

Power Hardware-in-the-Loop System des Netzdynamiklabors für transiente Netzstabilitätsuntersuchungen

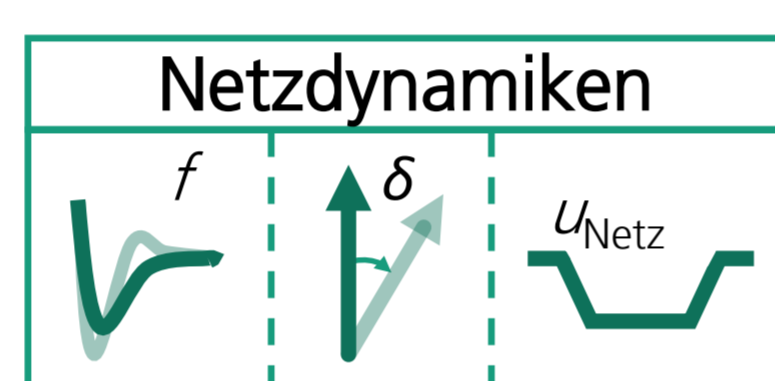


T. Sauer¹, F. Tiedt, F. Rauscher, B. Engel, S. Walujski, S. Klöpping, M. Gand

¹Kontakt: TU Braunschweig, elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme | +49 531 391 7721 | t.sauer@tu-braunschweig.de

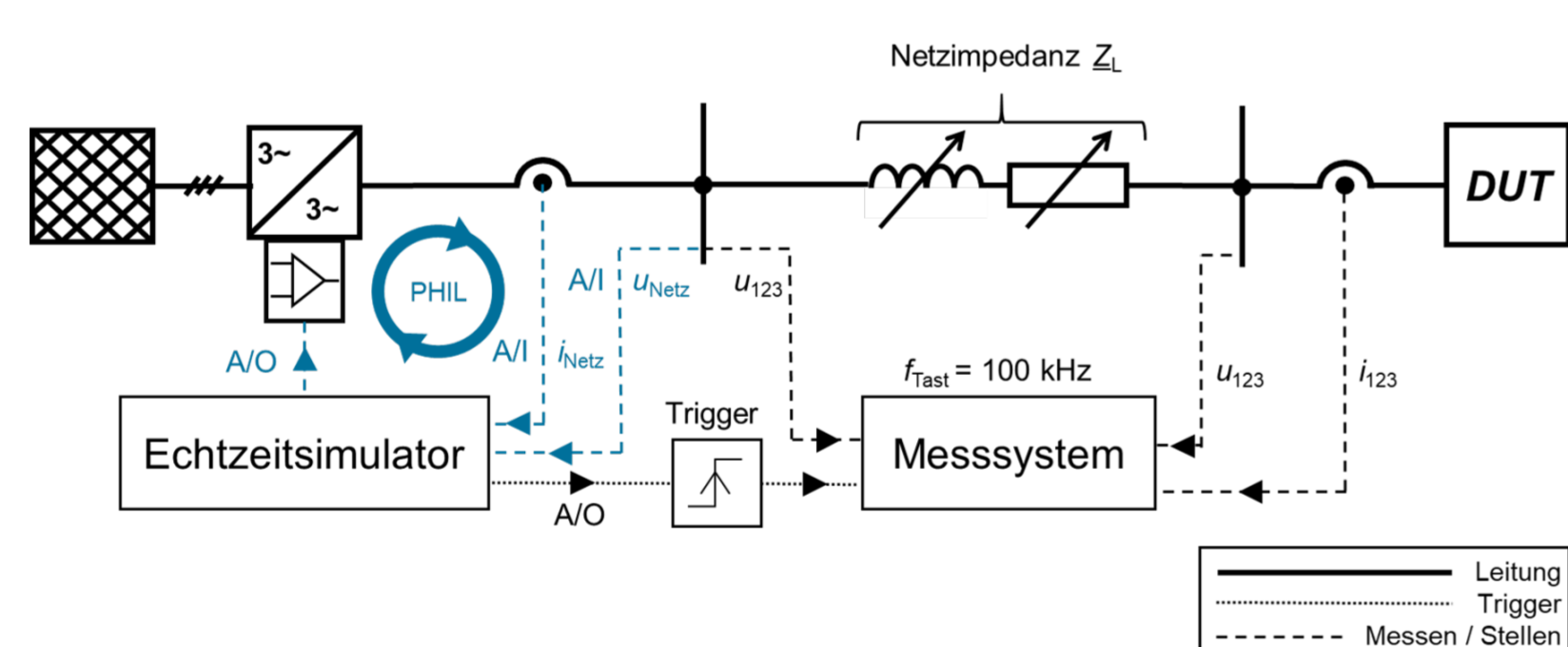
Motivation

- Aufbau eines Labors für reproduzierbare transiente Stabilitätsuntersuchungen
- Eindeutige Umsetzbarkeit von normativen Prüfanforderungen
- Untersuchung verschiedener Device Under Tests (DUT) bei gleichem Testszenario
- Untersuchung verschiedener anormaler Netzereignisse
 - Bestimmung der Trägheit
 - Rate of Chance of Frequency (RoCoF)
 - Einprägung beliebiger Phasenwinkelsprünge
 - Netzfehleruntersuchungen (Fault-Ride-Through, FRT)



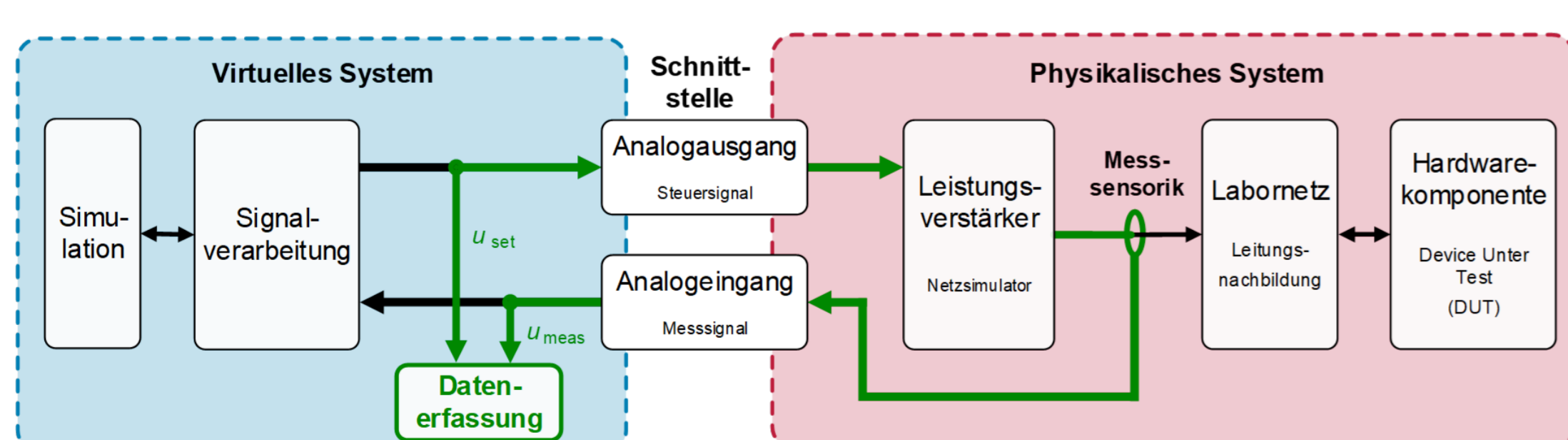
Laborarchitektur zur Umsetzung standardisierter Prüfverfahren

- Netzsimulator und Echtzeitrechner sind über eine analoge Schnittstelle gekoppelt
 - Steuerung des Netzsimulatorausgangs
 - Erweiterung zum PHIL System durch Rückführung von u_{Netz} und i_{Netz}
- Kopplung des Netzsimulators und des (DUT) über eine Leitungsnachbildung
- Messsystem sowie Datenleitungen für schnellen Triggerimpuls der Ereignisse



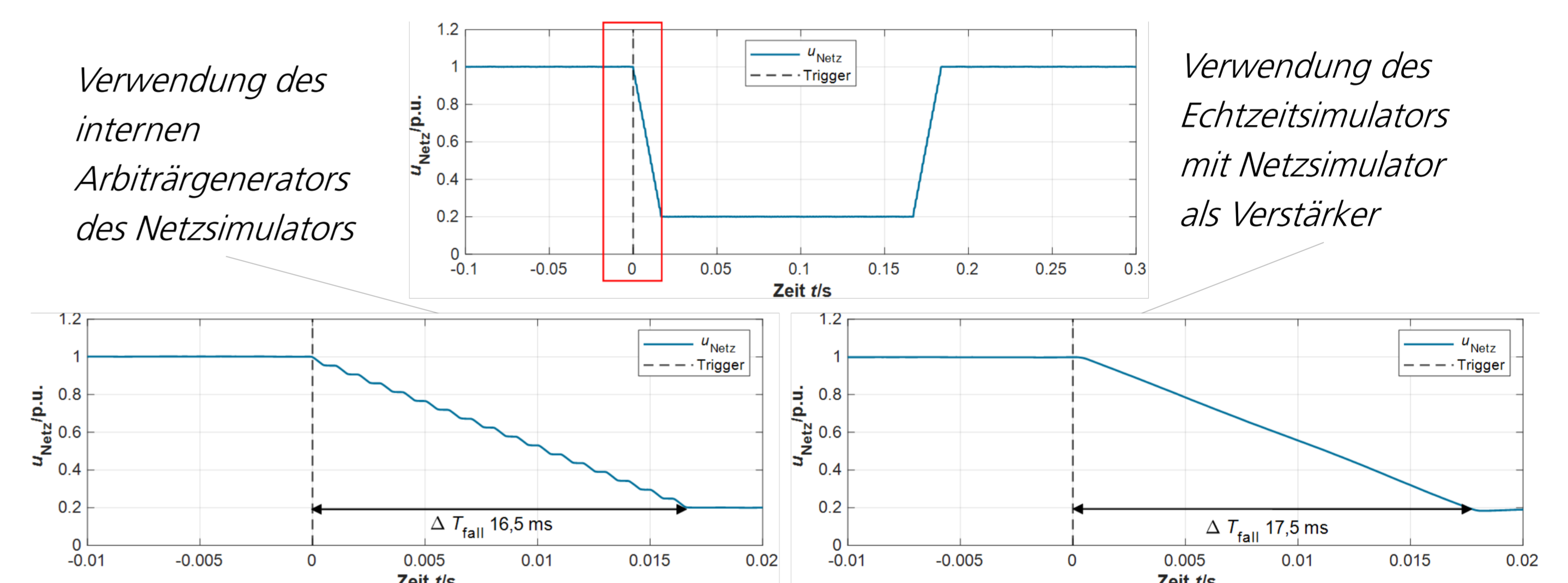
Power Hardware-in-the-Loop System (PHIL) im Netzdynamiklabor

- Erweiterung zum Power Hardware-in-the-Loop (PHIL) System durch Rückkopplung der Messsignale u_{Netz} und i_{Netz} in den Echtzeitrechner
- PHIL kombiniert virt. mit physikalischem System über eine analoge Schnittstelle
- Weitergehende Untersuchungsmöglichkeiten bei Schrittweiten unter 50 μs :
 - Tests in komplexeren Stromnetzen
 - Untersuchungen des DUT unter artifiziiell berechneten Netzereignissen



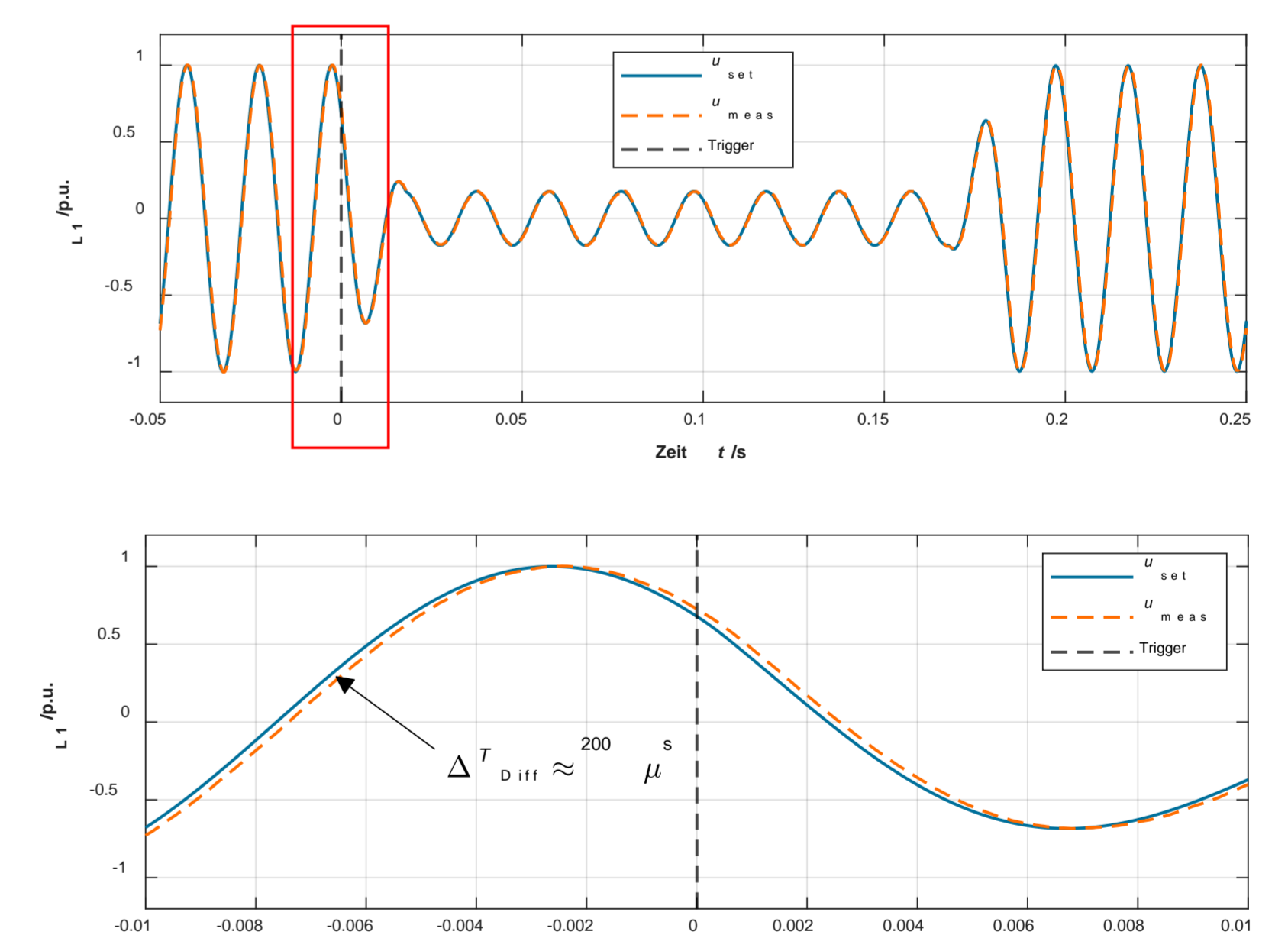
Eignung der Laborgeräte für dynamische Stabilitätsuntersuchungen

- Eingepprägter Spannungseinbruch auf 0,2 p.u. nach FGW TR3 Prüfvorschrift
- Interner **Arbiträrgenerator** des Netzsimulators stellt den Gradienten beim Fehlereintritt stufig anstatt linear
 - ΔT_{fall} von 16,5 ms anstatt der vorgeschriebenen 17,5 ms
 - Zudem streut ΔT_{fall} bei Wiederholungen in einem signifikanten Bereich
- Durch die Kopplung des Netzsimulators mit einem **Echtzeitrechner** wird der Gradient beim Fehlereintritt linear gestellt
 - ΔT_{fall} beträgt reproduzierbar die vorgeschriebenen 17,5 ms



Eignung des PHIL für dynamische Netzstabilitätsuntersuchungen

- Spannungseinbruch auf 0,2 p.u. für 150 ms nach FGW TR3 Prüfvorschrift
- Auswertung der Latenzzeit ΔT_{Diff} zwischen gestellter und gemessener Spannung
- Die Latenzzeit ΔT_{Diff} beträgt etwa 200 μs
- Latenzzeit ΔT_{Diff} ist kleiner als der Zeitbereich von Netzfehlern



Fazit: Eine Eindeutige Verifizierung des elektr. Verhaltens von Stromrichtern in anormalen transienten Netzsituation ist mit dieser Laborarchitektur realisierbar. Mit der Power Hardware-in-the-Loop Anwendung sind artifizielle Parametervariationen signifikanter Netzgrößen durchführbar.

Veröffentlichung: Sauer, T., Tiedt, F., Rauscher, F., Engel, B.: „Vergleich verschiedener Wechselrichterregelungen in Netzfehlersituationen im Netzdynamiklabor“, Enlnov2022 - 17. Symposium Energieinnovation, Graz, 16.-18. Februar 2022

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter den Förderkennzeichen 0350023A-G gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren und spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Projektkonsortiums Netzregelung 2.0 wider.

