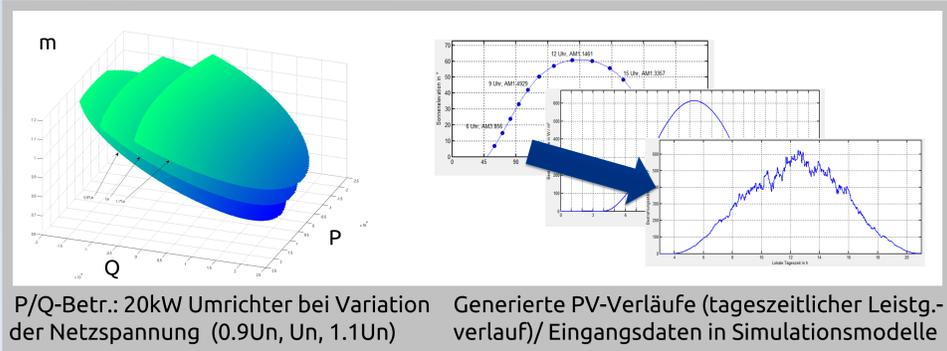


► Forschungsfrage und Kontext

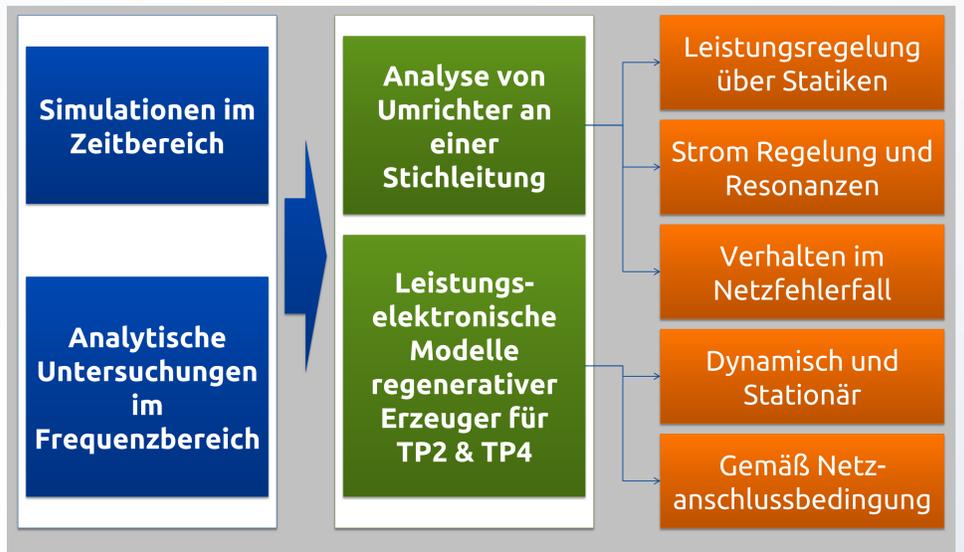
Erweiterung der konventionellen Umrichterregelung zur Erreichung eines optimierten Gesamtverhaltens

- Untersuchung von Ausgleichsvorgängen in Stickleitungen
 - Frequenz-/Spannungsreaktion auf Lastabwurf
 - Leistungsschwankungen innerhalb des Teilnetzes
- Anlagenmodellerstellung dezentraler Erzeuger
 - Statisches Modell (P-Q-Diagramme)
 - Dynamische Modelle
 - Erzeuger: Solar, Windenergie
 - NS: 30 kW Umrichter stromgeregelt, direkt leistungsgeregelt, invers leistungsgeregelt
 - MS: 500 kW, 2 MW, 5 MW Stromgeregelt



► Methodik

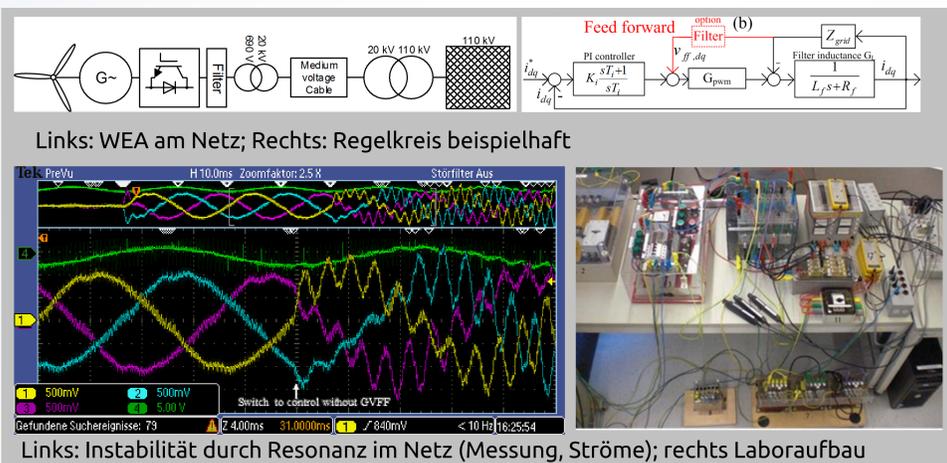
- Analytische Untersuchungen an reduzierten Modellen
 - ermöglicht Robustheitsanalyse von Strom- und Leistungsreglern
 - erste Aussagen zum dynamischen Verhalten möglich
- Validierung über Simulationen im Zeitbereich mit Modellen unterschiedlicher Modellierungstiefe
 - Wechselrichter als schaltendes Modell
 - Wechselrichter als Sinus-spannungsquelle
- Experimentelle Validierung an Wechselrichtern kleiner Leistung (im Rahmen der auf das Projekt folgenden Promotionen)



► Ergebnisse

Entwurf und Untersuchung der Dynamik der Stromregelung

- Design einer konventionellen Netzstromregelung inkl. Netzsynchrisation; u.a. als unterlagerte Regelung für die Leistungsregelung
- Analyse des Einflusses von Resonanzen im Netz
 - Analyse für Regelung mit und ohne Netzspannungsvorsteuerung
 - Theoretische Analyse des Einflusses von Resonanzen auf die Stromregelung inkl. Netzsynchrisation
 - Validierung mittels Simulation und Messung



Optimierung der Leistungsregelung/ umrichterinternen Primärregelung

- Erweiterung der klassischen Leistungsregelung
 - Umrichterregelung mit Statiken liefert ein nicht entkoppeltes Gesamtsystem (Wirk- und Blindleistung nicht einzeln regelbar)
 - Über geeignete Entkopplung ist Einschwingverhalten beeinflussbar
 - Aufteilung von $S_{sys}(s)$ in Teilsysteme ($d(s)$, T , $H(s)$, $G''(s)$ und \hat{U})
 - Wahl von $M(s)$ entsprechend der Struktur der Teilsysteme

- Optimiertes Systemverhalten
 - Entkoppeltes Einschwingverhalten
- Statische Analyse von Netzspannungsunsymmetrien- Erarbeitung von Grenzarbeitspunkten
- Simulation der Interaktion von Leistungsregelung bzw. Lastaufteilung mehrerer Wechselrichter am Smart Nord Typ-Netz
 - Sensitivitätsanalyse der Statikparameter

► Ausblick

- Erarbeitete Ansätze werden im IAL Labor im Rahmen von zwei Promotionen experimentell validiert und noch weiter entwickelt
- Notwendig: Hochfrequente Modellierung von Netzkomponenten; z. B. Skineneffekt
- Analyse der Entkopplung bei mehreren Wechselrichtern
- Einbindung der Identifikation der Netzimpedanz in die entkoppelte Leistungsregelung