

# Zusammenwirken von stromeinprägenden und netzbildenden Wechselrichtern mit der Regelung von Synchronmaschinen

Y. Zhang<sup>1</sup>, N. Wiese<sup>1,2</sup>, K. Fischbach<sup>1</sup>, M. Braun<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universität Kassel | <sup>2</sup>Fraunhofer IEE

Kontakt: Dr.-Ing. Yonggang Zhang | Universität Kassel, Fachgebiet "Energiemanagement und Betrieb elektrischer Netze,, | yonggang.zhang@uni-kassel.de

## Hintergrund und Ziel

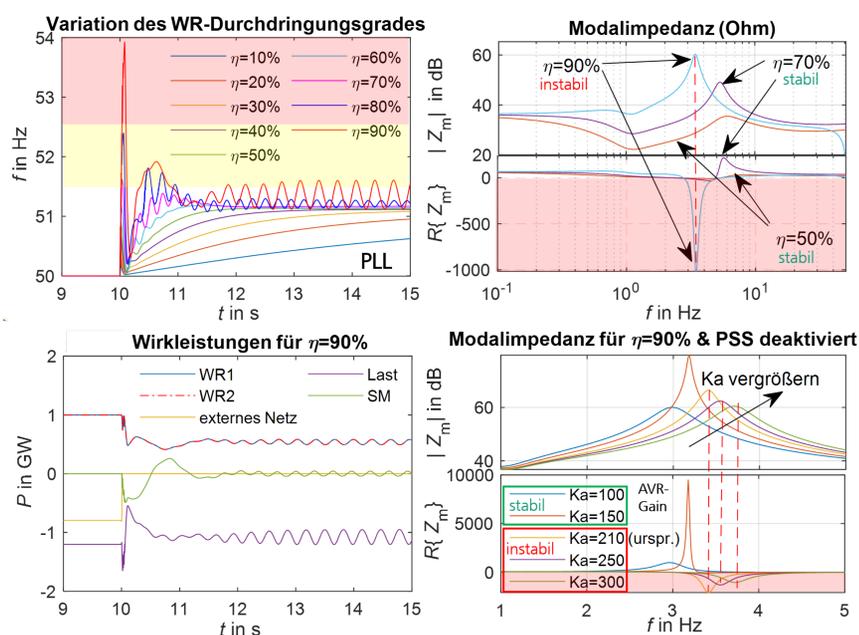
- Generationswechsel von Synchronmaschinen(SM)-dominiertem Netz zu Wechselrichter(WR)-dominiertem Netz
- Mehr netzfolgende WR (NFWR) im Netz mit wenigen Trägheit motiviert die Integration von netzbildenden WR (NBWR)
- Negative Effekte der Wechselwirkungen von WRs mit SM identifizieren und neue Einblicke in die Schwingungsstabilität der zukünftigen Systemen gewinnen

## Untersuchungsmethode und Testszenarien

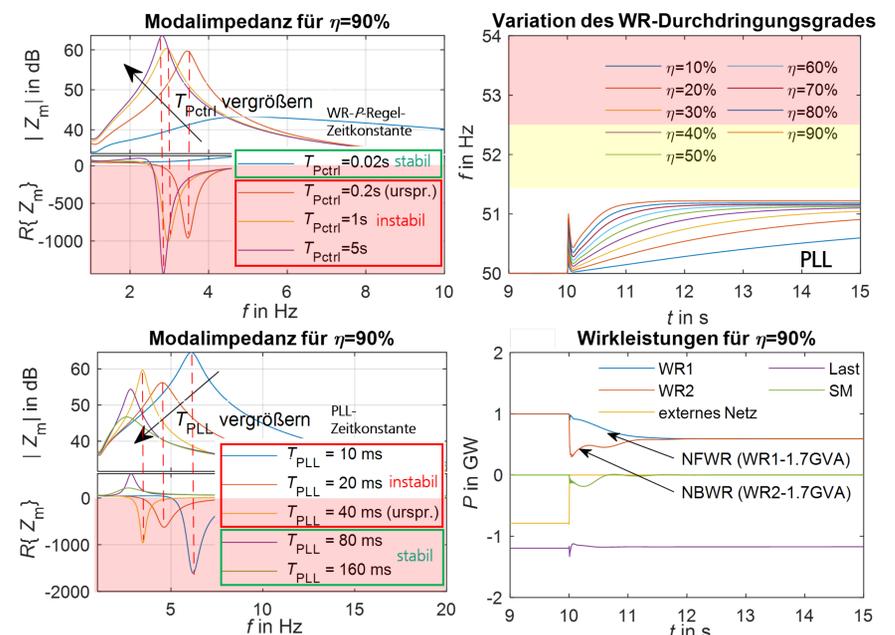
- EMT-Simulationen mit detaillierten Modellen für WR und SM
- Kleinsignal-Stabilitätsanalyse mit Modalimpedanz-basierter Methode [1], [2]
- Inselnetzbildung für ein Übertragungsnetz-Testmodell [3]
- Durchdringungsgrad ( $\eta$ ) der WR zwischen 10% und 90%
- Variation der Regelparametern von WR und SM
- WR-Konfigurationen (WR1/WR2): NF-/NFWR, NF-/NBWR, NB-/NBWR

## Beispielhafte Ergebnisse

### NFWR+SM:



### NFWR+SM+NBWR:



## Zusammenfassung

- Impedanz-Modellierung von NFWR, NBWR und SM unter Berücksichtigung detaillierter Regeldynamik werden durchgeführt und durch EMT-Simulationen validiert [1], [2]
- bei sehr hohem WR-Durchdringungsgrad besteht ein unerwartetes Zusammenwirken von NFWR und SM, welche durch entsprechende Parametrierung von AVR, PLL und Leistungsregelung u. s. w. vermindert werden können [2], aber die erneute Parametrierung könnte andere Stabilitätsproblemen, z.B. Synchronisierungsstabilität, hervorrufen
- Aufgrund der extra Dämpfung von virtuellen Impedanz und Winkelkompensation des verwendeten netzbildenden Regelungsverfahrens (virtuelle Synchronmaschine), ist das Testsystem in den Fällen NFWR+SM+NBWR und SM+NBWR bei hohem WR-Durchdringungsgrad stabil [2]

[1] Y. Zhang, D. Duckwitz, N. Wiese and M. Braun, "Extended Nodal Admittance Matrix Based Stability Analysis of HVDC Connected AC Grids," in *IEEE Access*, 2022.

[2] Y. Zhang et al., "On the Control Interaction of Synchronous Machine and Converter-Interfaced Generation during System-Split Situation," in the Special issue of *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* on "Control Interactions in Power Electronic Converter Dominated Power Systems", 2022 (in Bearbeitung und die Einreichung bis August geplant).

[3] M. Nuschke et al., "Power System Stability Analysis for System-Split Situations with Increasing Shares of Inverter Based Generation", NEIS Conference 2019, Hamburg

Gefördert durch:



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.

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

