



University of Applied Sciences

HOCHSCHULE  
EMDEN·LEER



Rolf Janssen GmbH  
Elektrotechnische Werke

# Fremdfeldbeeinflussung auf Messstromwandler in der Niederspannung

Oliver-Luca Schmidt

Betreuung:

Dr.-Ing. Sandro Günter

Dipl.-Ing. Rainer Ludewig

25. November 2025

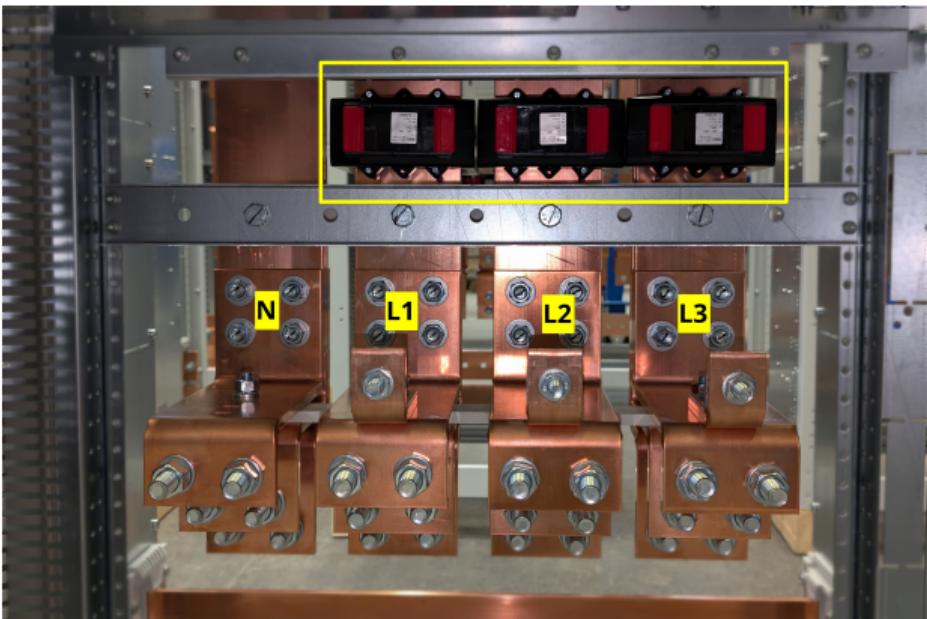
# Agenda



- ▶ Einleitung
- ▶ Problemstellung und Lösungsansätze
- ▶ Versuchsaufbau und Durchführung
- ▶ Exemplarische Messergebnisse
- ▶ Vergleichende Analyse

# Motivation und Problemstellung

- ▶ Trend zu hoher Leistungsdichte auf minimalem Bauraum
- ▶ Hohe Primärströme bei geringen Schienenabständen
- ▶ Starke magnetische Fremdfeldkopplung



Kompakte Feldverteilung

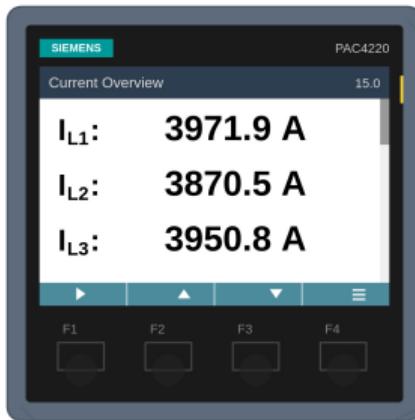
# Messabweichung & wirtschaftliche Relevanz



Referenz (Kl. 0,2S)

Ergebnis (Fokus):

L2: 0,047 %



Prüfling (Kl. 1,0)

Ergebnis (Fokus):

L2: -3,24 %

**Wirtschaftlicher Verlust**  
≈ 50 000 € / Jahr  
(Beispielrechnung, Dauerlast)

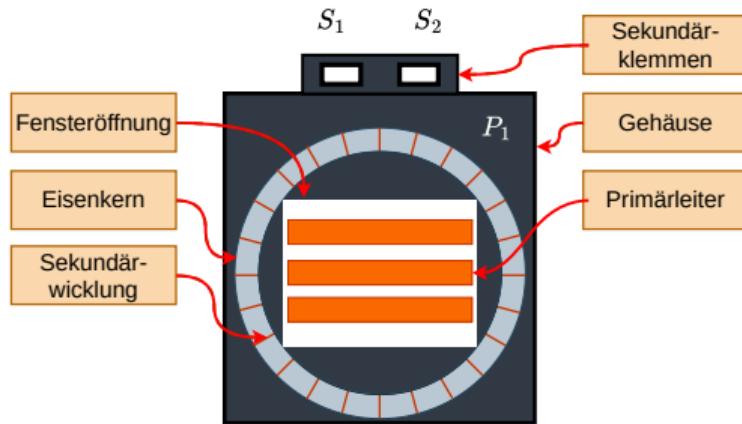
# Zielsetzung der Arbeit



- ▶ Systematische Analyse der Fehler im Drehstromsystem
- ▶ Vergleich von Standard-, Kompensierten- und Spezialwandlern
- ▶ Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Neukonstruktion

## Aufgaben des Messstromwandlers

- ▶ Transformation hoher Primärströme ( $1\text{ A} / 5\text{ A}$ )
- ▶ Galvanische Trennung
- ▶ Bündelung des magnetischen Flusses



Prinzipieller Aufbau eines Aufsteckstromwandlers

# Physikalisches Problem: Fremdfeldeinfluss

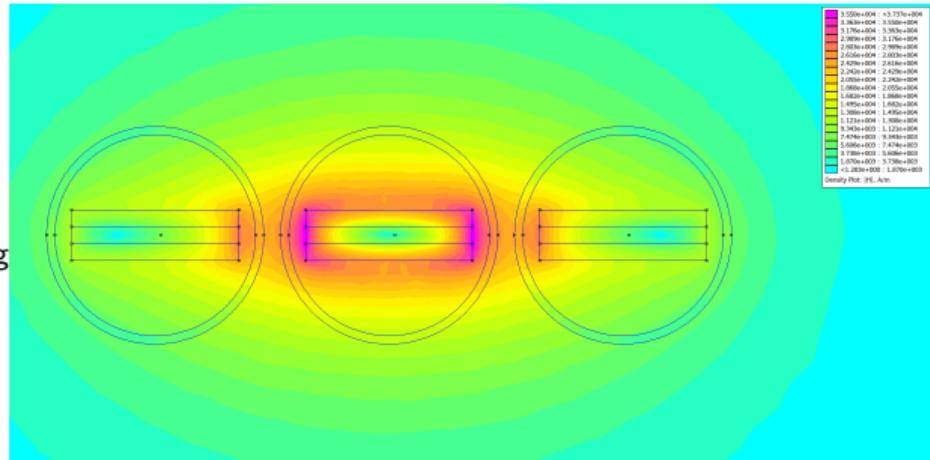
## Ursache: Räumliche Nähe

- ▶ Starke Magnetfelder der Nachbarleiter koppeln ein

## Wirkung: Partielle Sättigung

- ▶ Nutzfluss + Störfluss  $\Rightarrow$  lokale Sättigung
- ▶  $\mu_r$  sinkt  $\Rightarrow$  Magnetisierungsanteil steigt

**Resultat: Sekundärstrom sinkt  $\Rightarrow$**   
**Messung zeigt zu wenig an.**

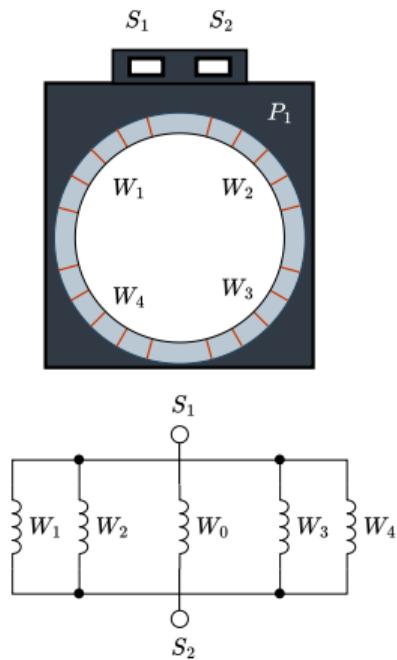


Simulation: Feldstärkeverteilung  $|H|$  bei 2500 A — mittlere Phase (L2) wird von beiden Nachbarphasen überlagert.

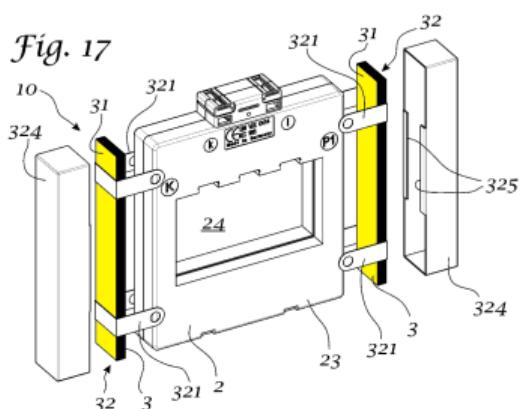
# Technologievergleich



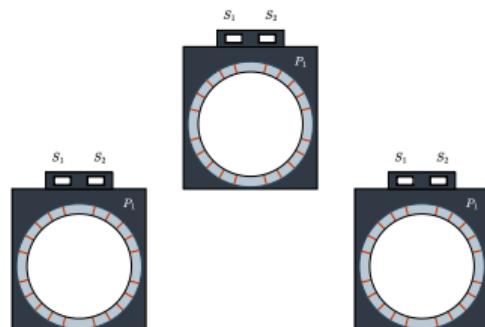
Kompensiert



FFP



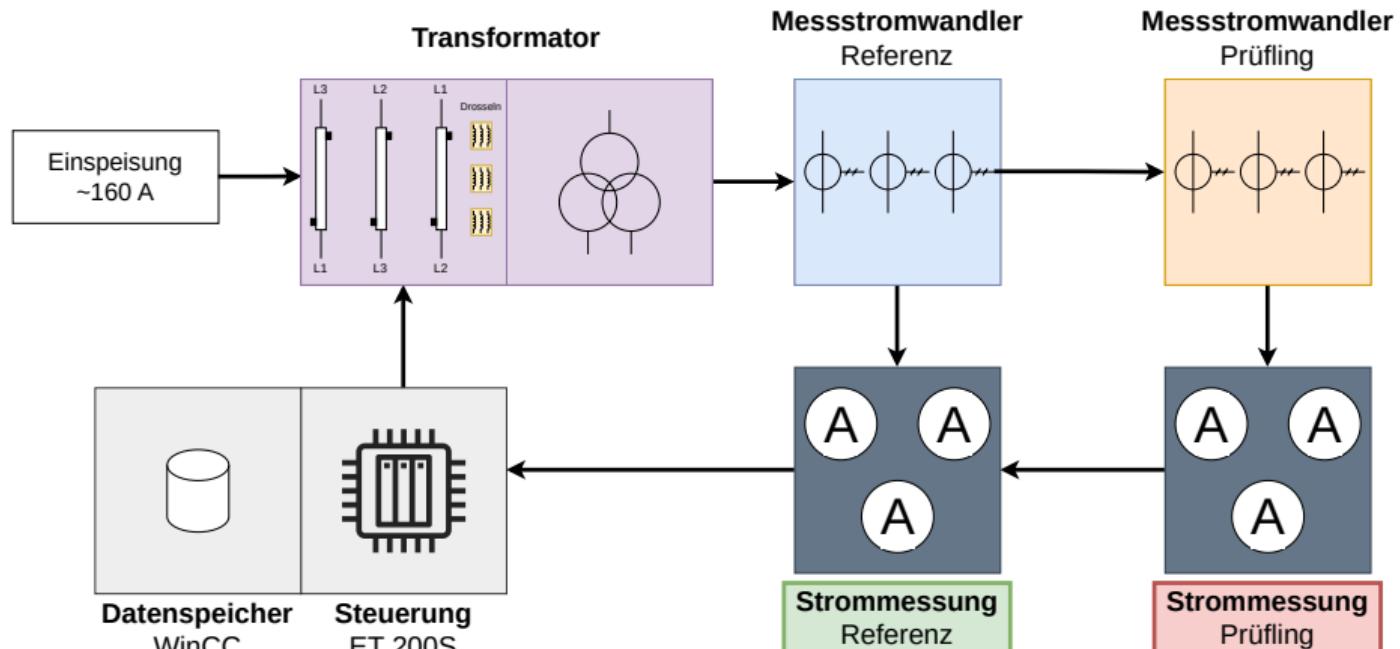
Dreieck (Standardwandler)



Quelle: Patent DE102021106843A1 (Redur)

# Versuchsaufbau: Hochstrom-Prüfstand

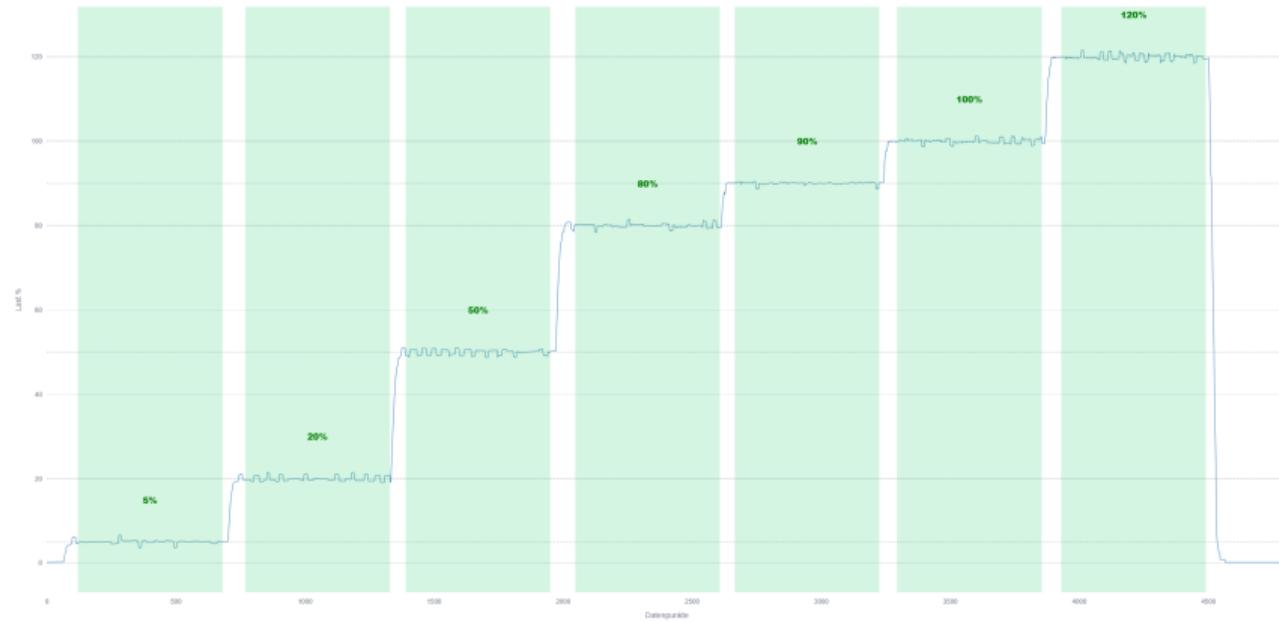
## Schematischer Aufbau der automatisierten Messstrecke



# Lastprofil und Prüfablauf



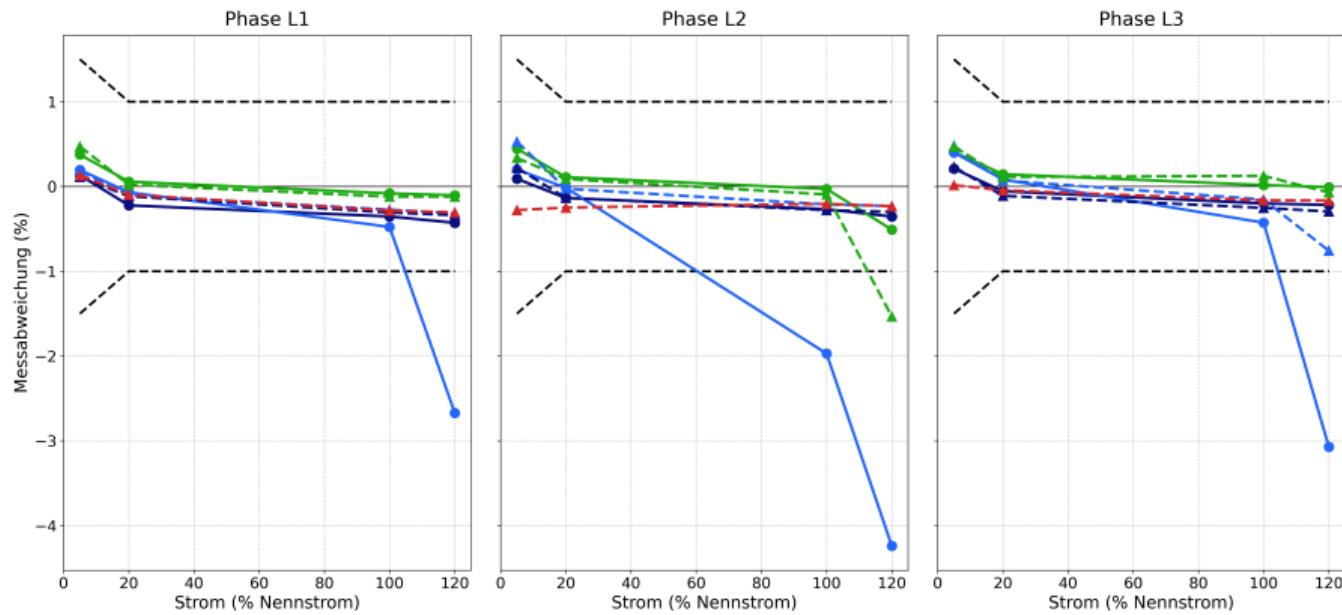
Visualisierung der automatisierten Messsequenz



# Genauigkeitsmessung bei 2000 A (Linearer Bereich)

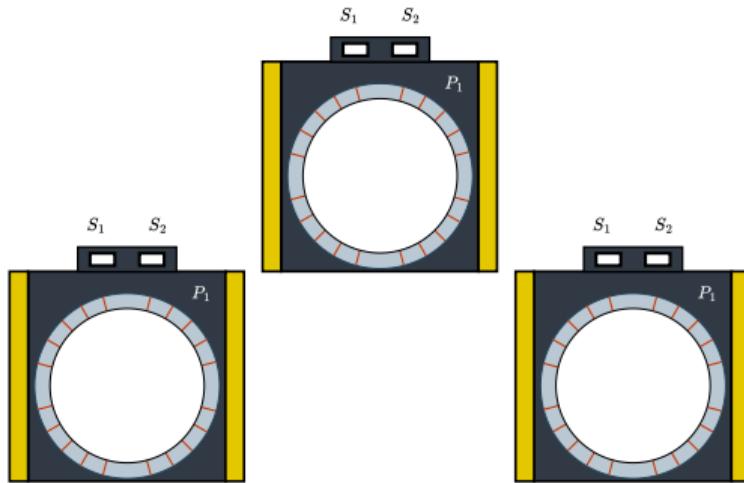
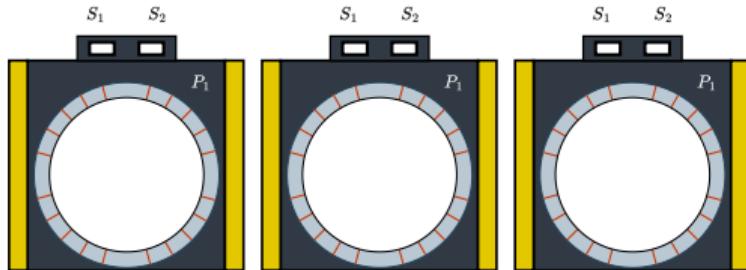


Fehlerverlauf bei 2000 A



--- Grenzwert    ● Celsa Parallel    ▲ Celsa Dreieck    ▲ Redur Dreieck

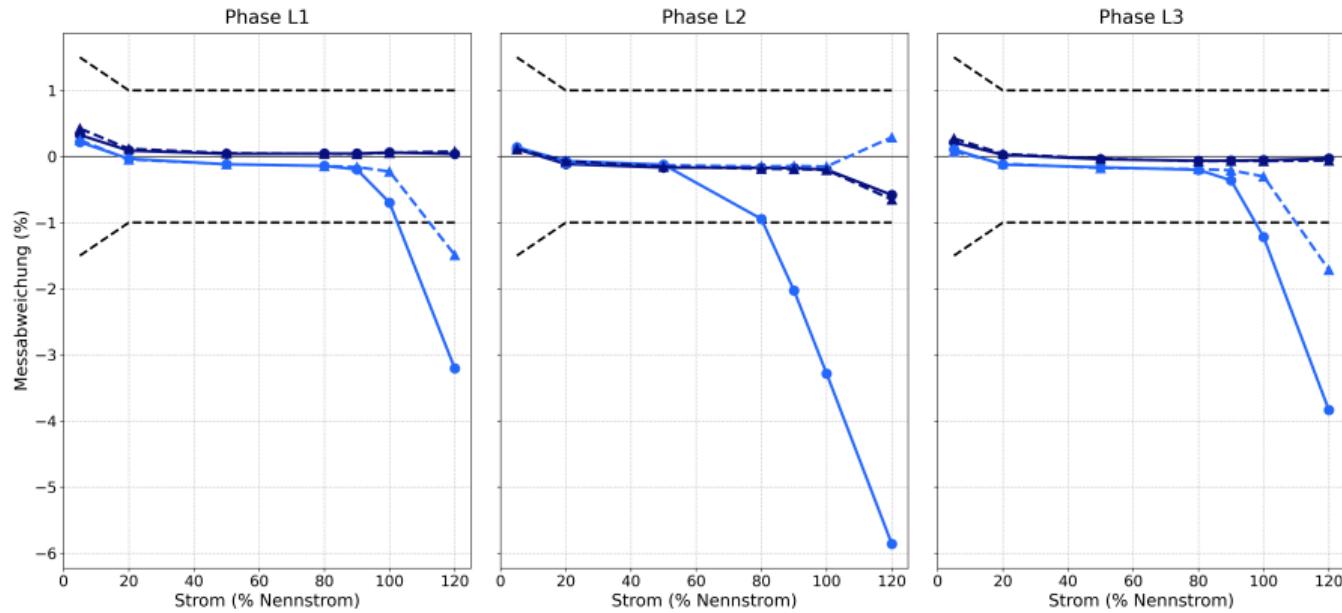
# Aufbau FFP-Wandler (kompensiert)



# Genauigkeitsmessung bei 4000 A (Kritischer Bereich)



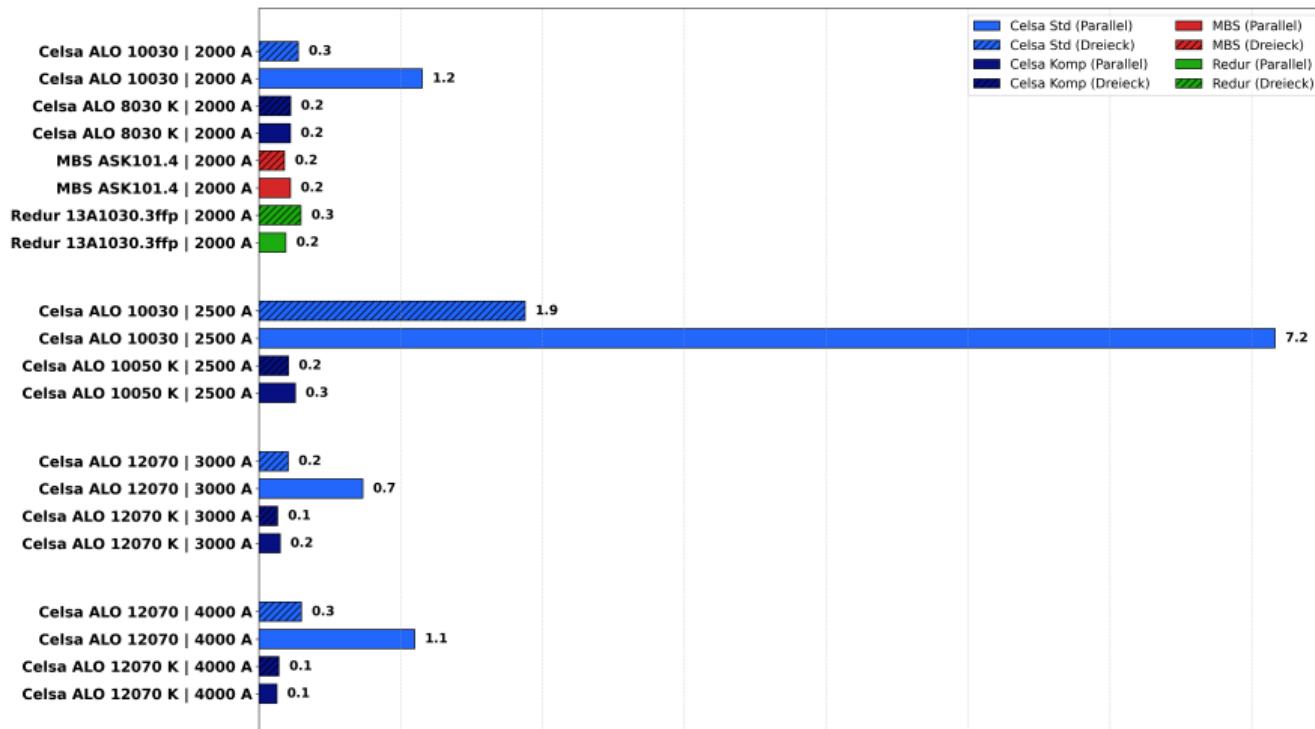
Fehlerverlauf bei 4000 A



# Gesamtfehler im Vergleich: Parallel vs. Dreieck



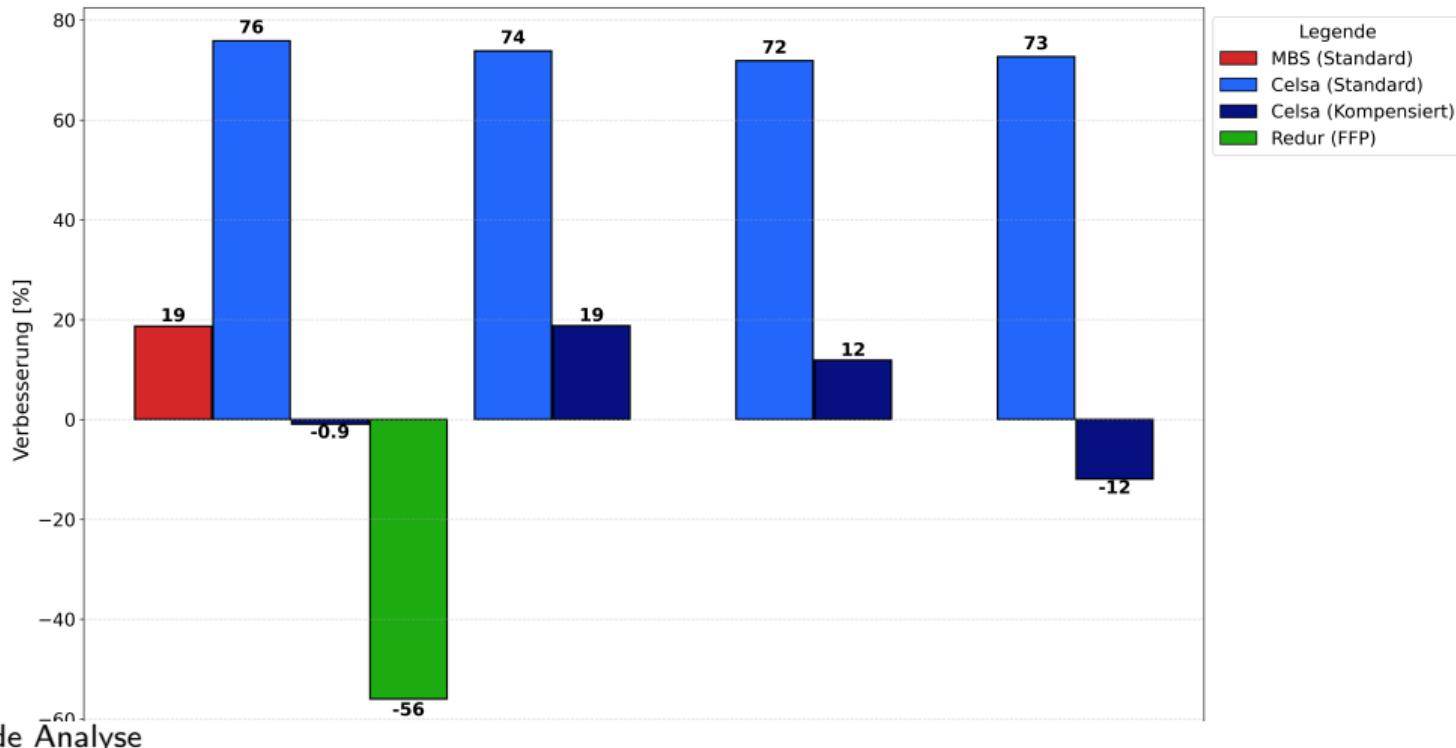
Wahre Fehler (Parallel vs. Dreieck)



# Wirksamkeit der geometrischen Optimierung



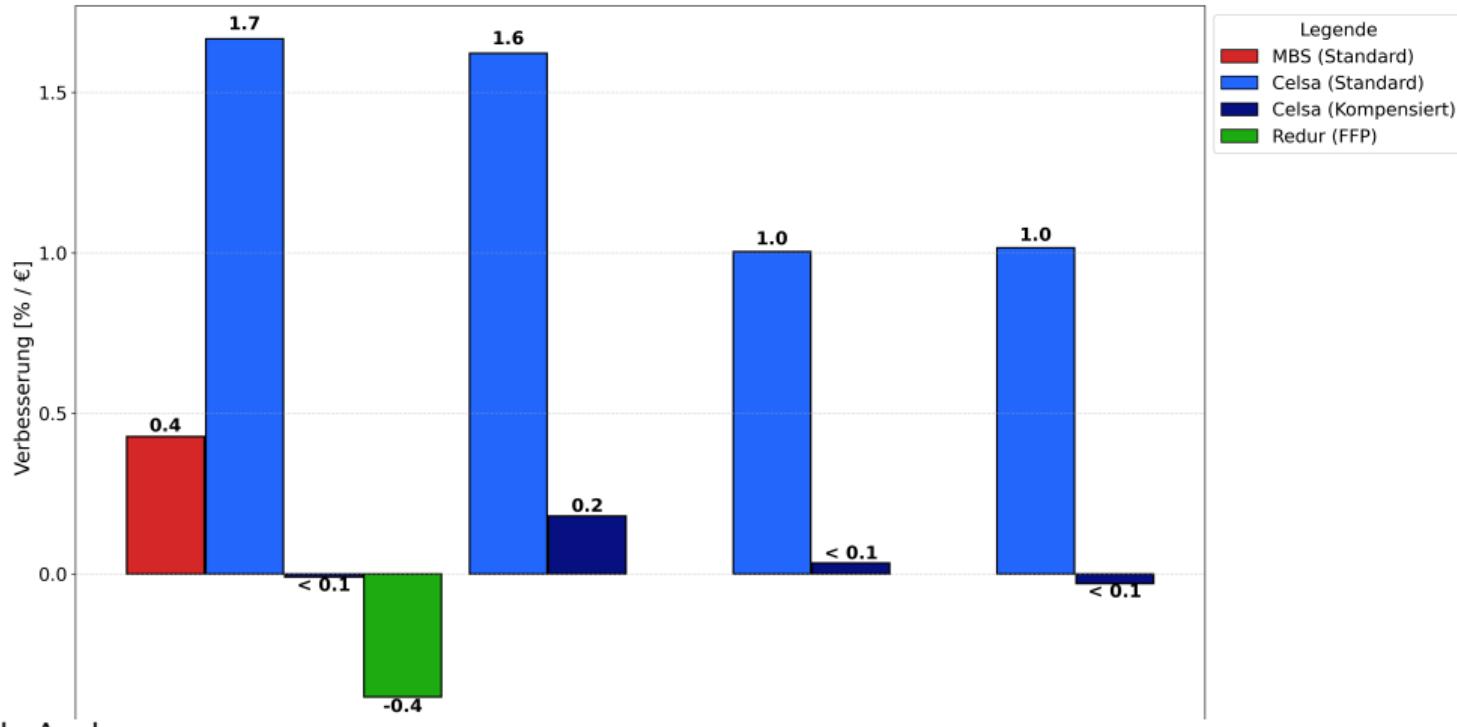
Diagramm 1 Verbesserung Dreiecksanordnung (%)



# Ökonomische Bewertung der Maßnahmen



Diagramm 2 Wirtschaftlichkeit Dreieck (% pro €)



# Bewertung der Lösungsansätze

## 1. Kompensierte Wandler

- ▶ Technisch führend (höchste Genauigkeit)
- ▶ Investitionskosten Faktor 2 bis 6 höher

**Empfehlung**

## 2. Fremdfeld-Protektion (FFP)

- ▶ Hohe Genauigkeit bei Ausrichtung
- ▶ Ideal zur Nachrüstung im Bestand



Dreieck

## 3. Dreiecksanordnung (Standard)

- ▶ Normerfüllung durch Geometrie
- ▶ Preis-Leistungs-Sieger

Neu: Dreieck

Bestand: FFP

Präzise: Kompensiert

*Fazit: Alle Technologien reduzieren L2-Verzerrung.*

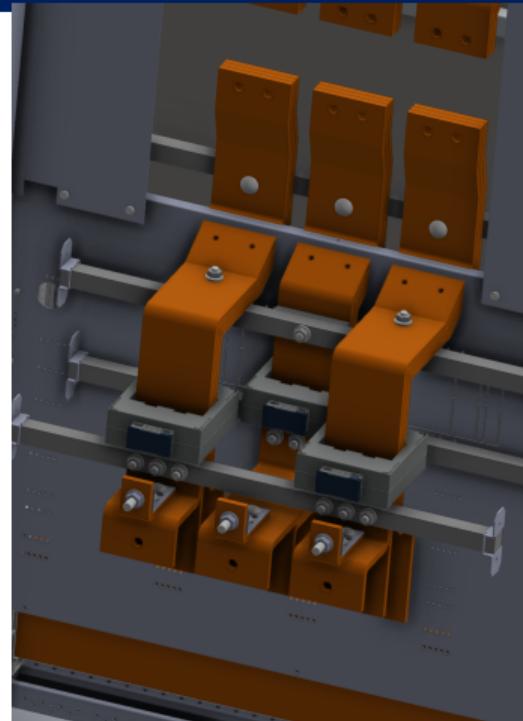
# Bewertung: Dreiecksanordnung (Empfehlung)



- ▶ Preis-Leistungs-Sieger im Vergleich
- ▶ Normerfüllung durch geometrische Verschiebung im Nennstrombereich realisiert
- ▶ Einsatz kostengünstiger Standardwandler möglich

## Fazit

Die Verzerrung auf Leiter L2 wird korrigiert und die Genauigkeitsklasse 1 sicher eingehalten.



Realisierung der Dreiecksanordnung

**Herzlichen Dank für Ihre Zeit sowie Ihr Interesse an  
meiner Präsentation.**

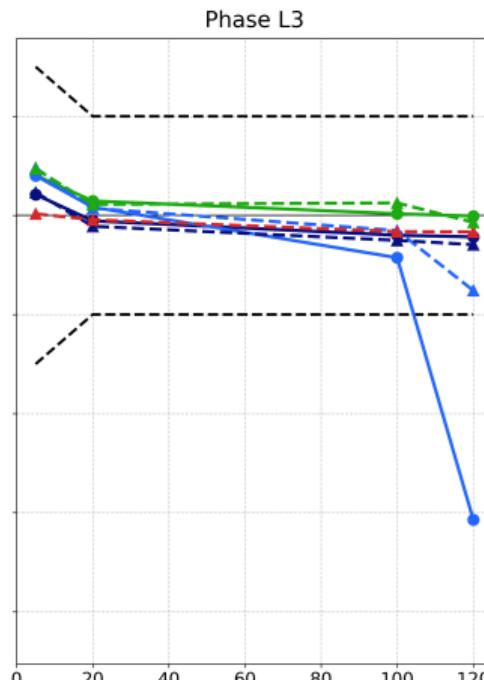
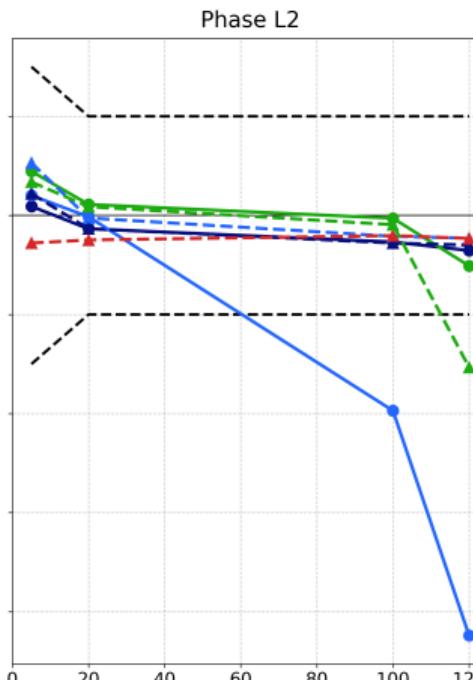
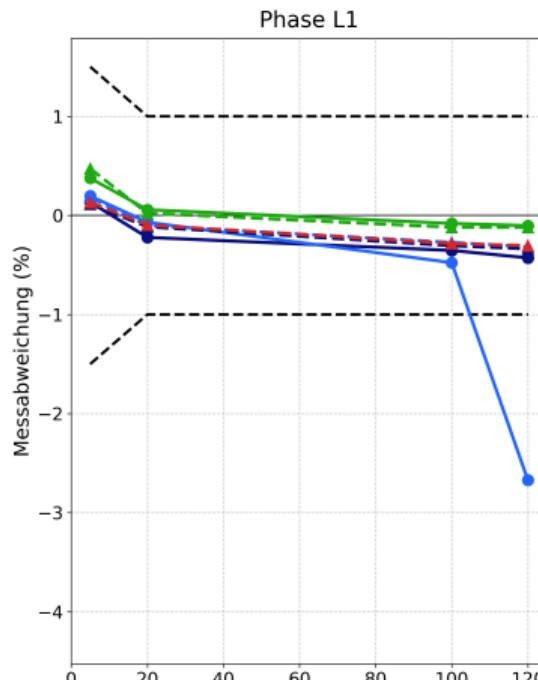
Ich stehe nun gerne für Ihre Fragen zur Verfügung.

# Anhang

# Anhang: Zusammenfassung 2000 A



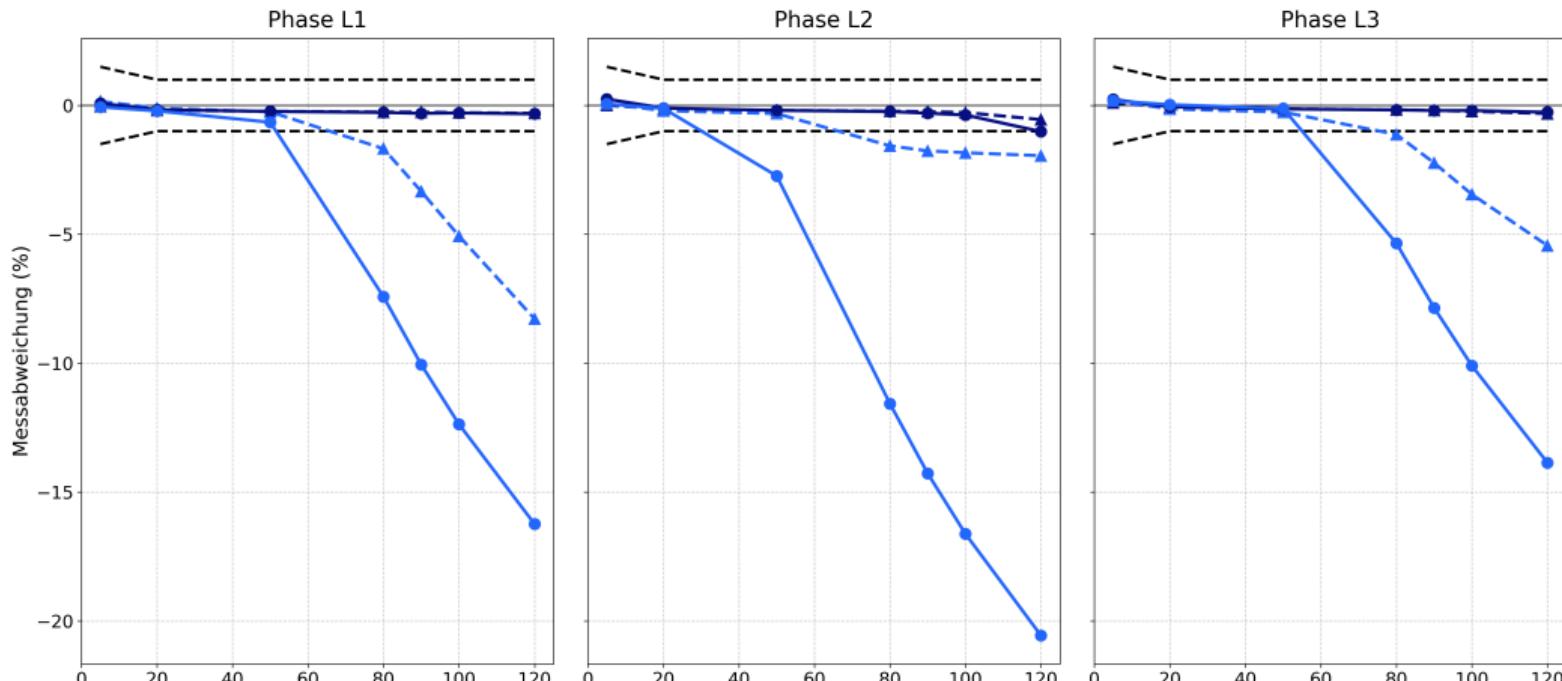
Fehlerverlauf bei 2000 A



# Anhang: Zusammenfassung 2500 A



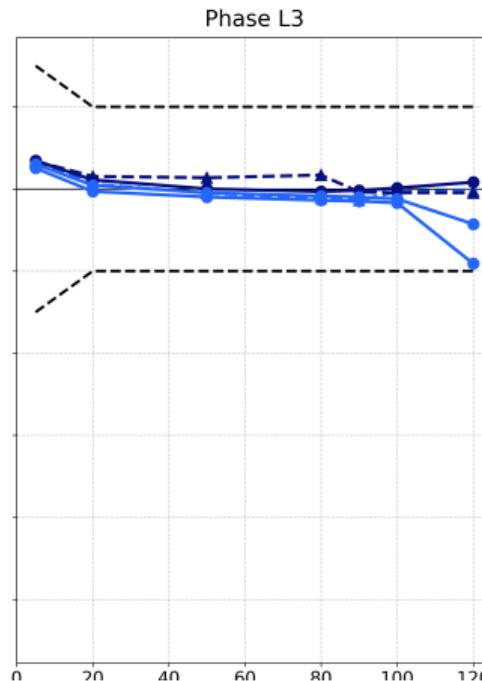
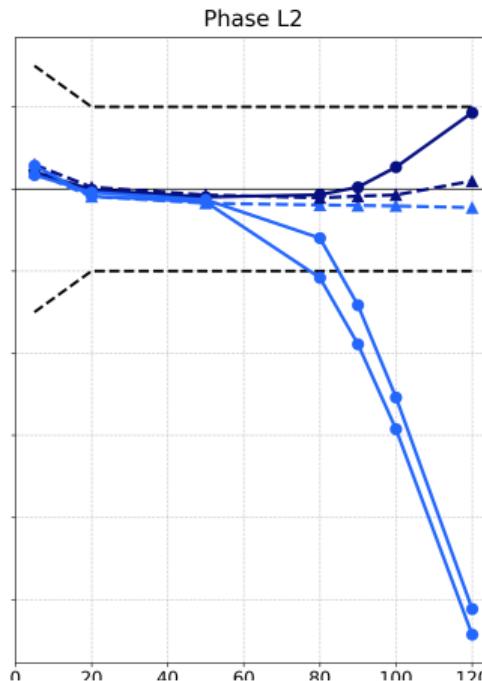
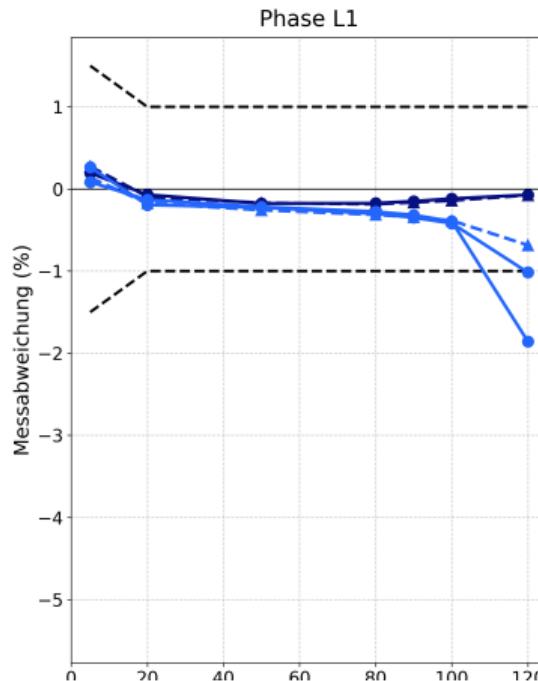
Fehlerverlauf bei 2500 A



# Anhang: Zusammenfassung 3000 A



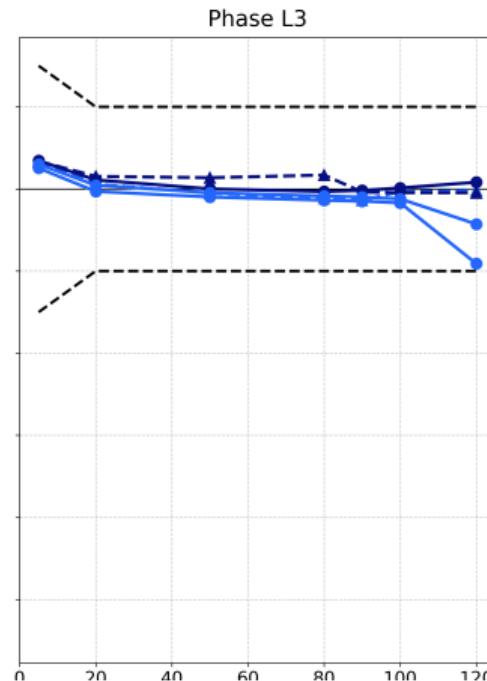
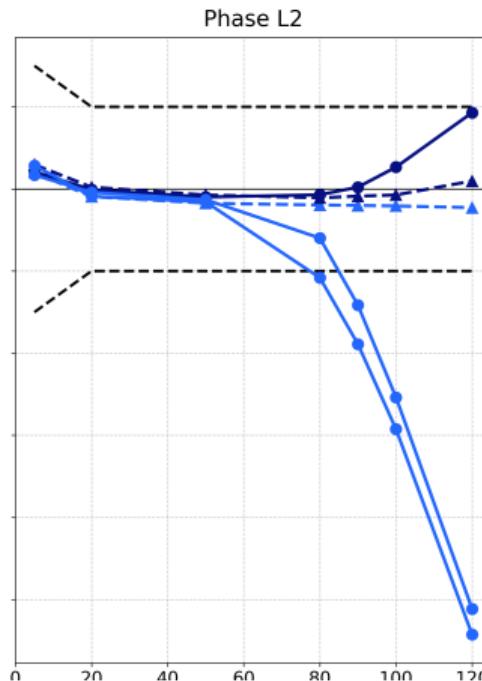
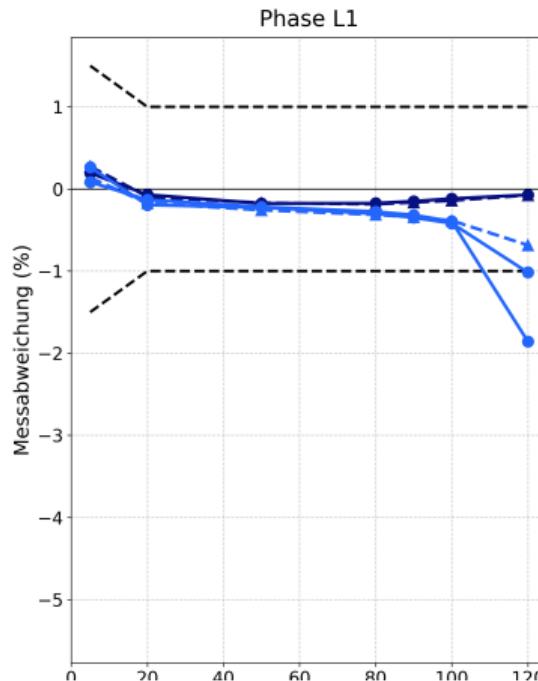
Fehlerverlauf bei 3000 A



# Anhang: Zusammenfassung 3000 A Bürde



Fehlerverlauf bei 3000 A



# Anhang: Zusammenfassung 4000 A



Fehlerverlauf bei 4000 A

