

Bedeutung von PHIL-Tests als Simulations-Cockpit

Dipl.-Ing. Carina Lehmal*

Dipl.-Ing. Dr.techn. Ziqian Zhang

Dipl.-Ing. Philipp Hackl

Univ.-Prof. DDipl.-Ing. Dr.techn. Robert Schürhuber

Übersicht

- Themenbeschreibung und Motivation
- Zertifizierung von Wechselrichtern
- Testaufbau im Labor
- Schlussfolgerungen und Ausblick

Themenbeschreibung

Veränderung des Stromnetzes in umrichterbasiertes Netzsystem

- Bauteile im Umrichter beeinflussen die Netzstabilität negativ
 - Brownouts & Blackouts in Gegenden mit vielen (zertifizierten) Umrichtern

Umrichter nicht mehr nur für die Umwandlung von DC in AC

- Zur Netzstützung bei Frequenz- und Spannungsschwankungen

→ Sind jetzt verwendete Testverfahren ausreichend?

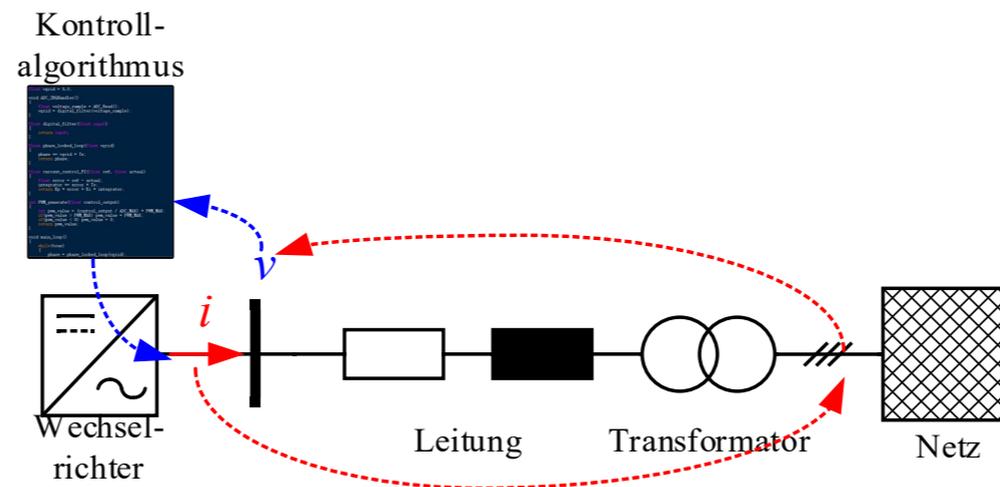
Herausforderungen in realen Stromnetzen

Wechselwirkung zwischen Netz und Umrichter

- Impedanz zwischen Netz und Umrichter ändert Ausgangsstrom des Umrichters

Resultat:

- 1) Rückkopplenschleife wird gebildet
- 2) Im Fehlerfall können Frequenz- & Spannungsschwankungen Umrichter destabilisieren



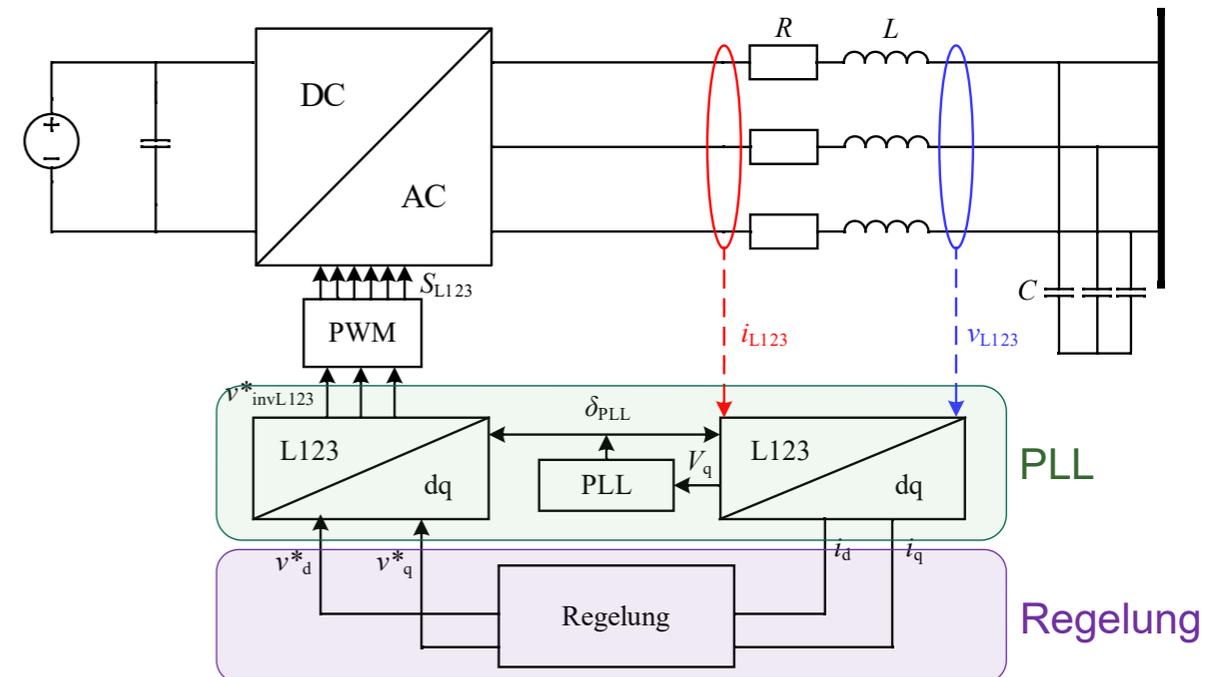
Fehlerzustände

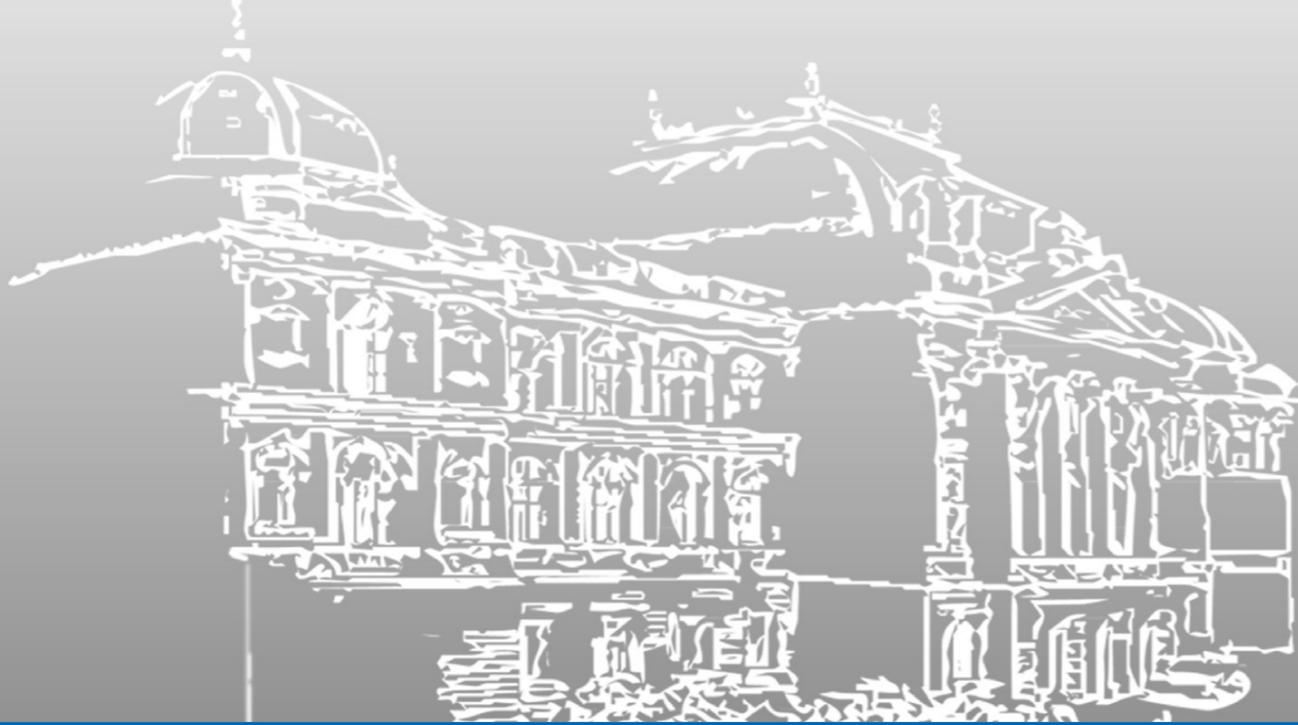
Netzfolgenden Umrichter werden von PLLs kontrolliert

- Spannungs- und Frequenzreferenzwerte kommen vom Netz

Beispiel: Einbruch der Netzspannung

- Fehler wird vom Umrichter und Netz gespeist
- Änderung der Netzimpedanz beeinflusst gemessene Spannung
- Umrichter muss sich an Änderung anpassen
- Nach Fehlerzustand Rückkehr in normalen Arbeitsbereich





Zertifizierung von Wechselrichtern

Prüfverfahren

Einschlägige Testung der Umrichter und Zulassung nach Bestehen

- Testung des dynamischen Verhalten
- Testung der Schutzmechanismen

→ Basis bildet die R25

- Prüfung mittels idealer Spannungsquelle
 - Fragestellung:
Ist das für den realen Netzbetrieb ausreichend?



Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten
vorgesehen zum Anschluss und Parallel-
betrieb an Niederspannungs-Verteilnetzen

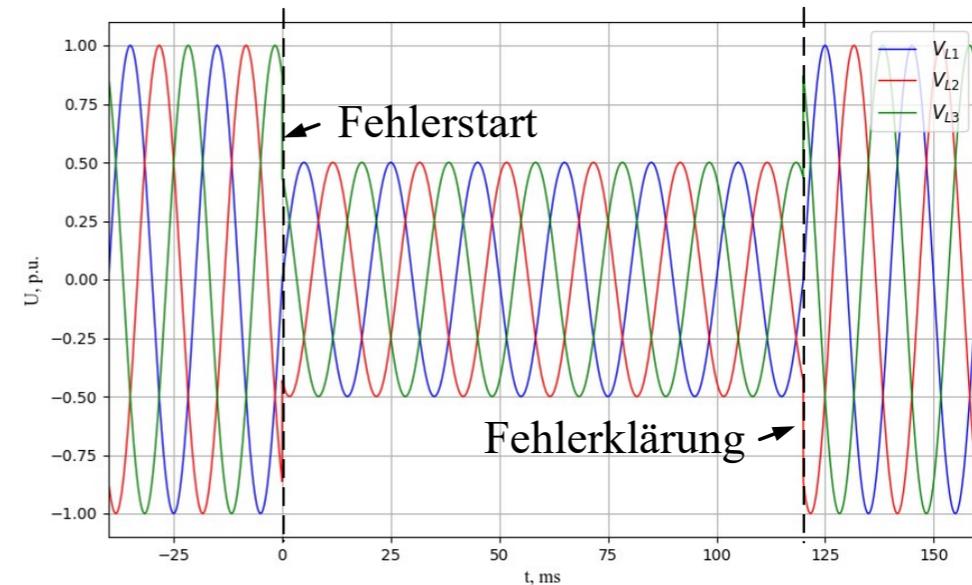
Prüfung mit idealer Spannungsquelle

- Erzeugung einer dreiphasigen sinusförmigen Spannung
- Simulation von Spannungsabfälle

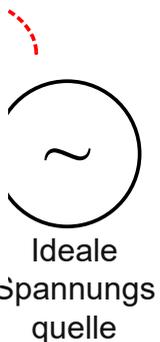
- Ideale Spannungsquelle \rightarrow kein In



- Keine Rückkopplung zwischen I
- Problem:
Testergebnis \neq Performance mit



Kein Feedback



Prüfung mit PHIL-Technologie

- Verwendung von Echtzeitrechnern und Leistungsverstärkern
- Softwarebasiert → Schnelle Änderungen und große Flexibilität
- PHIL- Testumgebung → Simulations-Cockpit
 - Ermöglicht Rückkopplung zwischen Umrichter und Netz
 - Vorteil:
Präzise Evaluierung unter echten Netzbedingungen

Ziel

Variabel ändern



Prüfen



Messen

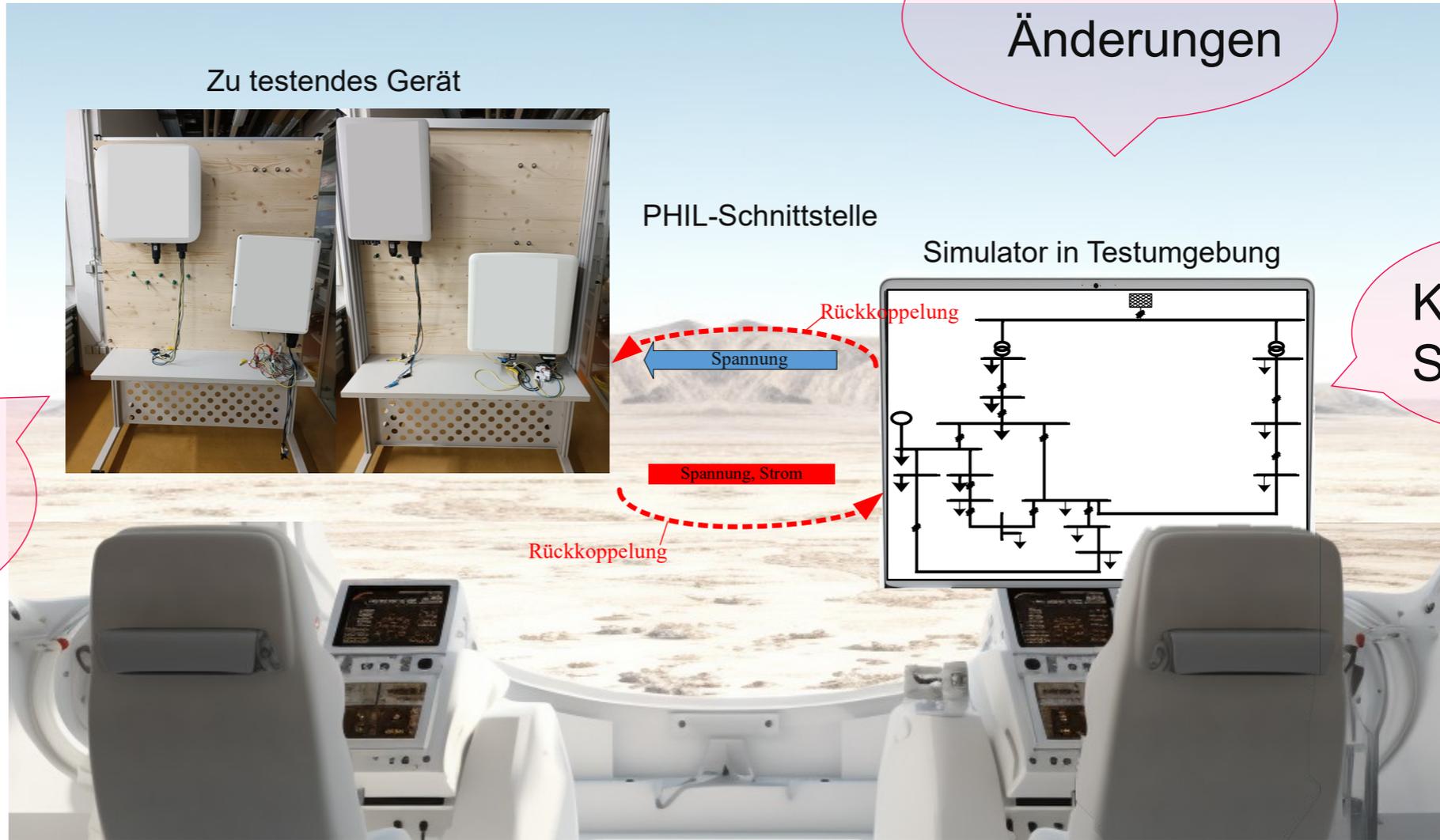
Schnelle Verbindung

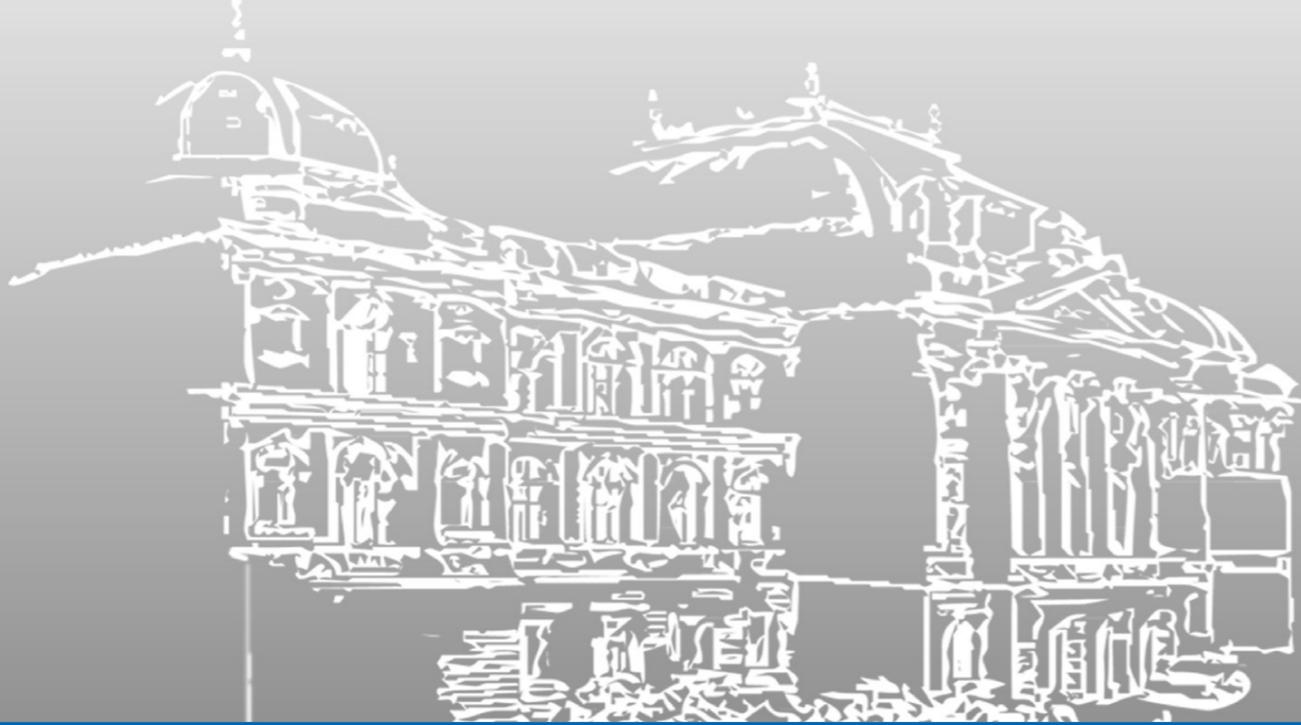
Prüfumgebung

Schnelle Änderungen

Komplexe Szenarien

Reale Testumgebung





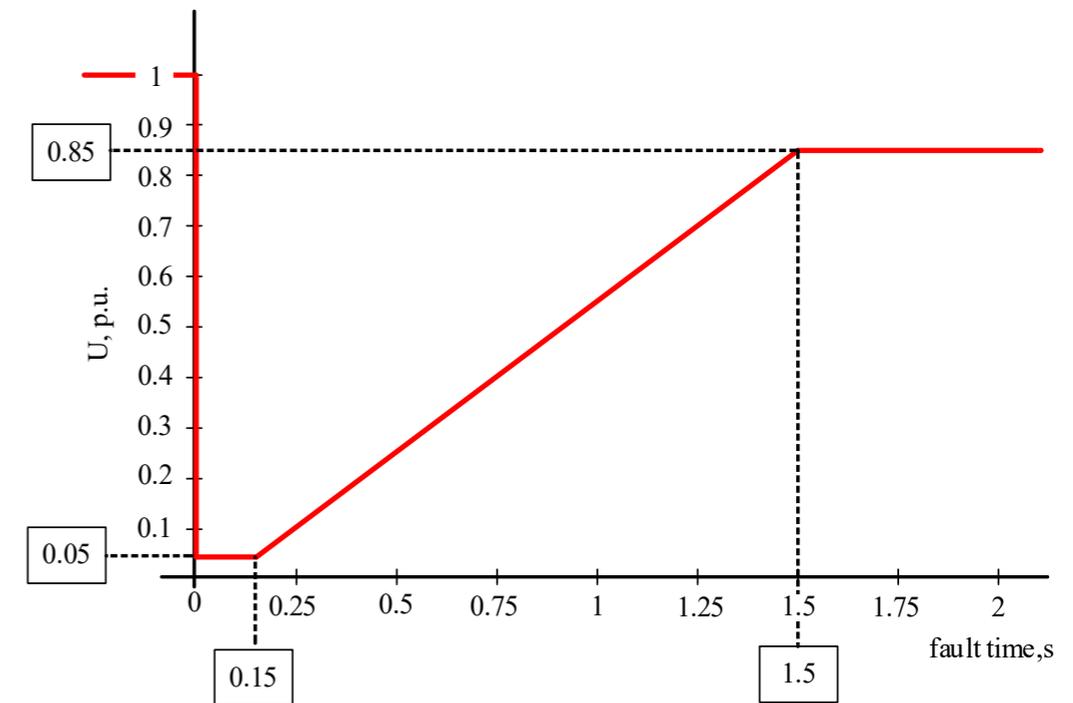
Testaufbau um Labor

Generelles

- Vergleich von 10 kW-Umrichter beim LVRT-Test bei idealer Spannungsquelle und in PHIL-Testumgebung

Fault-Ride-Through:

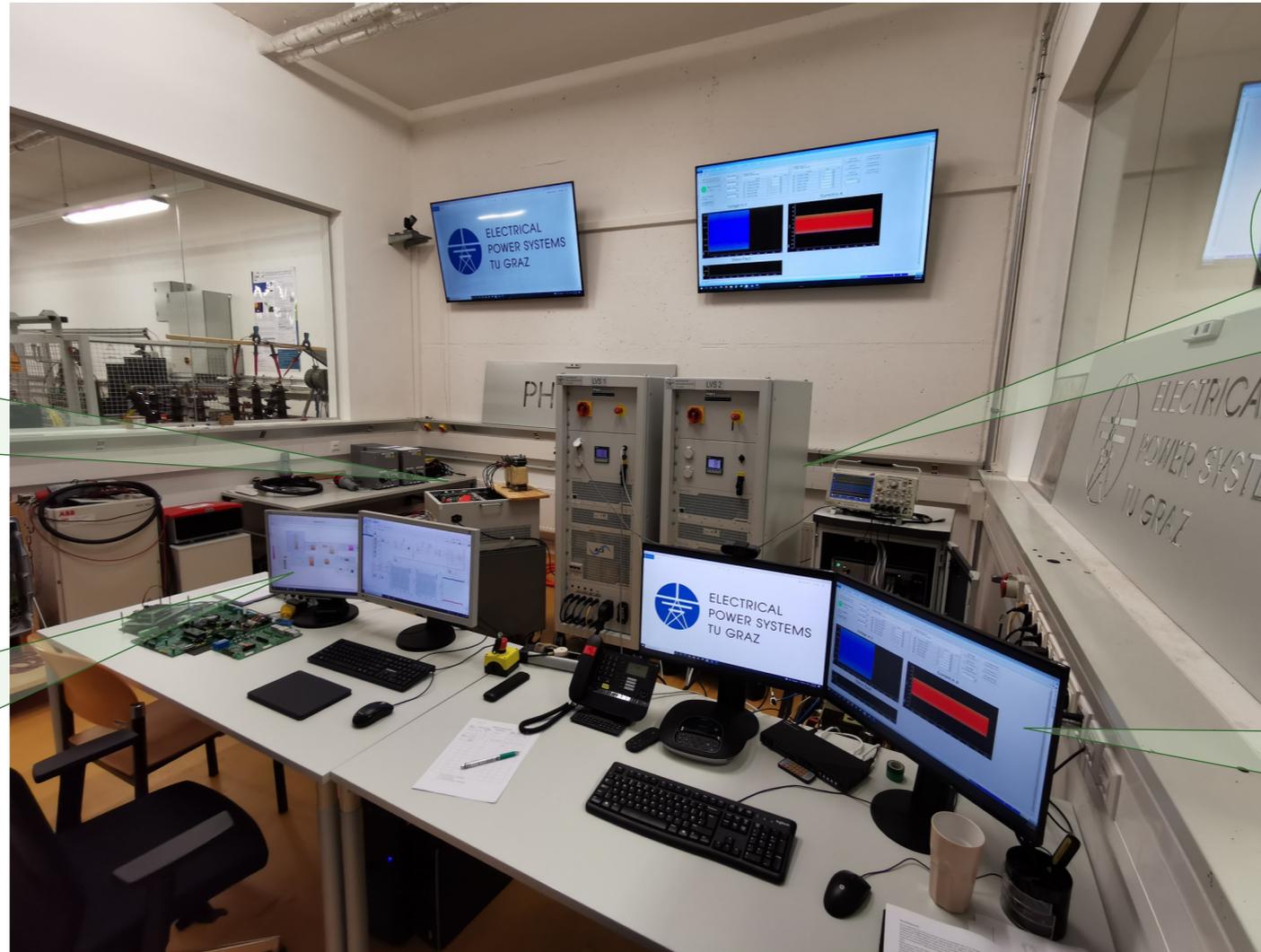
Umrichter halt während Spannungsabfall den Betrieb innerhalb Schwellwerte des Netzcodes aufrecht



Laboraufbau

Zu testendes
Gerät

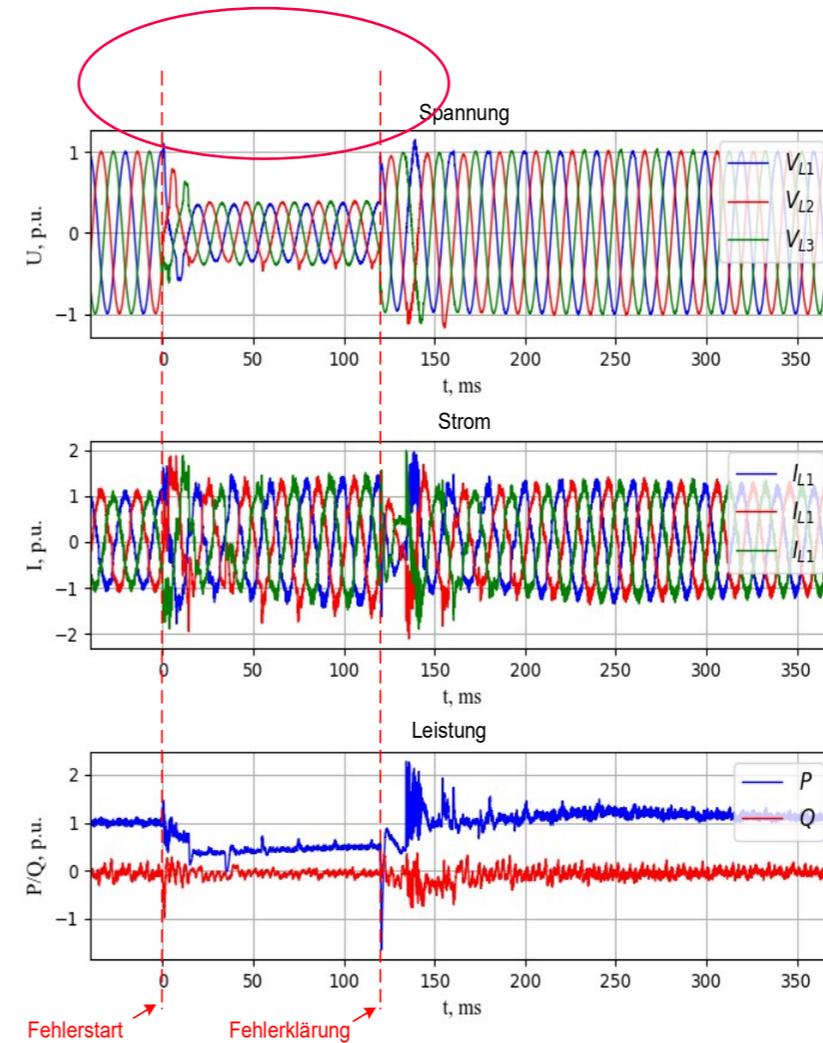
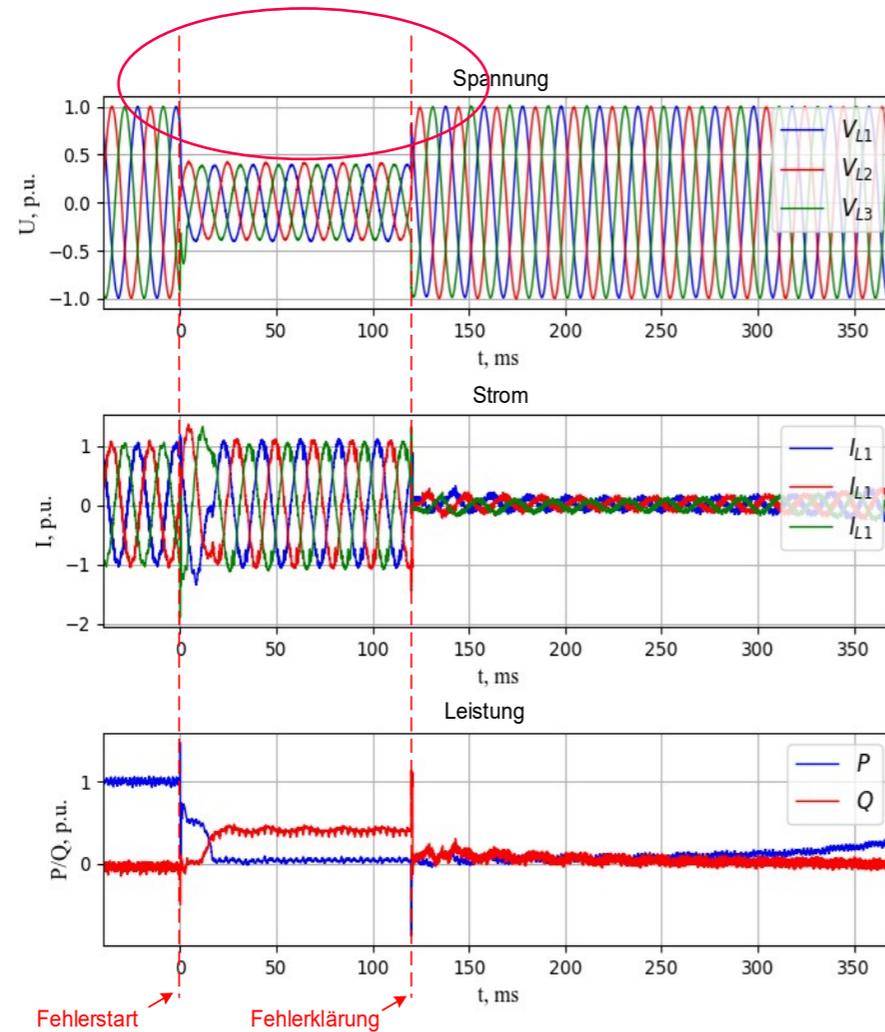
Netztopologie



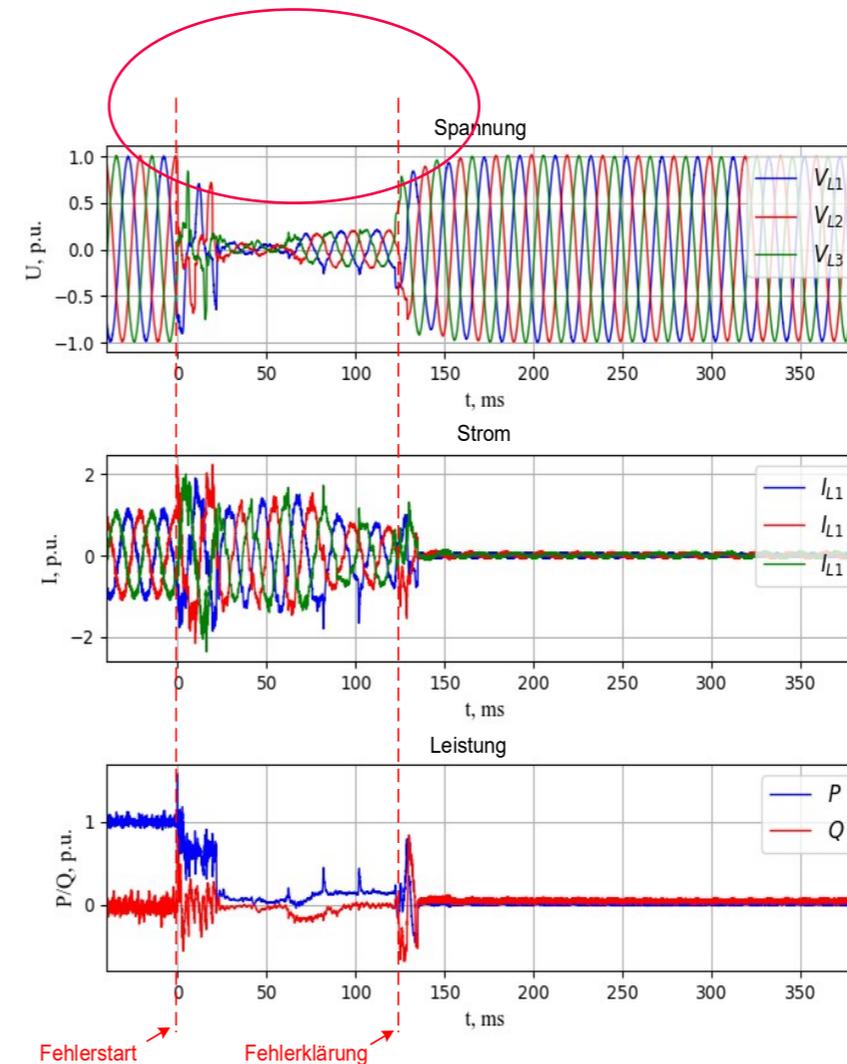
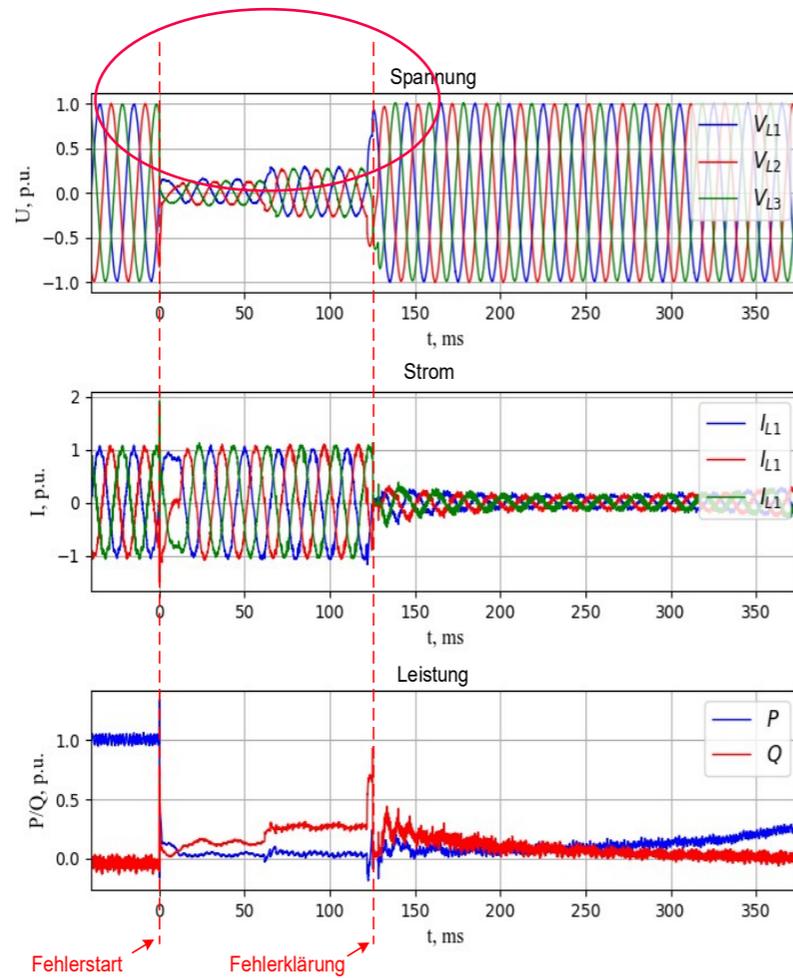
Leistungsverstärker
und RTS-
Infrastruktur

Messsystem

FRT-Fähigkeit bei idealer Spannungsquelle

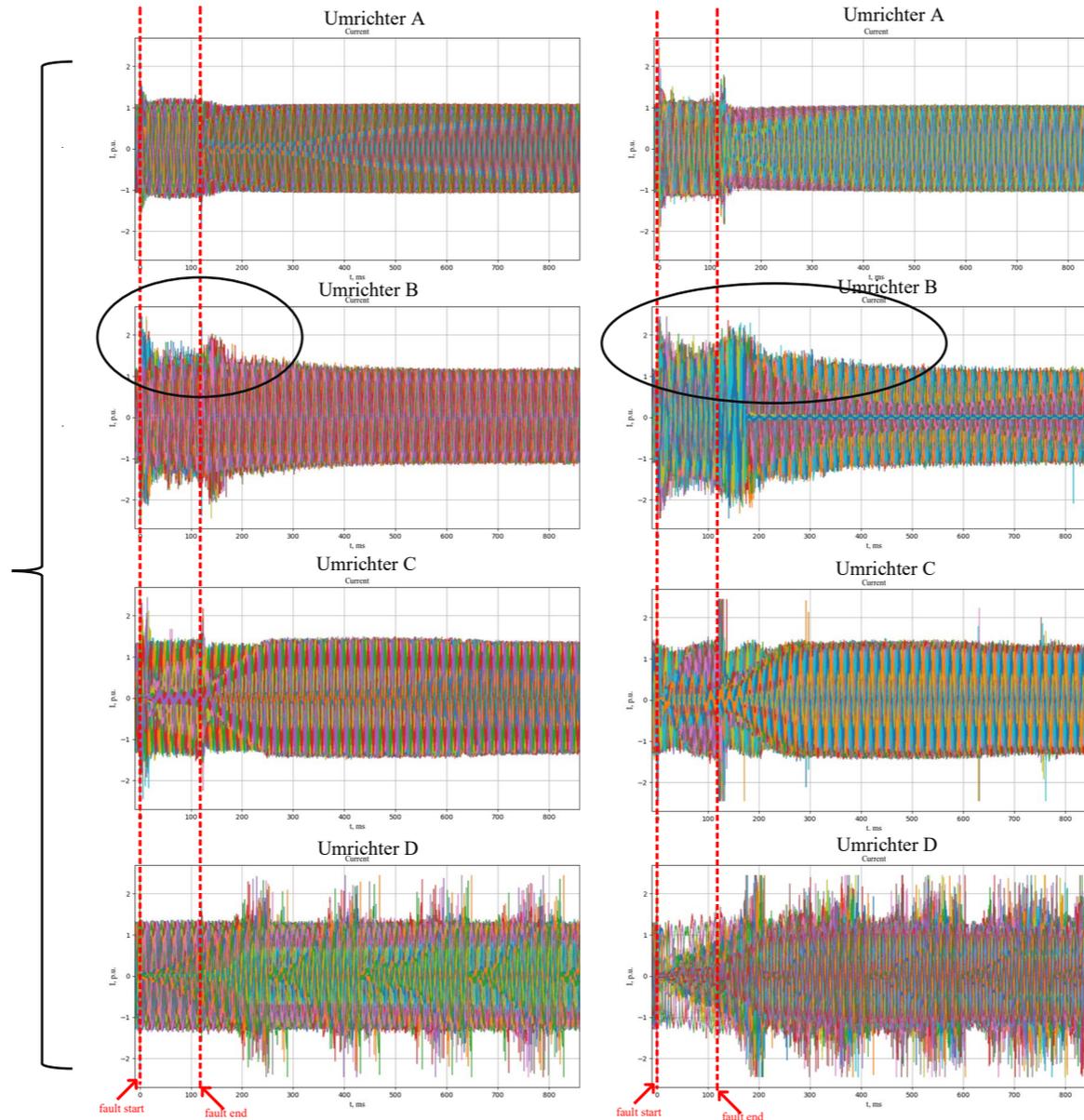


FRT-Fähigkeit bei PHIL-Test

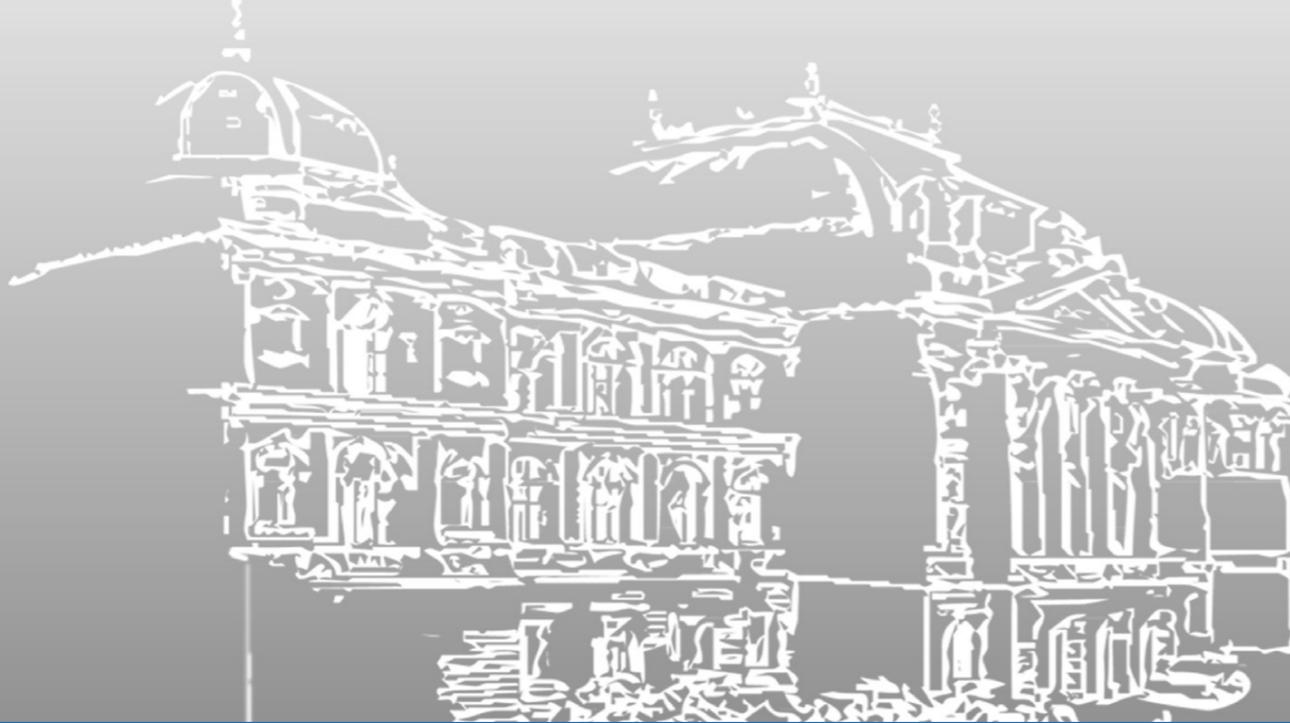


Vergleich

Tests mit idealer
Spannungsquelle



PHIL-Testumgebung

A white line-art architectural drawing of a large, multi-story building with a complex roof structure, including domes and arches, set against a grey background.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Schlussfolgerungen

- Umrichter können Wirk- und Blindleistungsstützung
 - Abhängig vom implementierten Regelungsalgorithmus
- Erfolgreiche Tests bei idealer Spannungsquelle
≠
Erfolgreichen Tests in PHIL-Testumgebung
 - Keine umfassende Aussagekraft bei dynamischen Netzumgebungen
→ Erweiterung der Prüfungsmethodik

Bedeutung von PHIL-Tests als Simulations-Cockpit

Dipl.-Ing. Carina Lehmal*

Dipl.-Ing. Dr.techn. Ziqian Zhang

Dipl.-Ing. Philipp Hackl

Univ.-Prof. DDipl.-Ing. Dr.techn. Robert Schürhuber