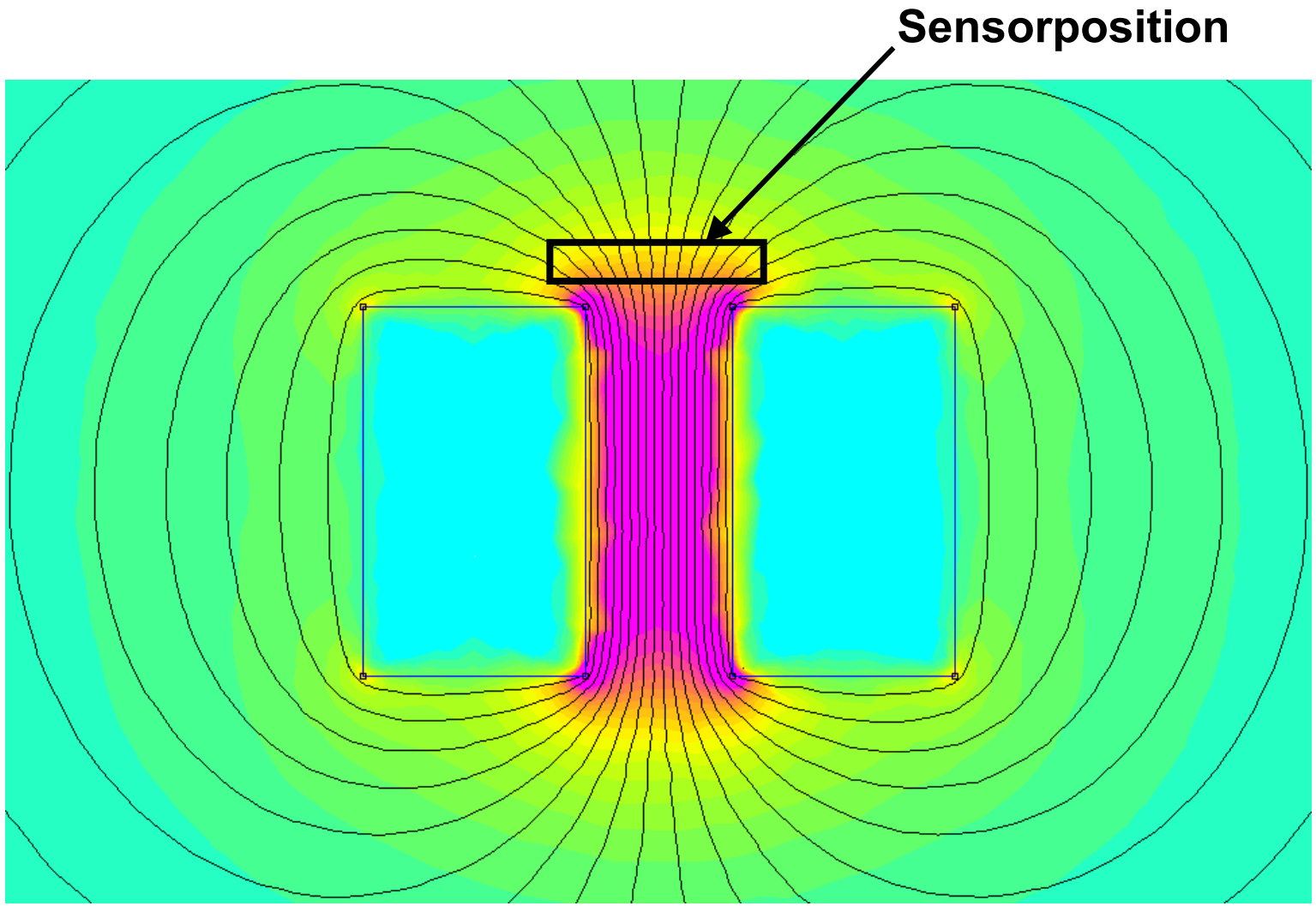
Eigenentwicklung Sensor- und Filterplatine

Analyse der Stromverteilung



Geometrie der Kupferschiene und simulierte Stromverteilung [FEI14]

Magnetfeldauswertung



Verlauf des magnetischen Feldes [FEI14]

Fertiger Aufbau

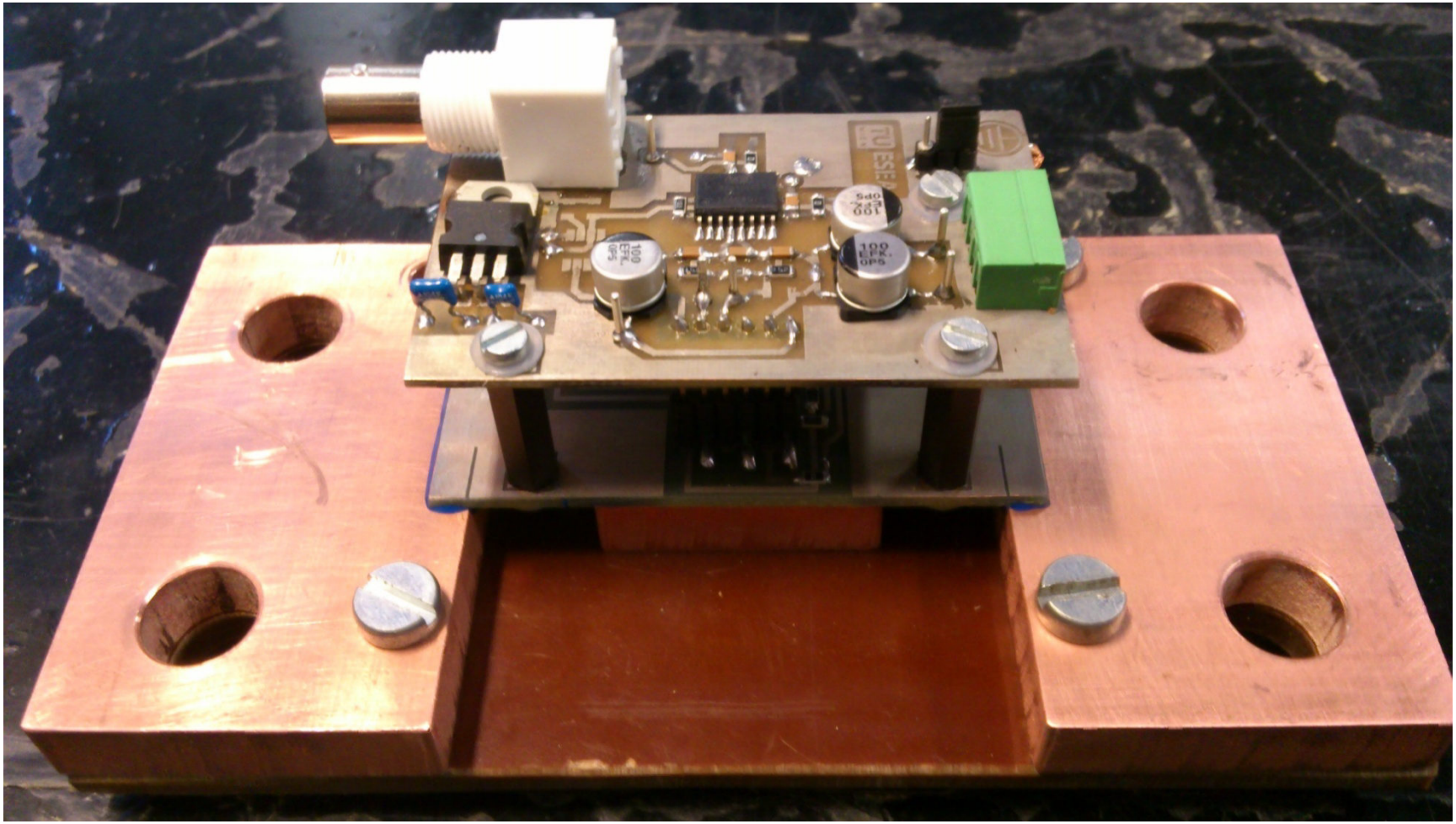
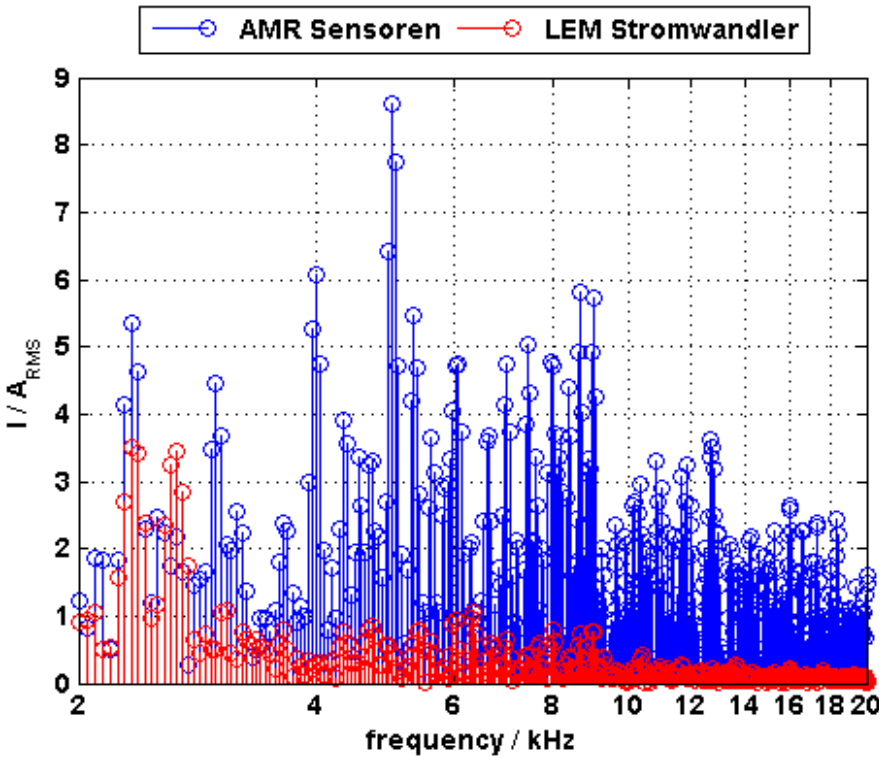
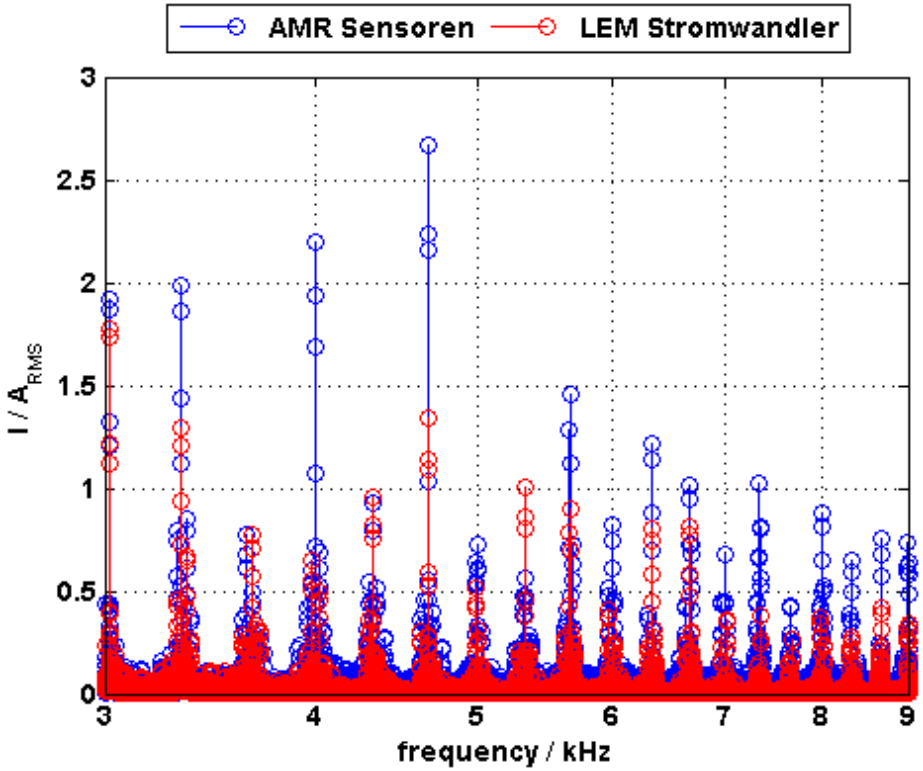


Foto Stromschiene, Sensor und Filterplatine [FEI14]

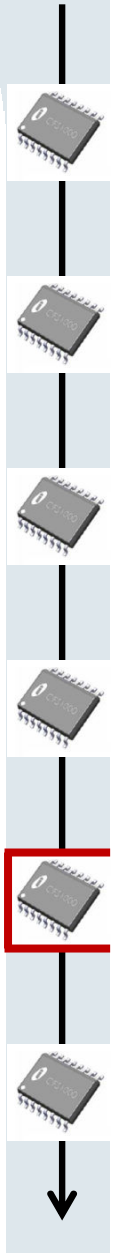
Fourieranalyse - Vergleich



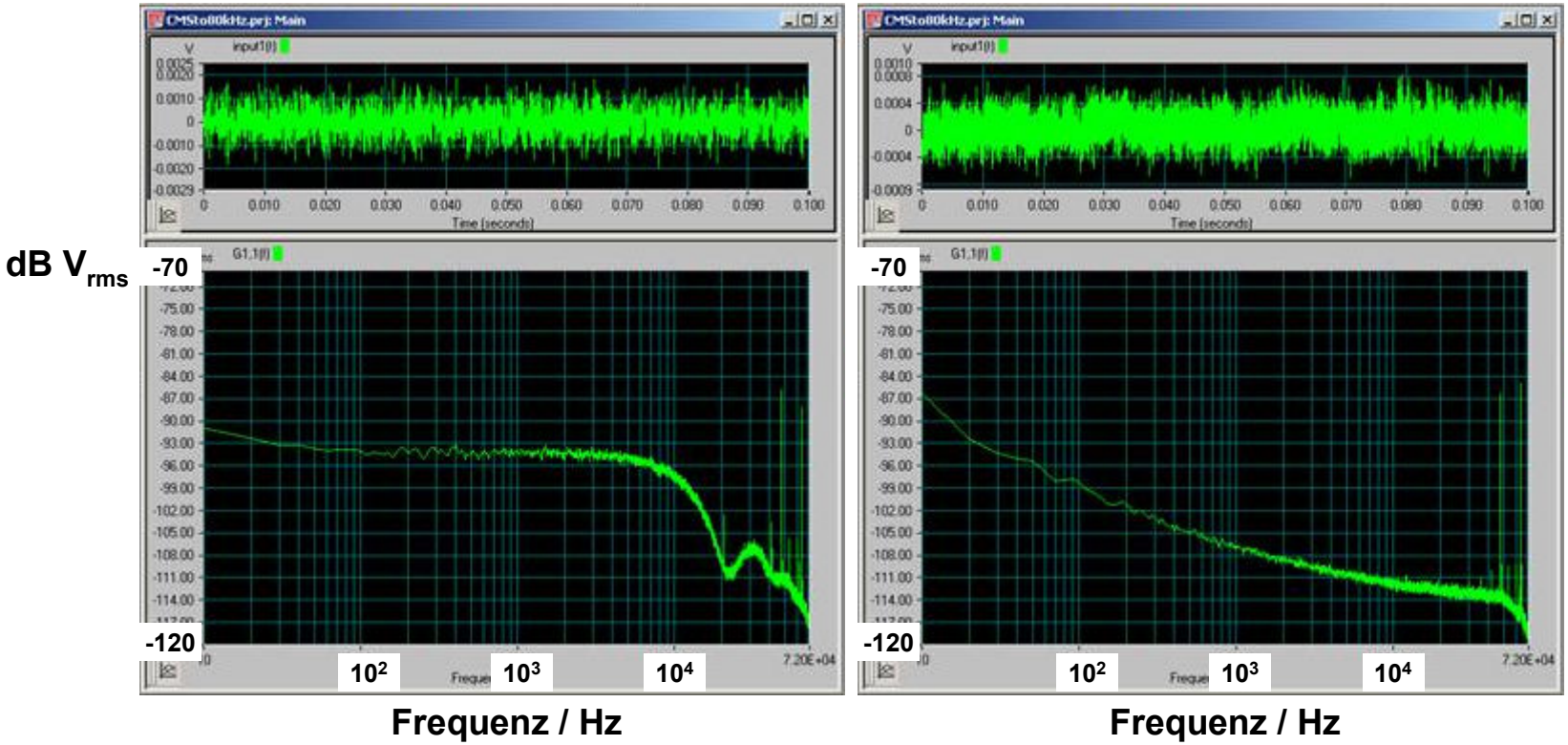


Fourieranalyse Stromdifferenzmessung für INFORM mit Demoboard (links) und eigener Auswertung (rechts) [FEI14]

CFS1000 OHNE AUTO-ZERO-FUNKTION

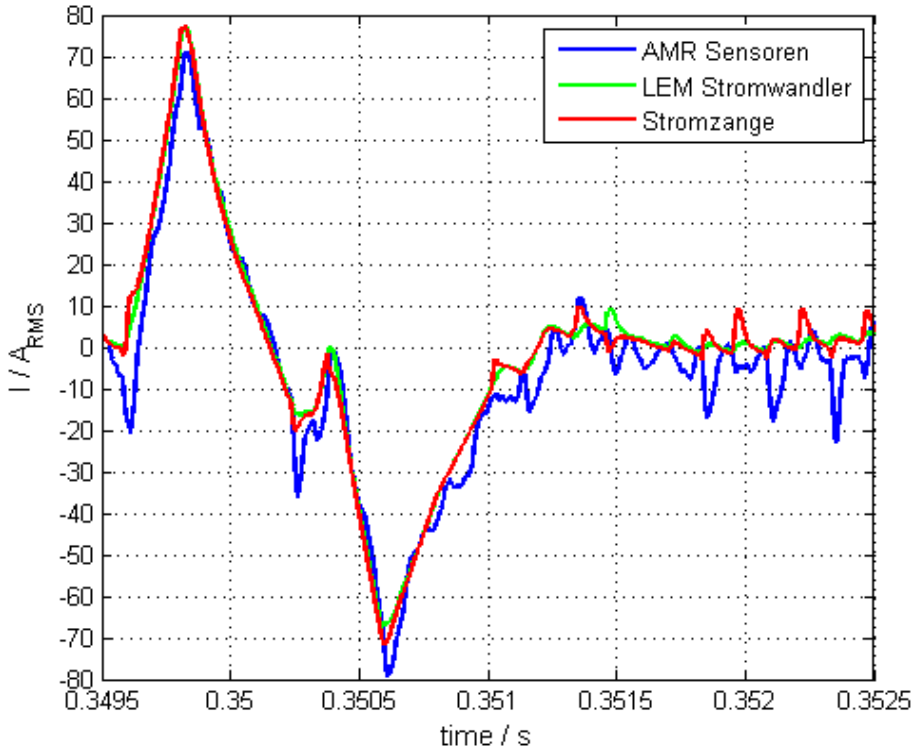


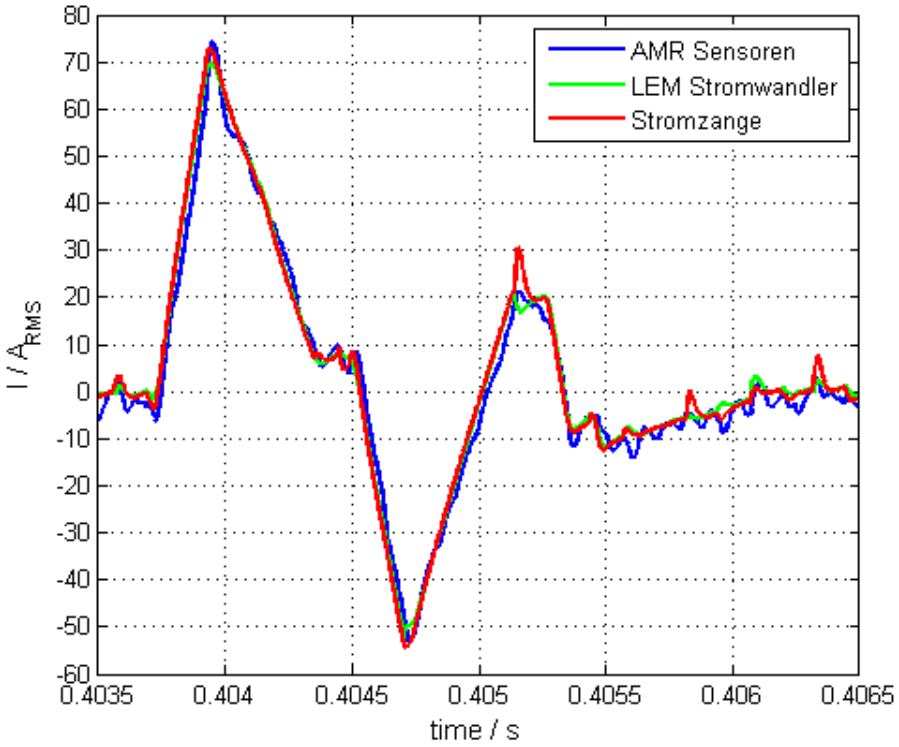
Änderung der Sensor-Konfiguration



Simulationen zur Ermittlung des Rauschspektrums
mit (links) und ohne (rechts) Auto-Zero-Funktion [BRU14]

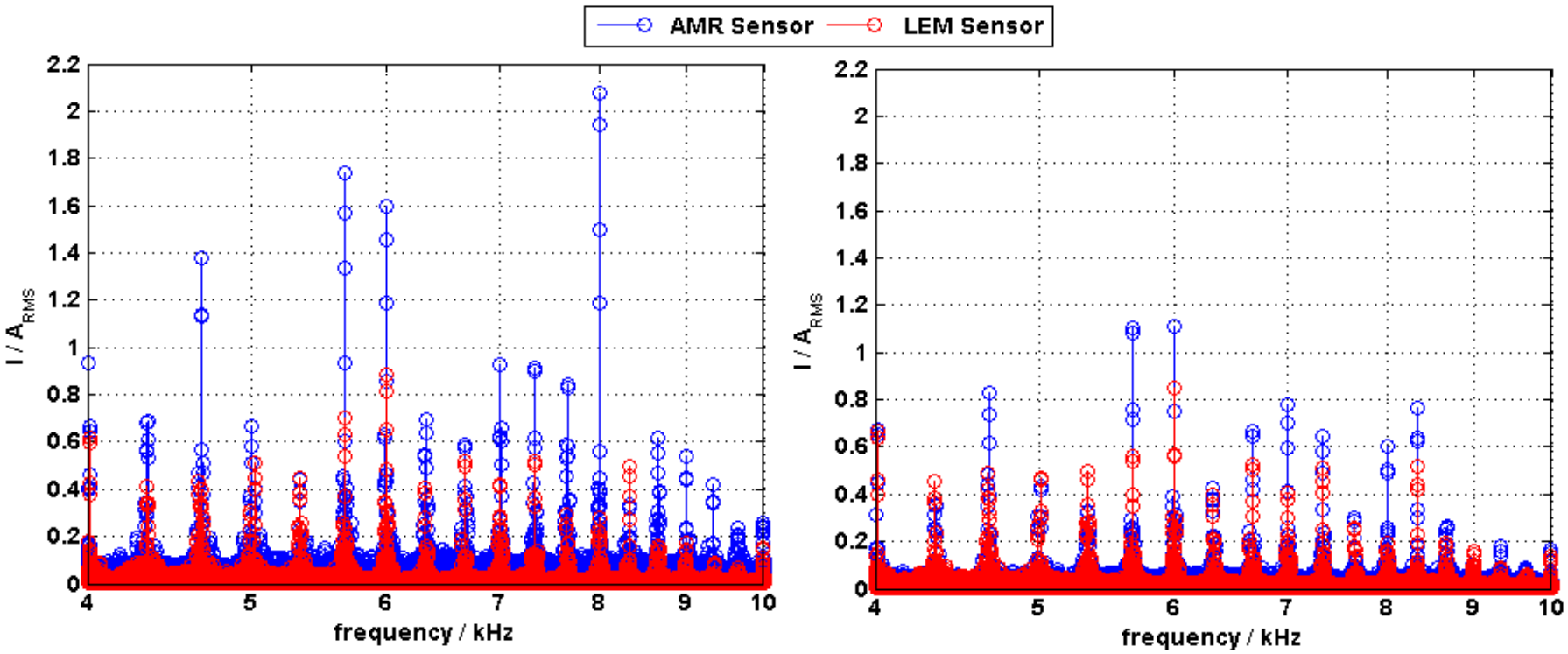
Vergleich INFORM-Auswertung





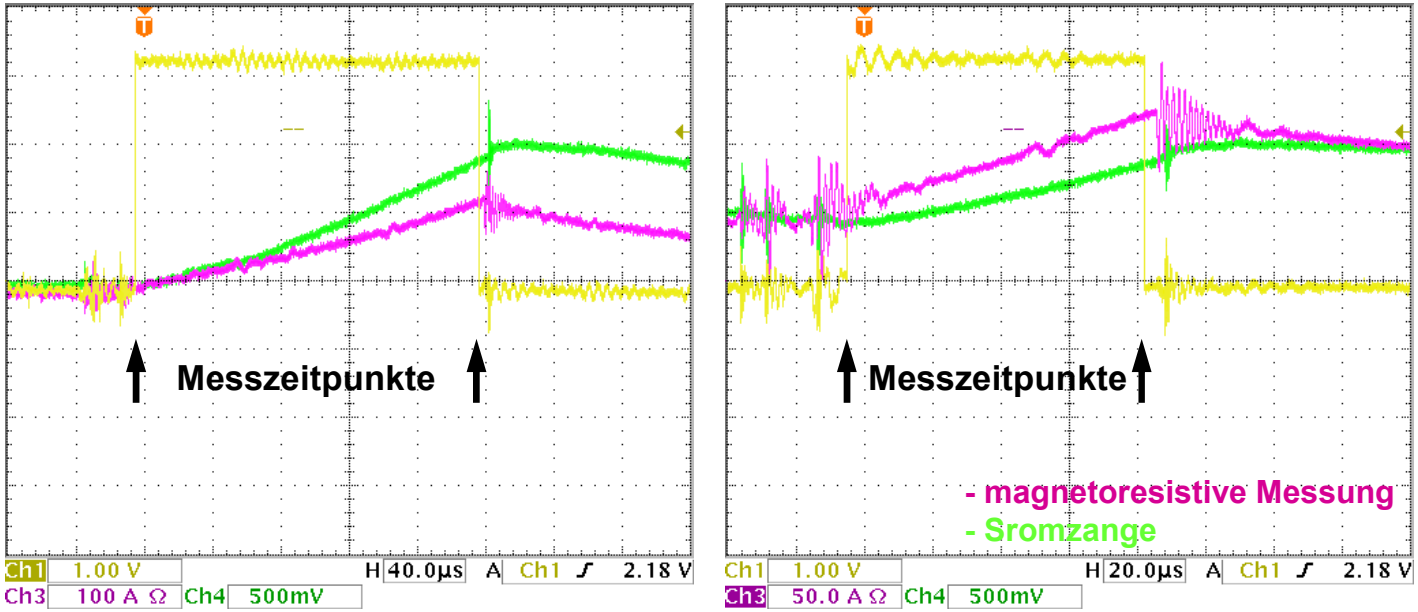
Vergleich der Differenzstrommessung für INFORM mit Auto-Zero-Funktion (Serienprodukt – links) und ohne Auto-Zero-Funktion (Sample – rechts) [FEI14]

Vergleich Fourieranalyse



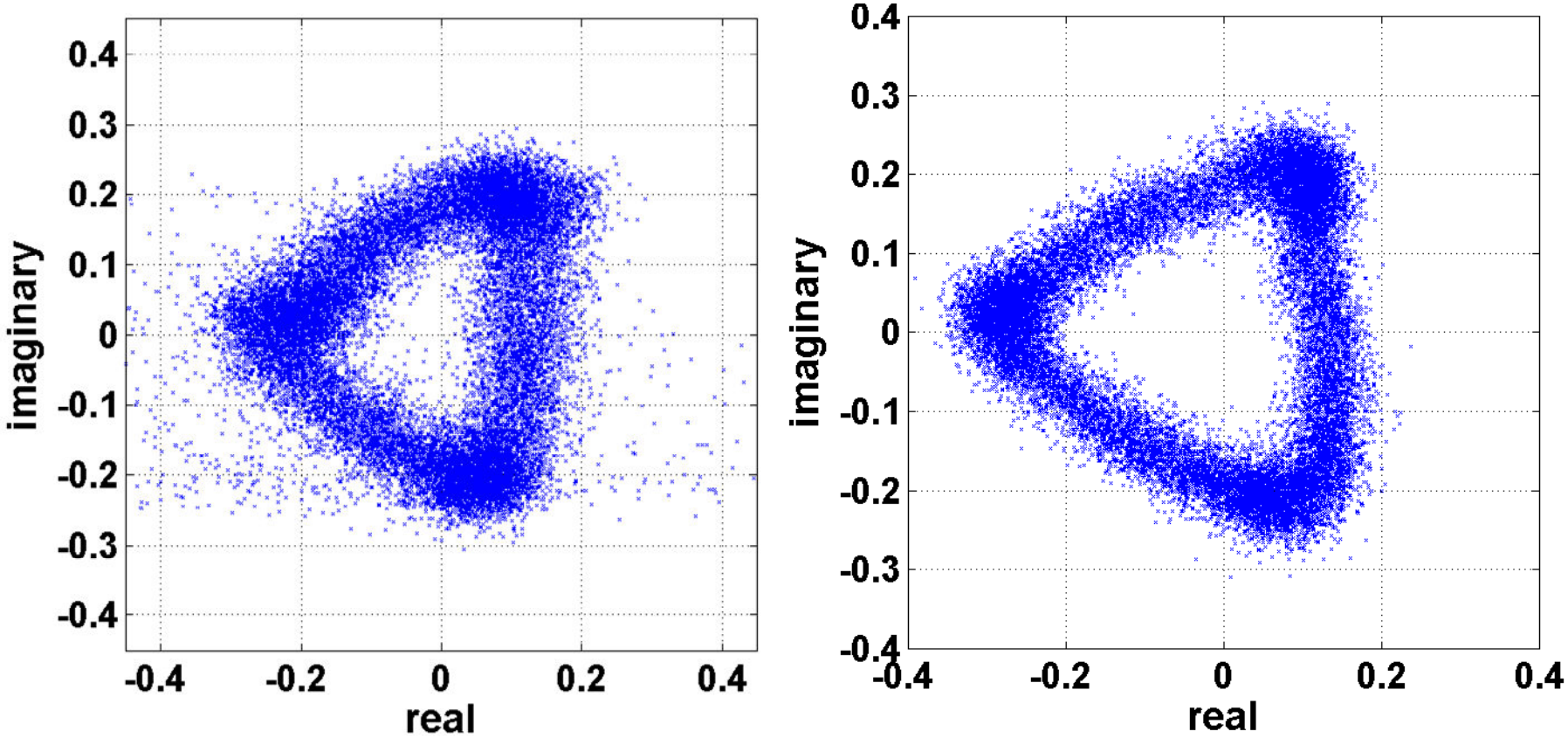
Fourieranalyse der Differenzstrommessung für INFORM mit Auto-Zero-Funktion (Serienprodukt – links) und ohne Auto-Zero-Funktion (Sample – rechts) [FEI14]

Vergleich INFORM-Auswertung



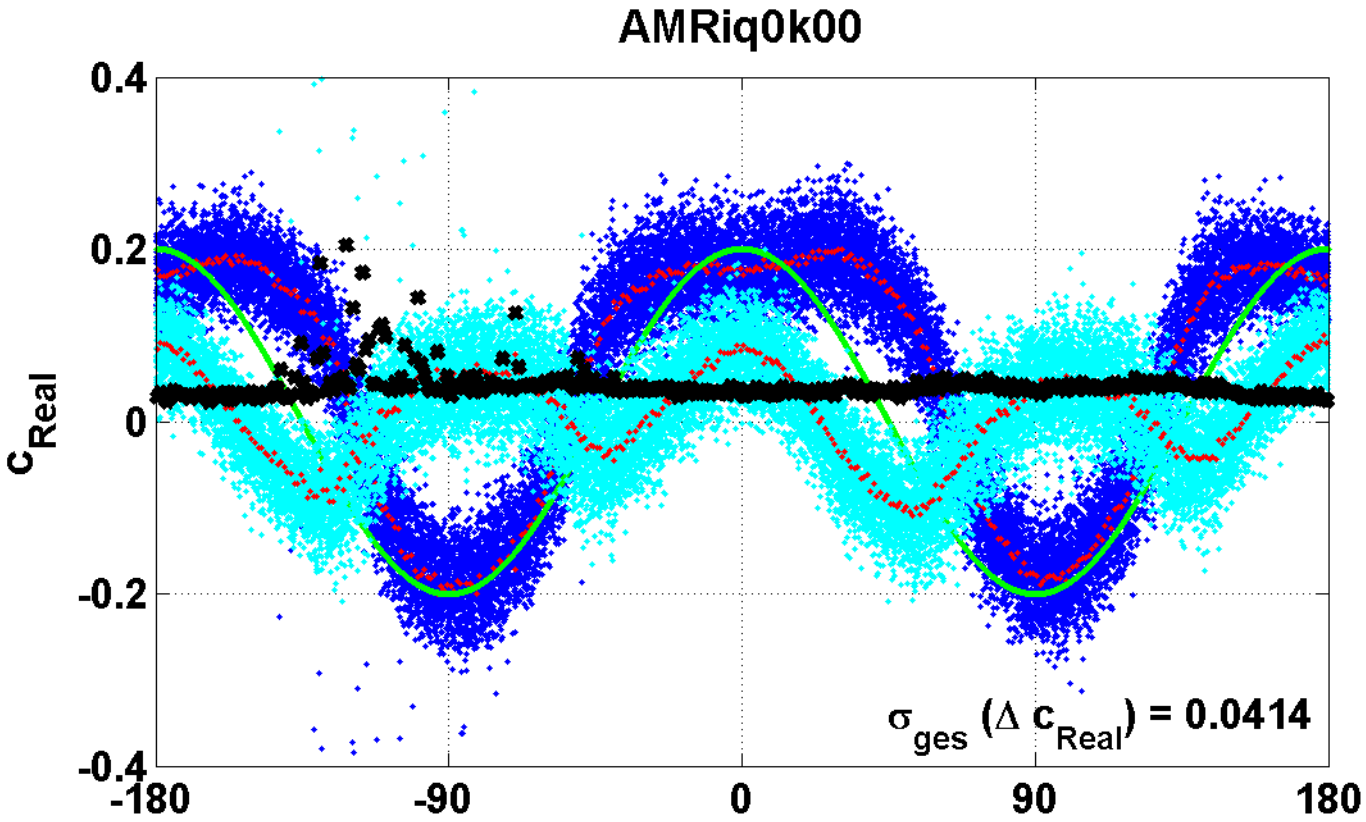
Stromdifferenzmessung für INFORM
Leerlauf (links), Nennstrom (rechts)

Vergleich INFORM-Auswertung



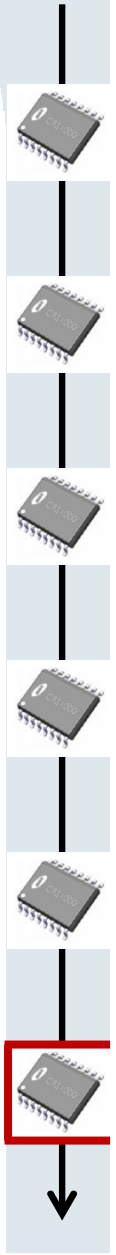
INFORM-Ortskurven bei Nennstrom mit AMR-Messung (links) und interner Strommessung(rechts) [FEI14]

Statistische Auswertung



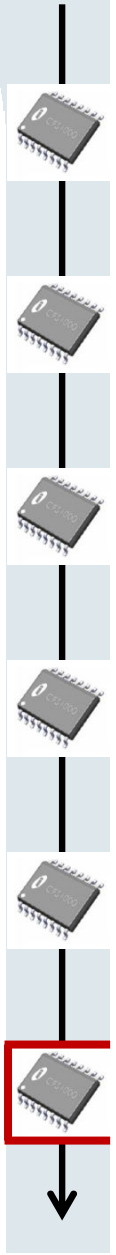
Abweichung der INFORM-Auswertung bei Leerlauf [FEI14]
Leerlauf: σ +50%
Nennstrom: σ +460%

Zusammenfassung



Zusammenfassung

- Sensor geeignet für DC- & AC-Messung
- für INFORM-Verfahren bedingt geeignet
- weitere Störunterdrückung nötig



Quellenangaben

- **[BRU14]**
  M. Brusius, **Simulationen zur Ermittlung des Rauschspektrums,** Lahnau, Germany, Jänner 2014
- **[CAR09]**
  M.J.Caruso, C.H. Smith, **Anisotropic Magnetoresistive Sensors Theory and Applications,** 2009
- **[DEM13]**
  F. Demmelmayr, **Development and Sensorless Control of PM Outer Rotor Traction Machines,** Dissertation, TU Wien, Juni 2013
- **[ELM11]**
  Elmos Semiconductor AG, **E524.50 Integrated AMR Current Sensor - Evaluation Board**, Application Note, Februar 2011
- **[FEI14]**
  M. Feischl, **Hochdynamische Stromerfassung für Antriebe mit magnetoresistiven Sensoren,** Bakkalaureatsarbeit, TU Wien, März 2014
- **[SEN11]**
  Sensitec GmbH, **CFS1000, Integrated MagnetoResistive Current Sensor**, Preliminary data sheet, September 2011
- **[SEN13]**
  Sensitec GmbH, **Magnetoresistive Stromsensoren,** Lahnau, Germany, Juli 2013

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

ESEA
Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!