

Abschlussarbeiten

Stand: 02/2023

Inhaltsverzeichnis / Themenbereiche

1	Windenergie	2
2	Mechatronische Antriebssysteme	12
3	Leistungselektronik und Stromrichter	14
4	Dezentrale Energiesysteme, Netzqualität und Energiekonditionierung	18
5	Elektromobilität und Verkehrssysteme	20
6	Energiespeichersysteme	22

Allgemeine Hinweise:

- Die Themen für Abschlussarbeiten (BA/MA) werden fortlaufend aktualisiert.
- Einzelne konkrete Themen für Praxisprojekte mit Möglichkeit einer anschließenden themenverwandten Bachelorarbeit sind ebenfalls gelistet und werden fortlaufend aktualisiert.
- Wenn Sie sich für eines der übergeordneten Themenbereiche interessieren, aber kein konkretes Thema finden, zögern Sie nicht uns anzusprechen. Nehmen Sie Kontakt zu den MitarbeiterInnen auf. Einzelne Forschungsthemen, welche von den wissenschaftlichen MitarbeiterInnen bearbeitet werden, können Sie entweder aus den ausgeschriebenen Abschlussarbeitsthemen ableiten oder auf den Personenseiten¹ unserer Webseite entnehmen.

Ansprechpersonen² für Praxisprojekte

- **Windenergie** – Benedikt Spichartz, M.Sc.
- **Mechatronische Antriebssysteme** – Katharina Günther, M.Sc.
- **Leistungselektronik und Stromrichter** – Daniel Vahle, M.Sc.
- **Dezentrale Energiesysteme, Netzqualität** – TBD
- **Elektromobilität und Verkehrssysteme** – Dr.-Ing. Philipp Spichartz
- **Energiespeichersysteme** – Daniel Breuer, M.Sc.

¹ Link: https://www.enesys.ruhr-uni-bochum.de/enesys/ueber_uns/personen.html.de

² Link: <https://www.enesys.ruhr-uni-bochum.de/enesys/lehre/praxisprojekte.html.de>

1 Windenergie

1) Praxisprojekte und Abschlussarbeiten am Smart Windpark Laboratory (Betreuung durch verschiedene Mitarbeiter des Instituts, Hauptansprechperson: B. Spichartz)

Das Institut verfügt über ein Laboratorium zur Nachbildung von Windparks. Die Infrastruktur bietet eine einzigartige Plattform u. a. zur Untersuchung des Betriebsverhaltens von Windenergieanlagen, zur Validierung neuer Regelungsverfahren und zur Entwicklung innovativer Systeme und Algorithmen bspw. zum Monitoring von Anlagenkomponente oder zur Regelung und Betriebsführung von Windparks. Verschiedene Fachbereiche werden adressiert:

Mechatronische Antriebssysteme – Modellierung des Antriebsstrangs einer Windenergieanlage bis hin zu den Tragstrukturen; Fortgeschrittene Regelungs- und Beobachterstrukturen zur aktiven Dämpfung von Schwingungen im Triebstrang;

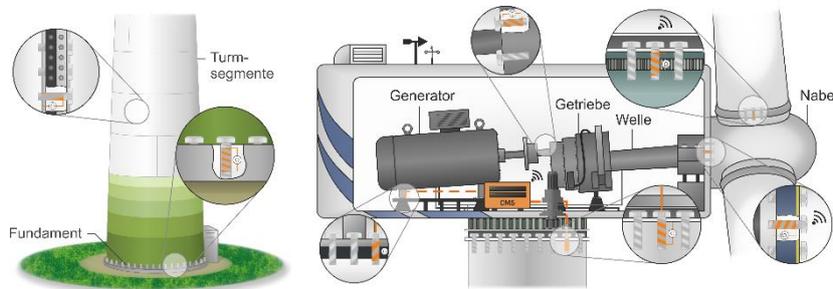
Leistungselektronik und Stromrichter – Untersuchung neuartiger Verfahren für Maschinen- und Netzstromrichter in verschiedenen Anlagentypen (DFIG, PMSG);

Dezentrale Energiesysteme, Netzqualität – Untersuchung der dynamischen Interaktionen von Windenergieanlagen am Netz; (Über-)regionale Windpark-Interaktionen; Beitrag zur Netzstützung insbesondere in zukünftigen Netzen mit hohem Anteil Erneuerbarer Energien

Sprechen Sie gerne den o. g. Hauptansprechpartner an. Weitere, bereits konkretisierte Themen (inkl. Ansprechperson) finden Sie nachfolgend in dieser Liste:

2) Condition Monitoring System in Windenergieanlagen zur Anlagenüberwachung, Zustandsdiagnose und -prognose, Fehlerfrüherkennung und optimierten Betriebsführung (Betreuung durch verschiedene Mitarbeiter am Institut, Hauptansprechperson: Lammersmann, Bachelor-/Masterarbeit, Praxisprojekt/-arbeit)

Mit dem sehr weit fortgeschrittenen Technologiereifegrad stellen Windenergieanlagen heutzutage massive Bauwerke und hochkomplexe mechatronische Energiewandlungssysteme dar. Sie werden für Betriebszeiten von 20 Jahren und mehr



ausgelegt und sind über ihre Lebensdauer hinweg teils extremen Belastungen und klimatischen Bedingungen ausgesetzt. Condition Monitoring Systeme (CMS) werden eingesetzt, um die Anlage und/oder einzelne Komponenten zu überwachen, anbahnende Schädigungen frühzeitig zu registrieren oder Vorschläge für proaktive Wartungen zu machen. Hier spielt nicht nur die Betriebs- und Anlagensicherheit eine Rolle, sondern auch die Optimierung des Anlagenbetriebs, Erhöhung der technischen Zuverlässigkeit, Minimierung von Anlagen- und Komponentenausfällen, Kostenreduktion, Ertrags- und Lebensdauererhöhung.

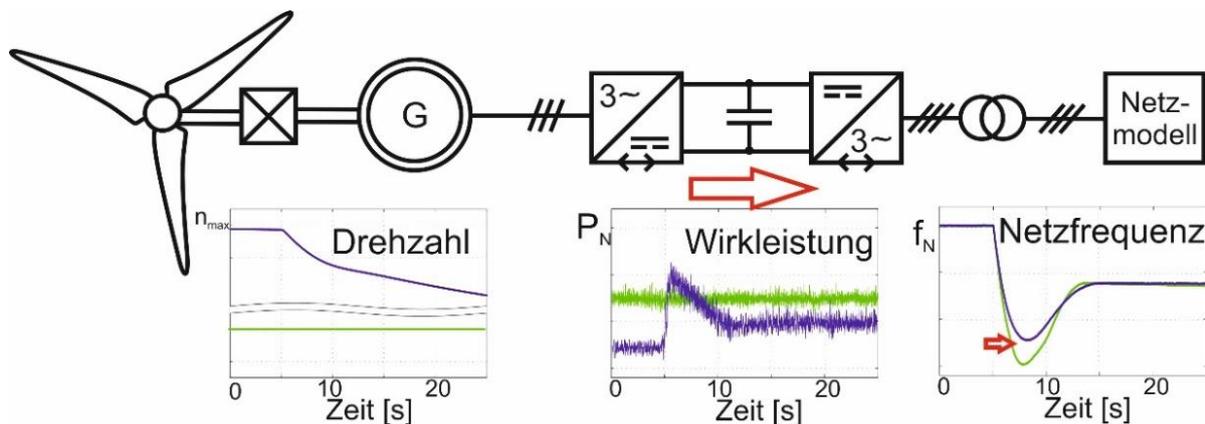
Abschlussarbeiten und Praxisprojekte (PO'13, bzw. Praktika ab PO'20) in diesem Umfeld können bei der o. g. Ansprechperson angefragt werden. Aufgaben erstrecken sich über den elektrotechnischen Fachbereich (Elektronik, Energie-, Mess- und Regelungstechnik) bis hin zum maschinenbau- und bauingenieurstechnischen Fachbereich (u. a. Schraubverbindungen, Verfahrenstechnik, Festigkeitsanalysen).

Erste Themen sind u. a. **Nr. 18)** und Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..

3) Modellierung, Simulation und Nachbildung von Windenergieanlagen mit permanent erregtem Synchrongenerator (Günther, Masterarbeit)

Der permanent erregte Synchrongenerator stellt ein verbreitetes Generatorkonzept von Windenergieanlagen dar. Im Rahmen dieser Arbeit soll zunächst der Antrieb von realen Windenergieanlagen (WEAs) inklusive mechanischen und elektrischen Komponenten rudimentär modelliert und mithilfe von Matlab/Simulink simulativ untersucht werden. Im Anschluss sollen Konzepte entwickelt werden, die eine skalierte Nachbildung des dominierenden Verhaltens von WEAs ermöglichen.

4) Netzstützende Regelungsverfahren mit drehzahlvariablen Windenergieanlagen (Günther, Masterarbeit)



Windenergieanlagen (WEA) spielen eine zentrale Rolle bei der Energiewende, sodass der massive Ausbau von WEAs schrittweise konventionelle Kraftwerke zurückdrängt. In dieser Arbeit sollen daher Regelungsverfahren recherchiert und untersucht werden, mit denen Aufgaben der Spannungs- und Frequenzstützung von WEAs mit Umrichteranbindung ans Netz erfüllt werden können. Unter Verwendung eines vereinfachten Netzmodells sollen die Anforderungen und Rückwirkungen ausgewählter Regelungsverfahren auf die WEA simulativ in Matlab/Simulink untersucht werden.

5) Regelung von umrichtergespeisten Generatoren von Windenergieanlagen mittels des Konzeptes des Synchronverters (Günther, Masterarbeit)

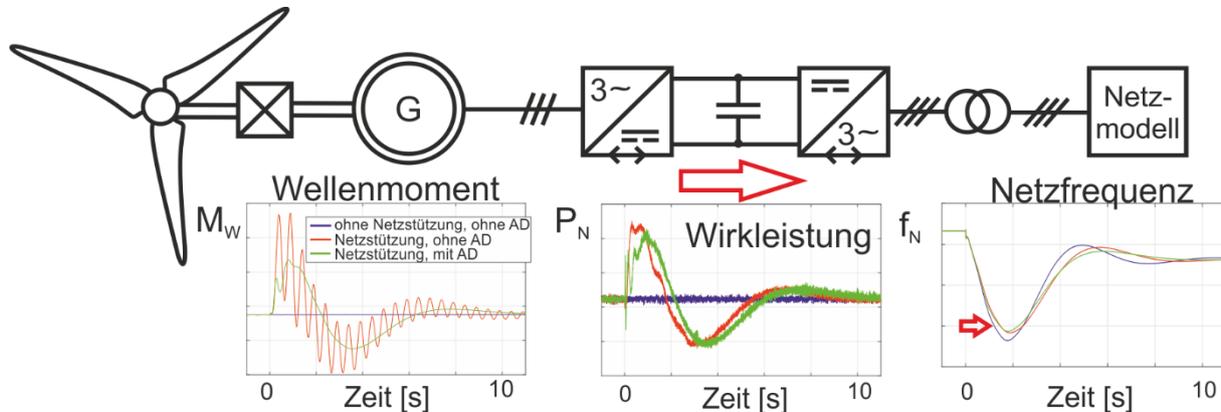
Aufgrund der stetig anwachsenden Bedeutung von Windenergieanlagen (WEAs) für die elektrische Energieversorgung steigen die Anforderungen an deren Anteilen zur Netzstützung und zur Sicherung der Netzstabilität. Das Verhalten von umrichtergespeisten Generatoren von WEAs unterscheidet sich von den Eigenschaften der direkt am Netz angeschlossenen Synchrongeneratoren konventioneller Kraftwerke. Das Regelungskonzept des Synchronverters soll dieser Problematik begegnen. Teil dieser Arbeit ist es daher die Recherche des Regelungskonzeptes des Synchronverters, dessen Implementierung für eine Beispielanlage und simulative Untersuchungen das Verhalten für ausgewählte Netzszenarien.

6) Netzanbindung moderner Windenergieanlagen (Günther, Praxisprojekt und Bachelorarbeit)

Die steigende Anzahl von Windenergieanlagen als Netzteilnehmer führt zu Anpassungen der Netzanschlussbedingungen durch die Netzbetreiber. Aufgabe und Ziel des Praxisprojektes ist die Kategorisierung dieser Anforderungen anhand der verschiedenen Anschlussleistungen und Spannungsebenen des Netzanschlusses sowie eine Erarbeitung der messtechnischen Prüfungsmöglichkeiten. In der anschließenden Bachelorarbeit soll auch mit praktischen Untersuchungen

an einem Laborprüfstand die Erfüllung der Anschlussbedingungen für verschiedene Regelungsansätze in Simulations- und Messszenarien untersucht werden.

7) Koordinierung und Optimierung der Gesamtregelung von Windenergieanlagen zur Netzstützung und aktiven Dämpfung von Torsionsschwingungen (Günther, Masterarbeit)



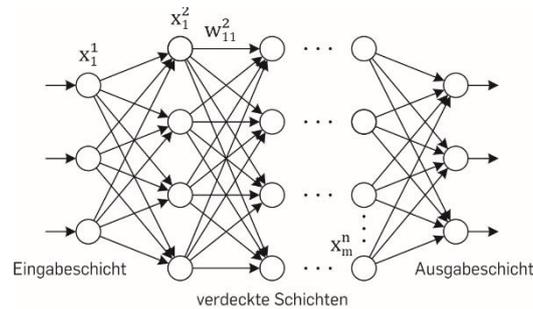
Der mechanische Antriebsstrang von Windenergieanlagen stellt ein schwingungsfähiges Gebilde mit zugleich stochastischer Anregung durch den Wind dar. Aus diesem Grund wurden verschiedene Verfahren zur aktiven Dämpfung von Torsionsschwingungen in der Forschung und auch im Stand der Technik untersucht und umgesetzt. Die aktuell zunehmend an Bedeutung gewinnenden Verfahren zur Netzstützung haben einen zusätzlichen Eingriff auf die Regelungsstruktur und können zu einer verstärkten Schwingungsanregung führen. Verfahren zur aktiven Schwingungsdämpfung können diese Schwingungen zwar dämpfen, haben aber zugleich einen Einfluss auf die Dynamik der Verfahren zur Netzstützung. Aufgabe der Masterarbeit ist daher die Entwicklung von Regelungskonzepten zur koordinierten Netzstützung und Schwingungsdämpfung mit einer anschließenden simulationstechnischen und experimentellen Validierung.

8) Nachlaufprädiktion in einem Windpark mithilfe Künstlicher Intelligenz (Günther, Masterarbeit)

Es werden Verfahren Künstlicher Intelligenz (KI) zur Reduktion der Auswirkungen von Nachlaufströmungen in Windparks erforscht. Ziel ist die Optimierung der Betriebsführung, gemessen an einer Erhöhung des Energieertrags und einem positiven Einfluss auf die Komponentenbelastung der Anlagen. In dieser Masterarbeit soll ein KI-basiertes System zur Prädiktion von Nachlaufströmungen erarbeitet und simulativ validiert werden. Dieses soll ausgehend von den Messwerten der Einzelanlagen in einem Windpark eine Prädiktion sowohl des zukünftigen Energieertrags als auch der zu erwartenden Strukturbelastung ermöglichen. Dazu sollen Regressionsmodelle aus dem KI-Bereich (z.B. Künstliche Neuronale Netzwerke, KNN) verwendet und trainiert werden.



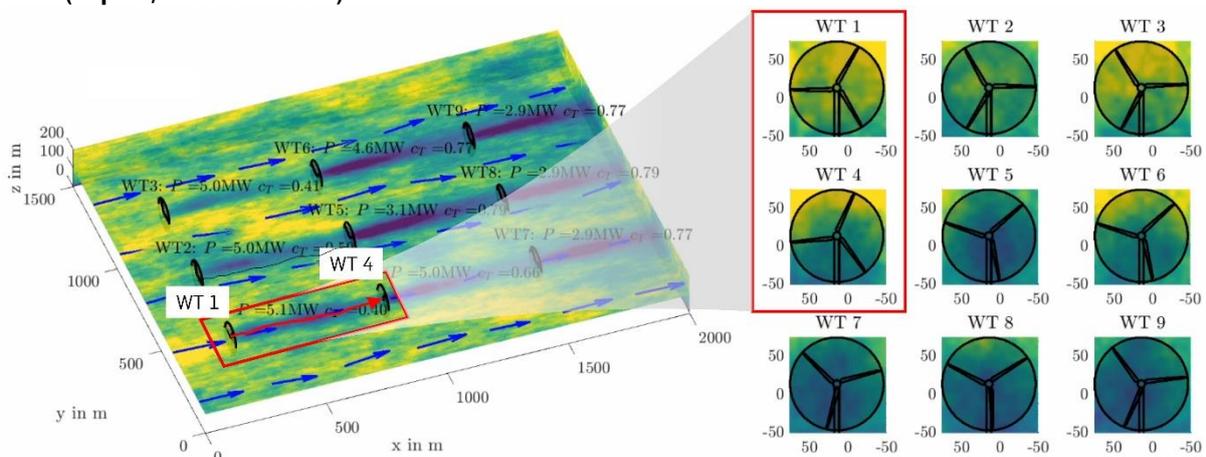
9) Optimierungen in der Betriebsführung von Windenergiekonvertern durch eine Nachlaufregelung basierend auf Künstlicher Intelligenz (Günther, Masterarbeit)



Künstliches Neuronales Netzwerk (KNN)

Es werden Verfahren Künstlicher Intelligenz (KI) zur Reduktion der Auswirkungen von Nachlaufströmungen in Windparks erforscht. Ziel ist die Optimierung der Betriebsführung, gemessen an einer Erhöhung des Energieertrags und einem positiven Einfluss auf die Komponentenbelastung der Anlagen. In dieser Masterarbeit soll ein KI-basiertes Regelungssystem für eine Einzelanlage konzipiert und simulativ validiert werden, um den Energieertrag eines einfachen Anlagenverbunds zu optimieren. Mithilfe eines Künstlichen Neuronalen Netzwerks (KNN) sowie Trainingsalgorithmen aus dem Bereich Reinforcement Learning (RL) sollen so die Möglichkeiten und Grenzen bei der KI-basierten Regelung von Windenergiekonvertern erforscht werden.

10) Optimierung und Erweiterung eines echtzeitfähigen Windrotor-Nachlaufmodells zur Berechnung und Simulation von aerodynamischen Wechselwirkungen in Windparks (Kipke, Masterarbeit)



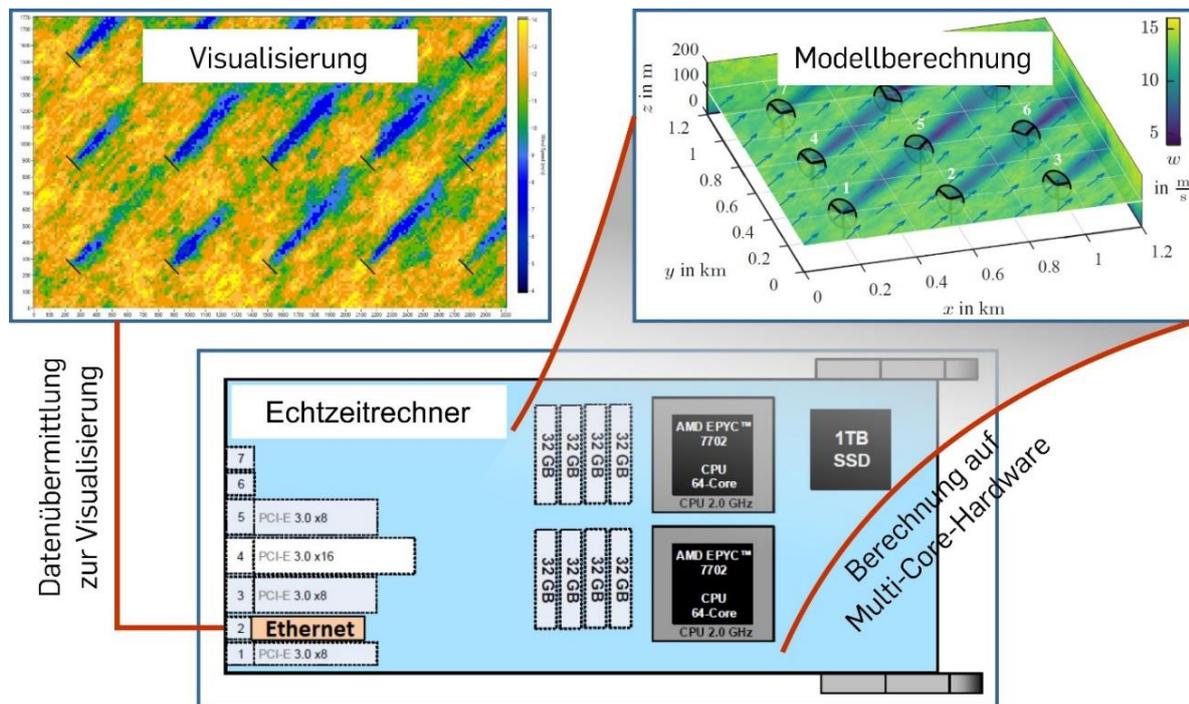
Vgl. Kipke, V., Chhor, J. and Sourkounis, C. (2020), Analytical three-dimensional wind flow model for real-time wind farm simulation. IET Renew. Power Gener., 14: 2840-2851. <https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2020.0106>

Um die aerodynamischen Wechselwirkungen zwischen Windenergiekonvertern (WEK) zu untersuchen, sind die zeitlichen und räumlichen Ausbreitungen der Rotornachläufe hinter WEK von besonderem Interesse (vgl. Abbildung). Sie sind geprägt von verringerter Windgeschwindigkeit und erhöhter Turbulenz. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein bestehendes Modell zur dreidimensionalen Berechnung von Nachläufen weiterentwickelt und für den Echtzeitbetrieb optimiert. Hierzu zählen unter anderem die Bestimmung des Nachlaufzentrums mit Hilfe der „Passive Tracker“-Methode, Berücksichtigung der Turbulenzerhöhung und Ausnutzung von Symmetrien zur Verringerung des Rechenaufwands. Die Recherche zu noch sehr jungen Forschungsfragen hin-

sichtlich der Beeinträchtigung eines Windparks durch benachbarte Windparks sowie die Umsetzung dieser Effekte im Modell runden die Arbeit ab und ermöglichen die Untersuchung hochaktueller Themen im Bereich der Windenergie.

Diese Arbeit ermöglicht den Einstieg in die Windenergie, die Vertiefung in Matlab/Simulink, die Arbeit an einem weltweit einmaligen Echtzeitrechner-Cluster, State-of-the-Art Engineering-Tools zur Echtzeitimplementierung sowie die Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen.

11) Optimierung und Erweiterung eines echtzeitfähigen Windmodells zur Berechnung und Simulation von aerodynamischen Vorgängen in Windparks (Kipke, Masterarbeit)



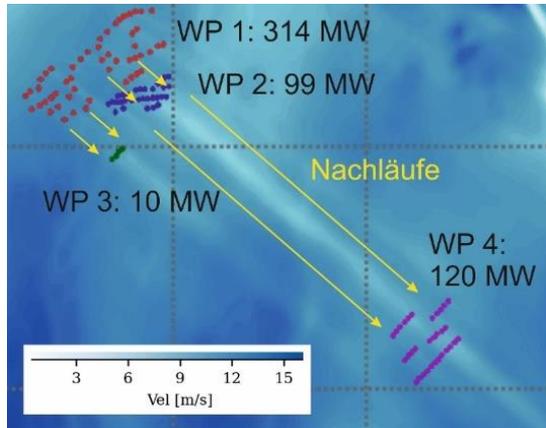
Vgl. Kipke, V., Chhor, J. and Sourkounis, C. (2020), Analytical three-dimensional wind flow model for real-time wind farm simulation. IET Renew. Power Gener., 14: 2840-2851. <https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2020.0106>

Zur realitätsgetreuen Simulation und Untersuchung der Wechselwirkungen von Windenergiekonvertern in Windparks sind die aerodynamischen Verhältnisse und Vorgänge von großer Bedeutung. Im Rahmen der Arbeit wird ein existierendes Modell zur dreidimensionalen Berechnung von Windverhältnissen weiterentwickelt und für den Echtzeitbetrieb optimiert. Hierfür stehen moderne und leistungsfähige Echtzeitrechner der Firma OPAL-RT zur Verfügung, welche die Umsetzung auf bis zu 128 CPU-Kernen erlauben. Ziel ist es unter anderem, die Simulation möglichst hochauflösend unter möglichst hoher Ausnutzung der Hardware zu erreichen. Zu den Modell-Erweiterungen gehören unter anderem die Visualisierung nach der „Particle-Tracing“-Methode und die Anpassung bestimmter Parameter zur Laufzeit über das Bedienpanel. Vergleiche mit echten Winddaten ermöglichen die Bewertung und Validierung des Modells.

Diese Arbeit ermöglicht den Einstieg in die Windenergie, die Vertiefung in Matlab/Simulink, die Arbeit an einem weltweit einmaligen Echtzeitrechner-Cluster, State-of-the-Art Engineering-Tools zur Echtzeitimplementierung sowie die Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen.

12) Gegenseitige aerodynamische Beeinflussung von Windparks (Kipke, Bachelorarbeit)

Die steigende Dichte von Windparks onshore wie auch offshore führt dazu, dass Windparks zwangsläufig näher beieinanderstehen. Dies kann dazu führen, dass ganze Windparks im „Windschatten“, dem sogenannten Nachlauf anderer Windparks stehen, selbst über größere Entfernungen. Hierdurch wird besonders die Energieumsetzung reduziert, aber auch die Strukturbelastung erhöht. Im Rahmen dieser Arbeit wird eine breite Recherche durchgeführt, um die Windpark-zu-



Windpark-Interaktion einzuordnen, den Stand der Forschung zu erarbeiten, die Relevanz für die Standortsuche zu bestimmen, die Beeinträchtigungen zu quantifizieren und um Möglichkeiten zu identifizieren, wie diese Einflüsse reduziert werden können.

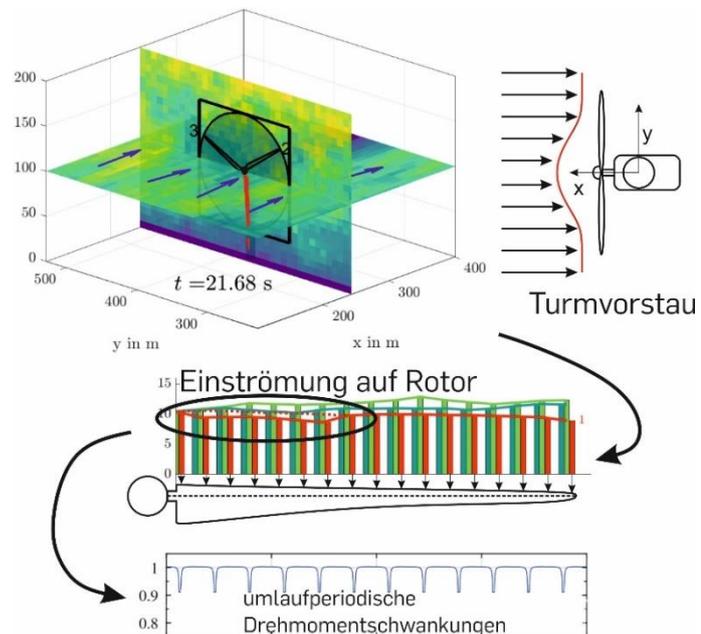
Diese Arbeit ermöglicht den Einstieg in den Bereich der Windenergie, den Umgang mit wissenschaftlichen Publikationen und Fachbüchern, ggf. die Einarbeitung in Matlab/Simulink zur Modellbildung und Simulation sowie die Mitarbeit an aktuellen Forschungsthemen.

Bildquelle: ML Mayol, AC Saulo und AD Otero. "Farm to farm wake interaction in WRF: impact on power production". Journal of Physics: Conference Series 1934.1 (2021), S. 012017.

13) Implementierung eines Turmvorstau-Modells zur Verbesserung von Windparksimulationen (Kipke, Bachelorarbeit)

Zur Bestimmung der dynamischen Vorgänge beim Betrieb von Windenergiekonvertern (WEK) spielen aerodynamische Effekte eine große Rolle, da sie sich über den Generator bis ins Netz auswirken können. Einer dieser Effekte ist der Turmvorstau, welcher aufgrund geringerer Windgeschwindigkeit vor dem WEK-Turm umlaufperiodisch einbrechende Drehmomente erzeugt, wenn sich ein Rotorblatt vor dem Turm befindet.

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein gebräuchliches Modell zur Beschreibung des Turmvorstaues in der Simulationsumgebung Matlab/Simulink implementiert, welches als ein Baustein in einem umfangreichen Modell auf einem Cluster aus Echtzeitrechnern ausgeführt wird. Die Einflüsse des Turmvorstaues werden nicht nur berechnet, sondern auch anschaulich visualisiert.



Ein Vergleich zum aktuell nur rudimentär umgesetzten Turmvorstau ermöglicht die direkte Gegenüberstellung und Herausstellung der Optimierung.

Diese Arbeit ermöglicht die Einarbeitung in das Themenfeld der Windenergie, den Umgang mit Matlab/Simulink zur Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme sowie die Arbeit mit modernen Echtzeitrechnern.

14) Inbetriebnahme und Optimierung von 22 kW Maschinenprüfständen zur Nachbildung von Windanlagen (B. Spichartz, V. Kipke, Masterarbeit, Bachelorarbeit, Praxisprojekt)

Im Rahmen von Windparkuntersuchungen werden mehrere Maschinenprüfstände zur Nachbildung von Windenergiekonvertern (WEK) errichtet. In Abschlussarbeiten kann bei der Inbetriebnahme der Prüfstände (Software- und Hardware-Ebene) mit doppelt gespeistem Asynchrongenerator (DFIG) bzw. mit Permanentmagnet Synchrongenerator (PMSG) unterstützt werden. Im Rahmen des aktuellen Inbetriebnahme-Fortschritts ist aktive Teilnahme durch Implementierung von Regelungsverfahren zur Ansteuerung der Netz- und/oder Generatorseite (FPGA-Programmierung), zur Automatisierung und zur Kalibrierung der Prüfstände möglich. Als wissenschaftliche Untersuchungsaspekte ergeben sich Fragestellungen wie Optimierungsmöglichkeiten von einzelnen WEK oder einem Anlagenverbund im Windpark, Fortgeschrittene Verfahren zur Drehzahl- und Maschinenregelung, Regelung elastisch gekoppelter Antriebssysteme u. v. m.

Anm.: Die konkrete Aufgabenstellung richtet sich nach dem aktuellen Inbetriebnahme Fortschritt. Bei Details zu den aktuellen Aufgaben kontaktieren Sie Herrn B. Spichartz (b.spichartz@enesys.rub.de) und/oder Herrn Kipke (kipke@enesys.rub.de).

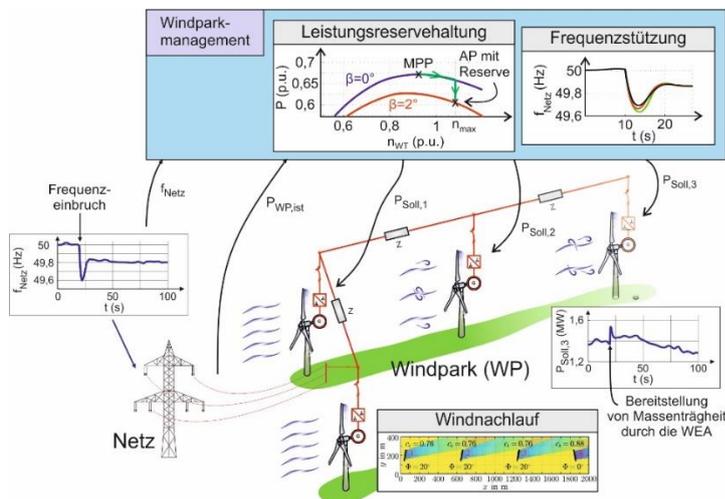


15) Kooperativ spannungseinprägend geregelte Umrichter im Windpark mit Berücksichtigung elektrischer Interaktionen im Parknetz und der mechanischen Rückwirkungen auf den Antriebsstrang (B. Spichartz, Masterarbeit)

Durch den Rückgang konventioneller Kraftwerke mit Synchrongeneratoren am Netz reduziert sich Massenträgheit und netzbildende Eigenschaften im Netz gehen verloren. Da netzfolgende Umrichter ohne Bezugsspannung im Netz zu Instabilität neigen, bedarf es hierbei der Bereitstellung netzbildenden Verhaltens durch die Umrichter selbst. Anstelle mit dem Umrichter Dynamiken bisheriger Systeme nachzubilden (Beispiel Synchronverter), ist es jedoch Auslegungstechnisch sinnvoller Umrichter-Regelungen mit direkter Spannungseinprägung zum Netz basierend auf der Dynamik des Umrichters auszulegen. Im Rahmen von Abschlussarbeiten können Themen im Bereich netzbildender spannungseinprägender Umrichter Regelung bearbeitet werden. Ziel ist die kooperative Netzstützung mehrerer Umrichter am Netz bei Reduktion von Blindleistungsbedarf, Erzielen von Robustheit und Reduktion von Rückwirkungen auf die Windanlage selbst. Neben Simulationsuntersuchungen sind Implementierung und Validierung an AFE- und PMSM-Prüfständen der Forschungsinfrastruktur SWiPLab möglich.

16) Fortgeschrittene Regelungsverfahren zur Bereitstellung von Leistungsreserven und zum Anfahren des maximalen Leistungspunkts mithilfe eines Windparks (B. Spichartz, Masterarbeit, Bachelorarbeit, Praxisprojekt)

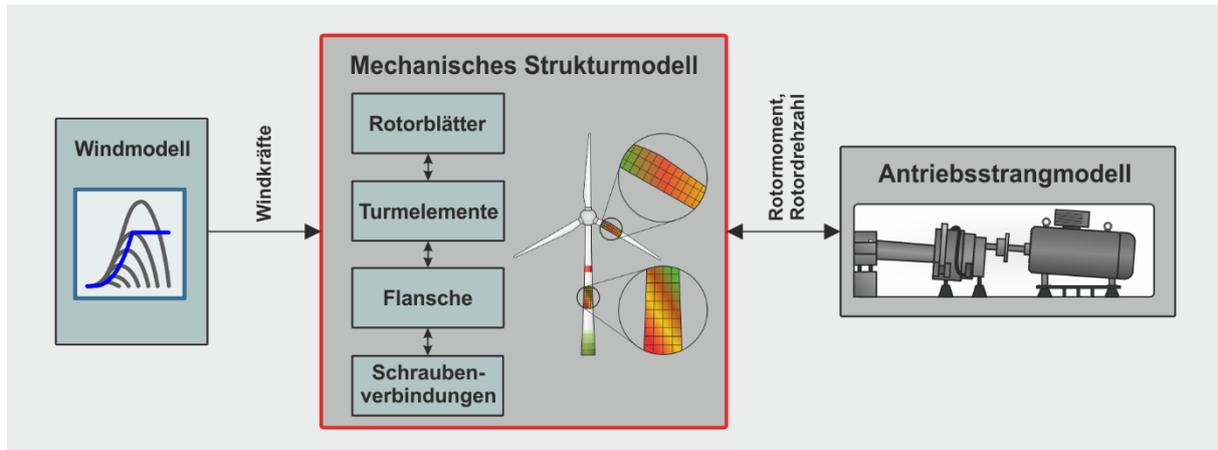
Aus dem Rückgang konventioneller Kraftwerke am Netz resultiert eine Gefahr für die Frequenzstabilität, da Massenträgheit entfällt und weniger konventionelle Kraftwerke an der Wirkleistungsbereitstellung teilnehmen. Um auch in Zukunft das Gleichgewicht zwischen verbrauchter und bereitgestellter Leistung sicherzustellen, müssen Windanlagen Leistungsreserven vorhalten und in der Lage sein den maximalen Leistungspunkt (MPP) anzufahren. Hierbei müssen im Windpark neben dem Einfluss von Windschwankungen auch die gegenseitige Beeinflussung der Anlagen durch den Windnachlauf beachtet werden. Aus dieser Thematik ergeben sich regelungstechnische Aufgabenstellungen mit dem Ziel dynamisch eine Optimierung des Leistungsertrags zu erreichen, Belastungen auf die Anlagen zu reduzieren und eine sichere Bereitstellung von Leistungsreserven zu erzielen. Für die Untersuchungen stehen 3D-Windmodelle zur Nachbildung der Windaerodynamik sowie Modelle für die Windenergieanlagen, mit Windrotor, Antriebsstrang und Generator inklusive anlagenseitiger Regelungen zur Verfügung. Zur Validierung werden messtechnische Validierungen unter Verwendung der AFE- und PMSM-Prüfständen im SWiPLab durchgeführt.



17) Modellbasiertes echtzeitfähiges Suchverfahren zur Bestimmung des maximalen und Reserve-Leistungspunkts in einem Windpark (B. Spichartz, Masterarbeit, Praxisprojekt und Bachelorarbeit)

Zur Optimierung der maximalen Leistungsabgabe bzw. Bereitstellung von Leistungsreserven durch Windparks müssen aktuelle und zukünftige Windgeschwindigkeiten an den einzelnen Windanlagen bekannt sein und die erwartete Beeinflussung durch Windnachläufe vorausberechnet werden. Hierzu existiert bereits ein Windvorhersagemodell, mit Erweiterungsbedarf die Randbedingungen auf Basis der Messungen an den Windanlagen vorzugeben. Dieses Modell wurde bereits auf einem Hochleistungsrechner implementiert und muss nun durch Szenarienbasierte Suchverfahren zur Detektion des globalen Maximums oder Reserve-Leistungspunkts erweitert werden. Die Ergebnisse können im Anschluss mit einer KI-basierten Azimutwinkelvorgabe verglichen werden.

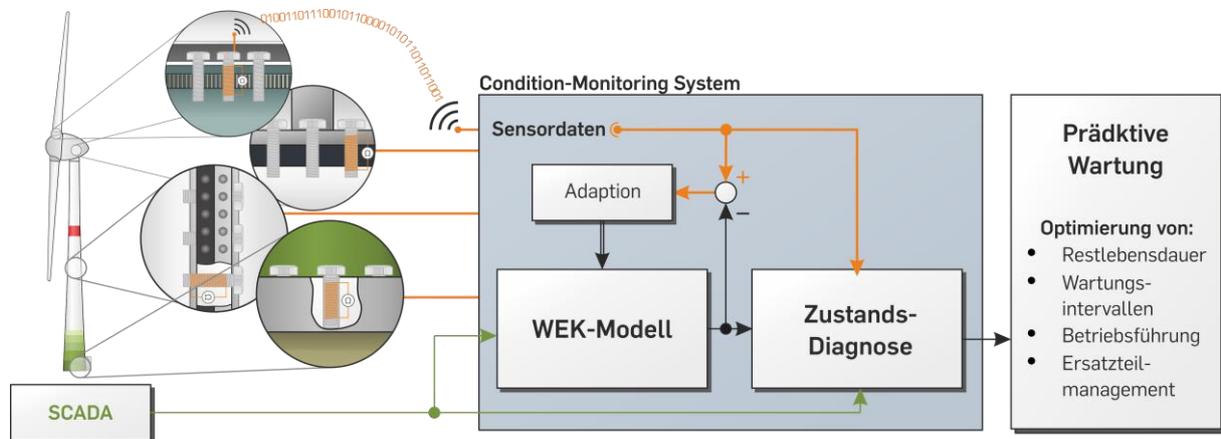
18) Entwicklung eines Simulationsmodells der Strukturbauteile eines Windenergiekonverters und Untersuchung der Wechselwirkungen mit einem Wind- und Antriebsstrangmodell. (TBD, Bachelor-/Masterarbeit)



Mit dem Trend zu immer größeren Rotordurchmessern und steigenden Nabelhöhen mit dem Ziel der Ertragssteigerung nähern sich heutige Windenergiekonverter immer weiter an die Grenzen der mechanischen Festigkeit an. Beim Ermüdungsverhalten der Tragstrukturen nimmt die Wechselbelastung durch deren dynamische Eigenschaften eine dominante Rolle ein. Aus diesem Grund soll für zukünftige Arbeiten ein Simulationsmodell der Strukturbauteile des Turms und der Rotorblätter geschaffen werden, welches deren dynamische Eigenschaften modelliert. Dieses Simulationsmodell soll im weiteren Verlauf der Bearbeitung zusammen mit einem vorhandenen Wind- und Antriebsstrangmodell zu einem Gesamtanlagenmodell kombiniert werden, welches alle relevanten aero-elastischen und mechanischen Kopplungen enthält. Simulationsuntersuchungen am erstellten Gesamtanlagenmodell wie Analysen über das Anregungsverhalten von Eigenfrequenzen der Strukturbauteile sowie über die Implikationen der Kopplung der Teilmodelle stellen den Abschluss der Arbeit dar.

19) Prädiktive Wartungskonzepte für Windenergiekonverter (TBD, Bachelor-/Masterarbeit)

Mit der zunehmenden Größe und Leistung von Windenergiekonvertern (WEK) bedeuten Anlagenstillstände immer relevanter werdende finanzielle Einbußen aufgrund des vorliegenden Produktionsausfalls. Die Gründe für die Anlagenstillstände können beispielsweise Anlagendefekten sein, aber auch Wartungsaktivitäten zur Vermeidung dieser Defekte können zu geplanten Anlagenstillständen führen. Ein Lösungsweg zur Reduzierung der Stillstandzeiten kann die Nutzung von Methoden der prädiktiven Wartung sein: Hierbei wird aus den vorhandenen Anlageninformationen eine optimale vorherschauende Wartungsstrategie erstellt, welche Anlagendefekte vermeidet aber auch Stillstände durch Wartungsaktivität minimiert. Im Rahmen dieser Abschlussarbeit sollen die in der Literatur diskutierten Methoden der prädiktiven Wartung auf WEK übertragen werden. Insbesondere soll dabei ein Fokus auf die, für die Methoden relevanten, Anlageninformationen gelegt werden. Während der Bearbeitung der Abschlussarbeit sollen im weiteren vorhandenen Simulationsmodelle so erweitert werden, dass eine Erprobung der entwickelten Algorithmen zur prädiktiven Wartung möglich ist.



2 Mechatronische Antriebssysteme

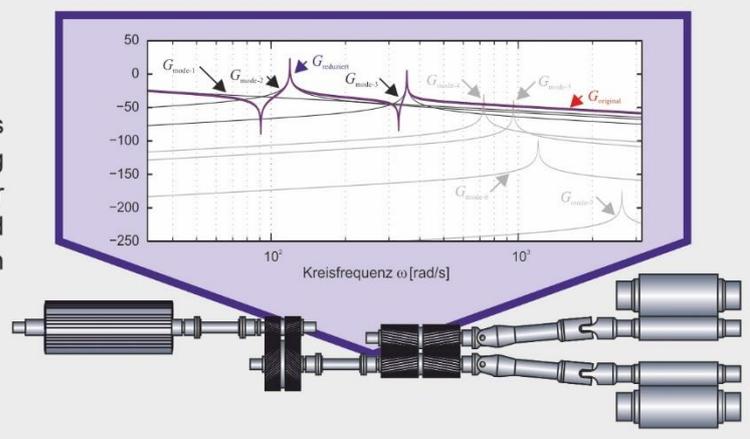
20) Inbetriebnahme eines Prüfstands für elektrische Antriebe (Bendrat, Bachelor-/Masterarbeit)

Am Institut wird ein Prüfstand zur Untersuchung des dynamischen Verhaltens hochbelasteter, schwingungsfähiger Antriebsstränge aufgebaut. Im Rahmen der Arbeit soll ein Beitrag zur Inbetriebnahme des Prüfstandes geliefert werden. Mögliche Aufgaben liegen im Bereich der Bedienung, Betriebsführung und schrittweisen Inbetriebnahme von FPGA- und μC -basierter Steuerung, Sensorik und Leistungsteil des Prüfstandes.

21) Regelung durch strukturbeschränkte Zustandsrückführung zur Senkung der mechanischen Belastung in Antriebssystemen mit schwingungsfähiger Last (Bendrat, Masterarbeit)

Sie möchten mit Ihrer Masterarbeit auf Resonanz(en) stoßen?

Nutzen Sie Ihr Systemverständnis und Ihr Fachwissen zur Erforschung eines neuen Regelungsansatzes zur aktiven Schwingungsdämpfung und Verminderung von Lastspitzen in Hochleistungsantrieben.



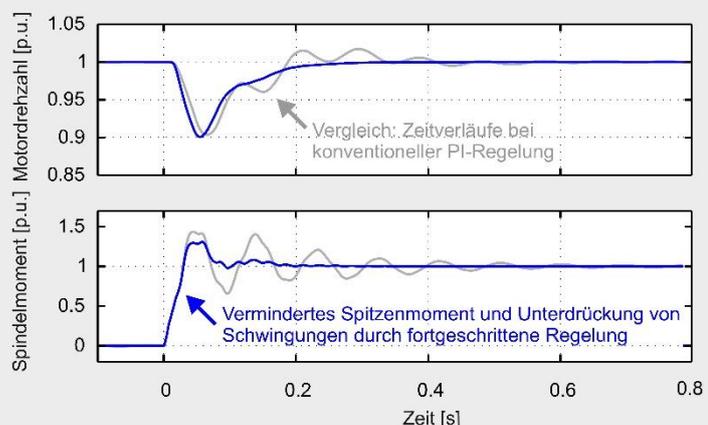
Gegenstand der Arbeit ist ein am Institut entwickelter Regelungsansatz zur Minimierung der mechanischen Belastung sowie Schwingungsdämpfung in drehzahlregelten mechatronischen Antriebssystemen. Ziel der Arbeit ist es, auf Grundlage einer Literaturrecherche die Eigenschaften des Regelungsansatzes im Detail zu erforschen sowie Entwurf und Parametrierung am Beispiel eines industriellen Großantriebs zu diskutieren und simulativ zu untersuchen. Gegebenenfalls ist auch eine Implementierung und Validierung der Ergebnisse am Prüfstand möglich.

22) Modellprädiktive Drehzahlregelung von Antriebssystemen mit schwingungsfähiger Last (Bendrat, Masterarbeit)

„Prediction is very difficult, especially about the future“

...oder etwa doch nicht?

Beweisen Sie das Gegenteil und verfolgen Sie einen vielversprechenden und aktuellen Forschungsansatz mit dem Ziel mechanische Antriebsstränge in Zukunft optimal ausnutzen zu können.

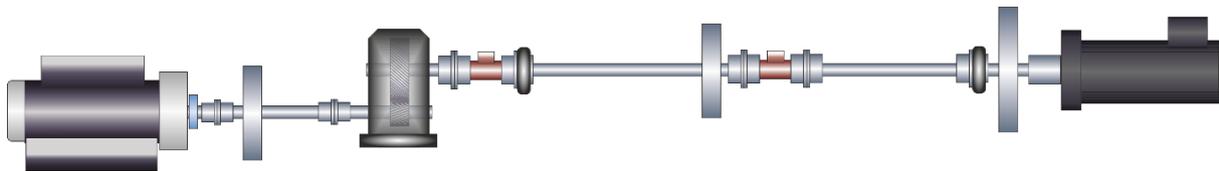


Die Nutzung modellprädiktiver Regelungsverfahren zur aktiven Schwingungsdämpfung wird als vielversprechender Forschungsansatz angesehen. Im Gegensatz zu klassischen, linearen Reglern lassen sich mithilfe modellprädiktiver Regelungsansätze die Zustandsgrößen dynamischer Systeme aktiv und gezielt beschränken. Im Bereich mechatronischer Antriebssysteme bietet sich so unter Umständen die Möglichkeit die Belastbarkeit der mechanischen Komponenten optimal auszunutzen, ohne dabei eine Überlastung zu riskieren.

Im Rahmen dieser Arbeit soll nach einer entsprechenden Literaturrecherche die Leistungsfähigkeit modellprädiktiver Regelungsverfahren am Beispiel eines industriellen Großantriebs simulativ untersucht werden. Gegebenenfalls ist auch eine Implementierung und Validierung der Ergebnisse am Prüfstand möglich.

23) Modellbildung des schwingungsfähigen Antriebsstrangs eines Prüfstands für Mechatronische Hochleistungsantriebssysteme (Bendrat, Praxisprojekt/Bachelorarbeit)

Aufbauend auf einem grundsätzlichen Antriebsstrangkonzpts soll zunächst ein CAD-Modell des Aufbaus erstellt werden. Anschließend soll ein Mehrkörpermodell des Antriebsstrangs aufgestellt werden. Weiterhin sind simulative Untersuchungen des Schwingungsverhaltens und ggf. ein Messabgleich mit dem realen System geplant.



24) Automatisierte Messung der elektrischen und hydraulischen Größen eines Pumpensystems (Johannliemke, Masterarbeit)

Ziel der Masterarbeit ist es, den Wirkungsgrad eines Pumpensystems (Pumpe, Antrieb, Stromrichter) unter verschiedenen Betriebsbedingungen automatisiert zu ermitteln. Für diese Aufgabe steht ein Versuchsstand für Kreiselpumpen zur Verfügung, welcher die Anforderungen gemäß EN ISO 9906 übertrifft und über ein Heizsystem verfügt. Zur Messung der elektrischen Leistung steht ein Zimmer LMG 671 Leistungsmesssystem zur Verfügung. Die vorhandenen Systeme und ein in der Arbeit zu entwickelndes Temperaturmesssystem sind mit einer übergeordneten Steuerung zu verbinden. Eine koordinierte Datenerfassung ist zu implementieren. Als Abschluss der Arbeit soll ein Beispielttestlauf implementiert und durchgeführt werden.

3 Leistungselektronik und Stromrichter

25) Regelung von Spannungszwischenkreisumrichtern zur Speisung von Drehstromantrieben mit kleiner Zwischenkreiskapazität (Bendrat, Masterarbeit)

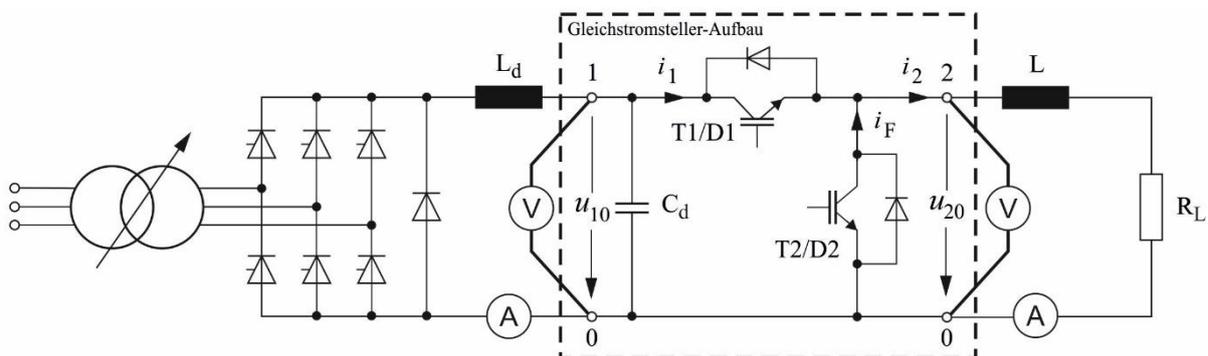
Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit werden Frequenzumrichter immer an der Grenze zu maximalen Spannungsbelastung betrieben, während gleichzeitig nur eine sehr begrenzte Zwischenkreiskapazität für den Ausgleich hoher dynamischer Laständerung auf der Motorseite zur Verfügung steht. Ziel der Masterarbeit ist es, regelungstechnische Maßnahmen, wie zur Abschwächung lastbedingten Zwischenkreisspannungseinbrüchen und -überhöhungen zu untersuchen bzw. zu entwickeln. Grundlage der im Rahmen durchzuführenden simulativen Untersuchungen ist hierbei eine ausführliche Literaturrecherche.

26) Aufbau eines 2-Quadranten-Stromrichters für die dynamische Einstellung des Erregerstroms einer Synchronmaschine (Bendrat, Bachelor-/Masterarbeit)

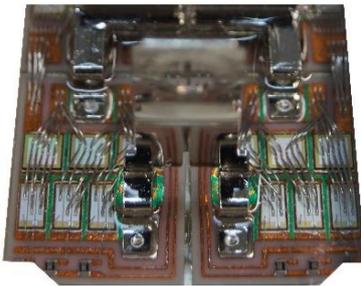
Gegenüber anderen im Antriebsbereich weit verbreiteten Drehfeldmaschinen wie der Induktionsmaschine und der permanenterregten Synchronmaschine besteht bei wicklungserregten Synchronmaschinen zusätzlich die Möglichkeit, den über den Rotor zugeführten Anteil der Erregung zu variieren, so dass sich anwendungsspezifisch betriebspunktabhängige Optimierungsmöglichkeiten ergeben. Im Rahmen der Arbeit ist ein Stromrichter für die dynamische Einstellung des Erregergleichstroms einer Synchronmaschine zu entwickeln (Konzepterstellung, Aufbau eines Prototypen, Inbetriebnahme). Die Regelung des Stromrichters ist zunächst mithilfe von MATLAB/Simulink zu entwickeln und soll anschließend auf Grundlage bestehender Regelungsboards auf einem Mikrocontroller oder FPGA realisiert werden.

27) Aufbau eines 2-Quadranten-Stromrichters auf SiC-Basis zur Messung des Kommutierungsverhaltens für einen Masterpraktikumsversuch (Reiff, Masterarbeit)

Die immer weiter steigende Schaltgeschwindigkeit leistungselektronischer Bauteile stellt nicht nur an den Aufbau des Stromrichters, sondern auch an die Messtechnik zur Messung der Zeitverläufe während eines Schaltvorgangs hohe Anforderungen. Besonders markant ist diese Problematik bei SiC-Schaltelementen. Ziel dieser Arbeit ist es, einen Versuchsstand zu entwerfen und aufzubauen, an welchem Messungen auf sehr hohem Niveau auch im Rahmen eines Praktikumsversuchs durchgeführt werden können.



28) Untersuchung der Einflüsse von Zwischenkreiseigenschaften auf das Kommutierungsverhalten von leistungselektronischen Bauelementen (Reiff, Bachelor-/Masterarbeit)



SiC-Leistungsmosfet – 1700V-300A

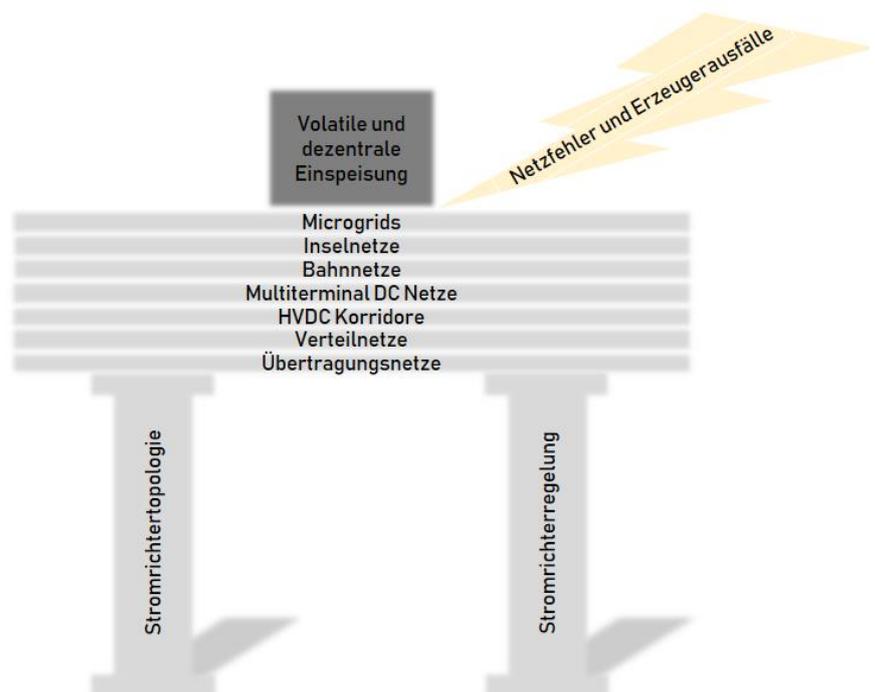
Die immer weiter steigende Schaltgeschwindigkeit leistungselektronischer Bauteile stellt hohe Anforderungen an den mechanischen Aufbau eines Stromrichters. Insbesondere bei Leistungserhöhung durch Parallelschaltung von Modulen muss sichergestellt werden, dass sich die Belastung der Module gleichmäßig verteilt. In dieser Abschlussarbeit sollen verschiedene Realisierungsformen der Parallelschaltung insbesondere in Bezug auf das Kommutierungsverhalten untersucht werden. Für eine Bachelorarbeit kann die Aufgabenstellung mit einem Praxisprojekt kombiniert werden.

29) Grafischer Vergleich von rotor- und statorflussorientierten Regelungsverfahren (Vahle, Bachelorarbeit)

Im Feld der Regelung von elektrischen Drehfeldmaschinen können zwei Gruppen von Regelungsverfahren unterschieden werden. Der Industriestandard ist in aller Regel eine Form von rotorflussorientierter Regelung, während bis heute die statorflussorientierte Regelung eher für Spezialanwendung eingesetzt wird. Ziel dieser Arbeit ist es, zunächst das Verständnis und im Anschluss die Unterschiede dieser beiden Verfahrensgruppen herauszuarbeiten. Folgend ist dann eine rotorflussorientierte Regelung in Matlab zu implementieren und mit Ergebnissen einer vorhandenen statorflussorientierten Regelung zu vergleichen. Die Vergleiche sollen vor Allem grafisch in Form von Raumzeigerbildern erfolgen die dann als Anschauungsmaterial für Vorlesungen und Schulungen dienen können.

30) Simulative Untersuchungen der Dynamik und Betriebsgrenzen stromrichterdominierter Netze (Vahle, Masterarbeit/Bachelorarbeit)

Die zunehmende Ankopplung von Erzeugern und Verbrauchern über leistungselektronische Stellglieder an das öffentliche Versorgungsnetz führt unter anderem zu einer prozentualen Reduktion des Energieanteils, der mittels konventioneller Synchronmaschinen ins Netz einspeisen wird. Das hat substantielle Änderungen in der Systemdynamik zur Folge, was zukünftig zu topologischen und regelungstechnischen Anpassungen führen wird. Die Herausforderung liegt in der sicheren Überführung der aktuellen Netzstrukturen in solche die dann als stromrichterdominierte Netze bezeichnet werden würden. Des Weiteren ist es notwendig Lösungen zu finden, so-



dass auf Basis von Stromrichtern - nicht Synchronmaschinen - ein robuster und dauerhaft stabiler Netzbetrieb gewährleistet werden kann, der letztlich bestimmte Klassen an Netzfehlern eigenständig beherrschen kann. Dazu gilt es die neuartigen Stabilitätsmechanismen zu verstehen und zu bewältigen in dem durch umfassende Simulationen diverser Szenarien (Netz-, Stromrichtertopologien sowie Regelungsverfahren) gezeigt wird, welche Varianten diesen Anforderungen genügen könnten. Diese Thematik ist extrem aktuell und von hoher Bedeutung für viele Netzbetreiber. Das Netz der Deutschen Bahn hat beispielsweise bereits einen Ausbau von etwa 60% stromrichterbasierter Einspeisung erreicht. Auf Grund zu großer Vagheit - hinsichtlich des heutigen Wissenstandes - wurde der weitere Ausbau vorerst gestoppt. Ähnlich sieht es in anderen Teilnetzen des europäischen Verbundnetzes aus. Die Aufgabe ist somit, durch simulative Untersuchungen Erfahrung in diesem Bereich zu sammeln und zu dokumentieren, um sicher in diese neue Form der Übertragungs- und Verteilnetze übergehen zu können. Im Rahmen einer Masterarbeit (ggf. auch einer Bachelorarbeit) ist es möglich einen Beitrag zu dieser Entwicklung zu leisten. Einige isolierbare Teilbereiche sind folgend beispielhaft angeführt. Bei Interesse am Themengebiet kann dann ein individuell passendes Aufgabenpaket gefunden werden.

- Untersuchung alter und neue Formen netzstützender Stromrichterregelungsverfahren und Charakterisierung hinsichtlich spezieller Leistungsmerkmale
- Identifikation und Darlegung der relevanten Zeitskalen in denen sich stromrichterdominierte Netze bewegen sowie die Abgrenzung der Dynamik zu konventionellen Netzen
- Fallstudien bezüglich diverser stabilitätskritischer Netzzustände im Hinblick auf die resultierende Interaktion mit Konstellationen verschiedener Netztopologien und Stromrichterregelungen

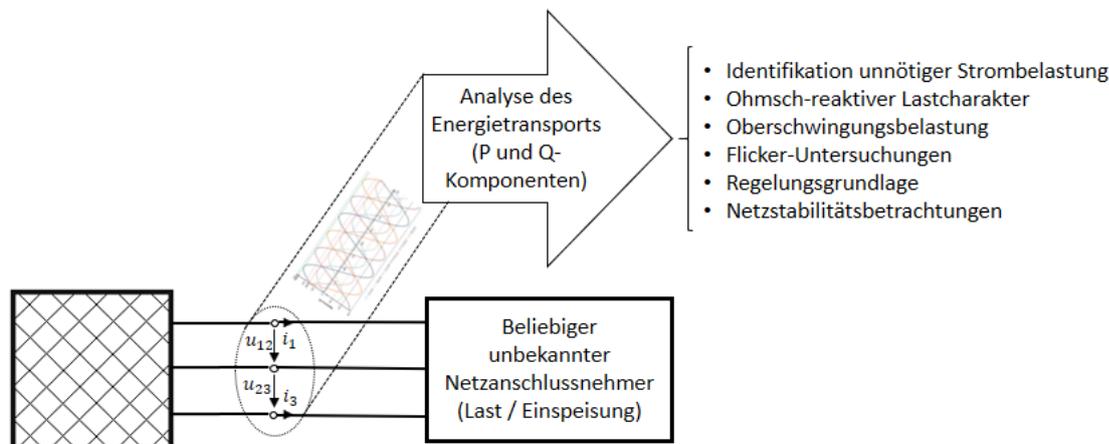
Zur Bearbeitung dieser Fragestellungen können beispielsweise folgende Tätigkeiten notwendig sein:

- Finden der jeweilig geeigneten Modellierungstiefe
- Implementierung, Erweiterung und Verbesserung von verschiedenen Regelungsverfahren
- Implementierung und Reflektion von Hilfsstrukturen wie zum Beispiel einer geeigneten Synchronisationseinheit
- Aufbau größerer Netzbereiche mit verschiedenen Charakteristika
- Definition und Analyse von Fehler- und Übergangsszenarien
- Simulation in Matlab und/oder ViaVento
- Validierung und Bewertung

31) Gegenüberstellung und Implementierung verschiedener Leistungstheorien (Vahle, Bachelorarbeit/Masterarbeit)

Leistungstheorien definieren in eindeutiger Weise Wirkleistung und Blindleistung, wobei verschiedene Ausprägungen der Blindleistung unterschieden werden können. Im Gegensatz zur Wirkleistung ist Blindleistung keine physikalische Größe, sondern eine wichtige technisch motivierte Hilfsgröße. Ihre Definition ist daher zwar inzwischen durch Normung geklärt - aber immer noch Gegenstand intensiver Diskussionen. Sie lässt sich zielführend in verschiedene Komponenten zerlegen - mit großem Spielraum und der Möglichkeit, praxisgerechte und anwendungsbezogene Zerlegungen zu finden. Eine Theorie mit wesentlicher Prägung durch unser Institut ist auf diesem Wege als Grundlage in die DIN eingegangen. Eine andere Möglichkeit der Anwendung ist ihre Nutzung zur Regelung und Steuerung von Anlagen in denen die Blindleistung als Regel- oder Bewertungsgröße Relevanz hat. In diesem Zusammenhang spricht man dann von Kompensationsverfahren. Diese bilden praxisorientierte, meist geregelte, Methoden um den Energietrans-

port, die Stabilität und die Funktionsfähigkeit im Umfeld von Energieversorgungsnetzen und Verbrauchern zu optimieren. Ein Bereich der hier im Vordergrund stehen soll, sind Netzstromrichter. Diese haben über die Wirk- und Blindleistung Einfluss auf die Netzspannung und -Frequenz und können somit systemstützend wirken.



Überblick über die Idee und den Zweck von Leistungstheorien

Im Rahmen von Master- oder Bachelorarbeiten ist es möglich Beiträge zu diesem Forschungsgebiet zu erarbeiten. Besonders sollen dabei diverse vorhanden Leistungstheorien hinsichtlich ihres Charakters aufgearbeitet und gegenübergestellt werden, um so Eigenschaften zu identifizieren die sich für bestimmte Anwendungsfälle gut eignen könnten. Daraus sollen dann Konzepte zur Stromrichterregelung entwickelt und simulativ getestet werden. Letztendlich gilt es diese dann auf bestehenden Anlagen in Betrieb zu nehmen, um ihre tatsächliche Wirkweise zu bewerten. Einige isolierte Teilbereiche in diesem Umfeld sind folgend beispielhaft angegeben. Bei Interesse am Themengebiet kann dann ein individuell passendes Aufgabenpaket gefunden werden.

- Literaturrecherche verschiedener Leistungstheorien und ihre theoretische Gegenüberstellung
- Analyse und Dokumentation der Eigenschaften und Eignung solcher Theorien
- Identifizierung weiterer Anwendungsgebiete für blindleistungsbasierte Regelungsverfahren
- Konzeptentwicklung für Regelungsverfahren
- Simulative Implementierung und Validierung von Regelungssystemen in Matlab
- Prototypenbau und Feldtests

Zur Bearbeitung dieser Fragestellungen können unter anderem folgende Tätigkeiten notwendig sein:

- Literaturrecherche
- Konzeptionelle, simulative und analytische Gegenüberstellung mathematischer Definitionen
- Signalanalyse
- Simulative Verfahrensentwicklung in Matlab
- Dokumentation von Ergebnissen
- Inbetriebnahme im Labor

4 Dezentrale Energiesysteme, Netzqualität und Energiekonditionierung

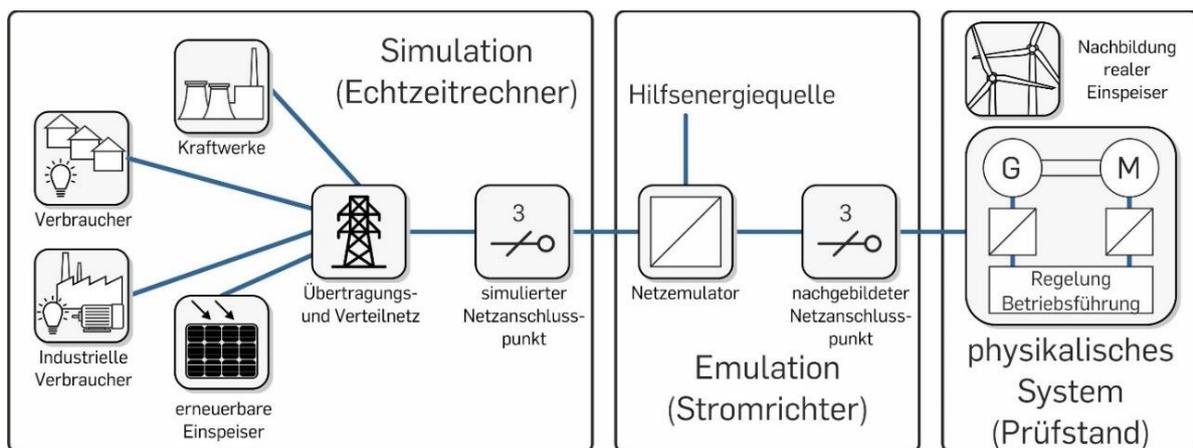
32) Erstellung einer Web-basierten Software zur simulativen Untersuchung von Energiemanagementstrategien in Energiesystemen (Bendrat, Bachelor-/Masterarbeit)

Auf Basis der Energiemanagement Software AneSys soll eine Web-Basierte Anwendung entwickelt werden, die es ermöglicht den Energiehaushalt in Inselnetzen oder z.B. den Energiebedarf in Haushalten zu berechnen. Die Konzepte können aus AneSys extrahiert werden und für eine Web-Anwendung übersetzt werden.

33) Erstellung einer Energiemessung für eine Sensoreinheit eines Wireless Sensor Netzwerks (Breuer, Bachelor-/Masterarbeit)

Eine Sensoreinheit eines Wireless Sensor Netzwerks, welche die Größen Strom und Spannung erfassen kann, soll um eine Energiemessung erweitert werden. Dazu soll die Software der Sensoreinheit entsprechend ergänzt werden und die Qualität der Energiemessung durch Berücksichtigung von Messrauschen und weiteren Messgenauigkeiten bestimmt und optimiert werden. Ein normkonformes Gehäuse mit Zertifizierungsmessungen können die Arbeit abrunden.

34) Modellierung und Untersuchung von Stromnetzen mit seinen Erzeugern und Verbrauchern für den Einsatz in Echtzeitrechnersystemen zur physikalischen Netzemulation durch einen Stromrichter (Kipke, Masterarbeit)



Die Windenergie gewinnt eine immer größere Bedeutung und wird zunehmend eine wichtige Säule der Energiewende. Ihr Betrieb stellt jedoch aufgrund der stochastischen Einspeiseleistung zusammen mit weiteren fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen eine Herausforderung dar. Beginnend bei den Anschluss- und Betriebsbedingungen, über die Kommunikation zwischen Windparkbetreiber und Netzbetreiber bis hin zu Fehlverhalten und Wechselwirkungen mit dem Übertragungsnetz ergeben sich komplexe Interaktionen und Abhängigkeiten. Recherche und theoretische Aufarbeitung erlauben Modellbildung und Simulation, um diese Zusammenhänge zu untersuchen. Dabei werden Charakteristika wie Netzimpedanz, Spannungsamplitude, Frequenzabweichungen und Harmonische im Zusammenspiel zwischen simulierten Verbrauchern (z.B. Industrie, Gewerbe, Haushalte) und Erzeugern (z.B. Kraftwerke) und einem physikalisch angeschlossenen Stromrichter berücksichtigt. Dieser Stromrichter (1 MVA) bildet die Schnittstelle zu einem im labormaßstab aufgebauten Windpark.

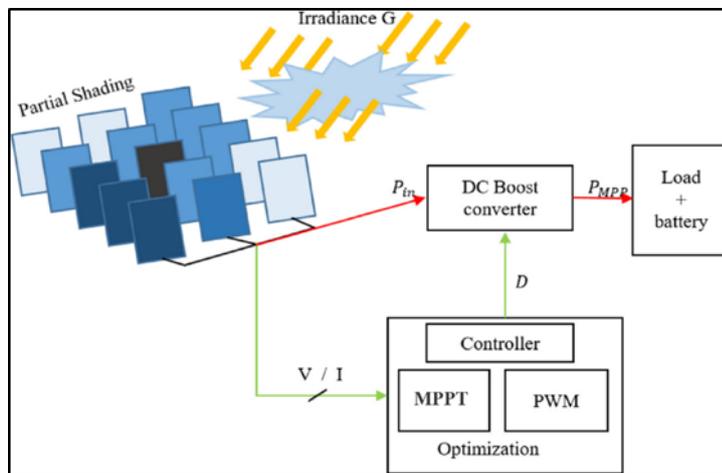
Im Fokus der Arbeit steht die Erarbeitung eines anpassbaren Modells eines Energienetzes, welches o.g. Einspeiser und Verbraucher enthält. Dieses kann offline in Matlab/Simulink berechnet sowie auf einem Echtzeitrechner der Firma OPAL-RT implementiert werden. Der Echtzeitrechner

verfügt über I/O-Schnittstellen, über welche Führungs- und Messgrößen zum Stromrichter übertragen werden, um die Kopplung zwischen simuliertem Modell und vorhandener Hardware herzustellen. Dieser Ansatz wird auch als Power Hardware In The Loop (PHIL) bezeichnet.

Diese Arbeit ermöglicht eine detaillierte Recherche im Bereich der Netzmodellierung, den umfassenden Umgang mit Matlab/Simulink sowie mit einem modernen Multi-Core Echtzeitsimulator.

35) A Novel MPPT Technique to harvest maximum power from PV systems under partial shading conditions (Hasan, Bachelor- / Masterthesis)

In recent years, solar photovoltaic power generation has been widely used in the world because of its eco-friendly, clean, and abundant availability in nature. It is therefore critical to extract maximum available power from solar photovoltaic systems. The inconsistent irradiance, temperature and unexpected behavior of the weather, which can be classified as partial or complex shading



conditions affects the output of the photovoltaic (PV) systems. Under these circumstances, obtaining the maximum available output power from PV systems becomes problematic.

Numerous maximum power point tracking (MPPT) techniques of solar photovoltaic systems have been proposed. Conventional MPPT techniques are usually limited to uniform weather conditions but lacks in accuracy and efficiency.

Some advanced techniques are largely accurate and efficient but complicated and slow. Therefore, finding an accurate, efficient and fast MPPT tracking technique is quite a hot topic of research in PV systems.

Note: The primary language of communication will be English so the potential student must be willing to communicate in English.

5 Elektromobilität und Verkehrssysteme

36) Entwicklung eines Elektromobilitätsmoduls für eine Simulationssoftware zur Untersuchung von Energiemanagementstrategien in Energiesystemen (Bendrat, Bachelor-/Masterarbeit)

Zur Anwendung von „Vehicle to X“ aber auch zur Berücksichtigung von Elektrofahrzeugen als Verbraucher, soll ein Elektromobilitätsmodul in die Energiemanagement Software AneSys integriert werden. Dazu muss zunächst ein Konzept, das die verschiedenen Facetten der Elektromobilität abdeckt entwickelt werden.

37) Einbindung eines Bewertungsschemas für den aktuellen Fahrstil in eine Android-Elektromobilitätsapp: Evaluation (Breuer, Bachelor-/Masterarbeit)

Eine APP für die Motivation zur Nutzung von Elektrofahrzeugen soll durch Fahrzeugunabhängige Feedbackanzeigen ergänzt werden. Dafür soll eine Anzeige für ein Bewertungsschema des aktuellen und historischen Fahrstils implementiert werden.

38) Erstellen und Implementierung eines Speicherkonzeptes von Fahrdaten in einer Android-APP (Breuer, Bachelor-/Masterarbeit)

Zur Umstiegserleichterung von Verbrennungsmotoren auf Elektrofahrzeuge hilft die APP Evaluation. Die hier implementierte (Fahr-)Datenaufnahme soll mit Blick auf zukünftig nutzbare Erweiterungen, wie z.B. Nutzung von Ladesäulen auf der Wegstrecke neu konzipiert und implementiert werden.

39) Erstellen eines Rekuperationsmodells und Implementierung in eine APP (Breuer, Bachelor-/Masterarbeit)

Um die Verbrauchsprädiktion in der Android-APP Evaluation für Elektrofahrzeuge zu präzisieren, soll ein Rekuperationsmodell entwickelt und in der APP implementiert werden. Die Schwächen und Einschränkungen mit Blick auf die Anwendbarkeit bei verschiedenen Fahrzeugen sollen herausgearbeitet werden.

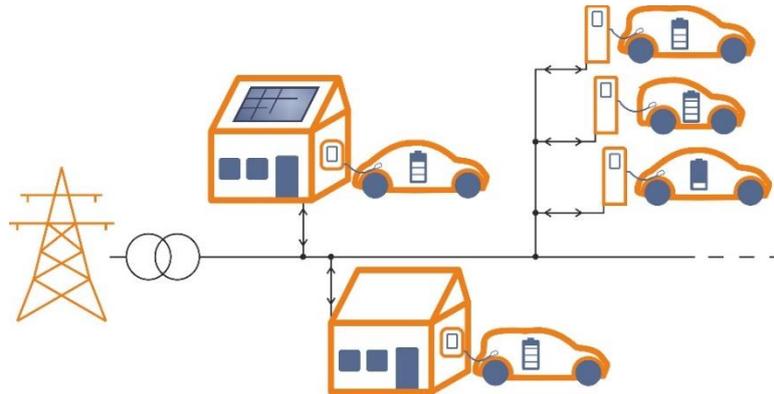
40) Rekuperation bei Elektrofahrzeugen (P. Spichartz, Bachelor-/Masterarbeit)

Die Arbeit beschäftigt sich mit der Optimierung der Bremsenergieerückspeisung in verschiedenen Bremssituationen. Sie umfasst Recherche-, Modellierungs- und Simulationaufgaben. Genauere Informationen zum Thema erhalten Sie auf Anfrage.

41) Erstellung einer MATLAB-App zur Darstellung des Gesamtwirkungsgrads der Elektrofahrzeugnutzung in Abhängigkeit des Energiemix (P. Spichartz, Praxisprojekt, Bachelorarbeit)

Zunächst ist eine Recherche zu Wirkungsgraden und CO₂-Emissionen von diversen zentralen und dezentralen Kraftwerken, der Energieübertragung, der Ladeinfrastruktur und der Fahrzeugkomponenten durchzuführen. Darauf aufbauend soll in MATLAB eine App mit grafischer Benutzeroberfläche erstellt werden, die anhand der Auswahl des Energiemix und weiterer einstellbarer Parameter den genutzten Anteil der eingesetzten Primärenergie sowie den dabei entstehenden CO₂-Ausstoß ermittelt und darstellt.

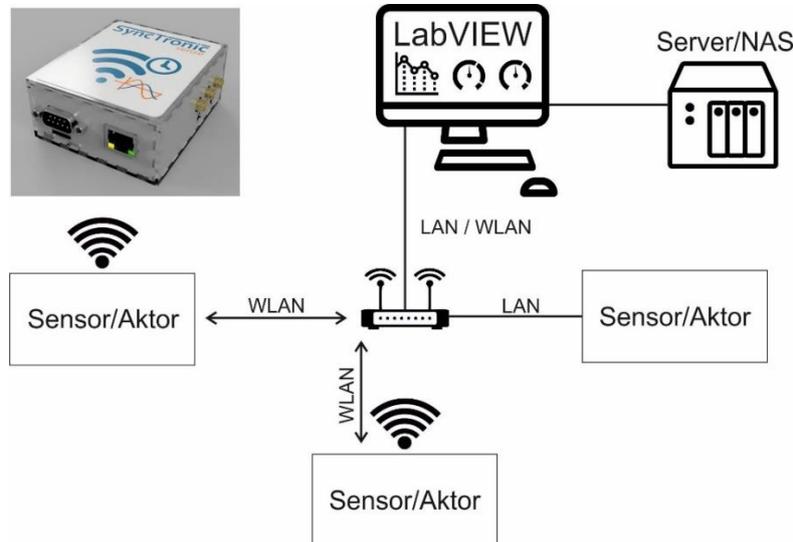
42) Untersuchung von Verfahren zur Netzstützung mit Hilfe von Elektrofahrzeugen (P. Spichartz, Bachelor-/Masterarbeit)



Elektrofahrzeuge stellen für die Versorgungsnetze einerseits eine zusätzliche Belastung dar. Andererseits können sie mit ihren Batterien auch zur Netzstützung beitragen. Im Rahmen dieser Arbeit sollen bisher untersuchte und ggfs. bereits verwirklichte Verfahren analysiert werden. Dazu ist eine umfassende Recherche durchzuführen. Anhand von selbst festzulegenden Parametern/Gütekriterien sind die Verfahren zu kategorisieren und einer ersten Bewertung zu unterziehen. In der Masterarbeit soll darüber hinaus ein beispielhaftes System modelliert werden. Ein ausgewähltes Verfahren ist zu implementieren und Simulationsergebnisse sind auszuwerten.

6 Energiespeichersysteme

- 43) **Erstellung bzw. Weiterentwicklung einer LabVIEW-Umgebung zur Überwachung und Auswertung von Sensordaten eines Wireless Sensor Netzwerks (Breuer, Bachelor-/Masterarbeit)**



Sensoreinheiten eines Wireless Sensor Netzwerks senden Messdaten und Sensorparameter per WLAN in ein lokales Netzwerk. Diese Daten und Parameter sollen in einer LabVIEW-Umgebung angezeigt, gespeichert und ausgewertet werden. Zur Auswertung soll aus einer großen Datenmenge ein Zeitraum auswählbar sein, dessen Daten anhand mehrerer Eigenschaften analysiert werden soll.

- 44) **Erstellen von Schnittstellen und einer Visualisierung (APP) zur Darstellung Tages-/Temperatur-/abhängiger Verbräuche im Haushalt unter Nutzung eines Wireless Sensor Netzwerks (Breuer, Bachelor-/Masterarbeit)**

Die Sensoreinheiten eines Wireless Sensor Netzwerks liefern Messdaten der physikalischen Größen Strom, Spannung und Temperatur. Zur Visualisierung sollen diese Daten gespeichert und aufbereitet werden, sodass sie in einer Benutzerschnittstelle dargestellt werden können. Dazu soll eine App mit der entsprechenden Funktionalität und Nutzerbezogener Auswertung entwickelt werden.

- 45) **Durchführung von Zertifizierungsuntersuchungen eines für ein Wireless Sensor Netzwerk (Breuer, Bachelorarbeit)**

Zur kommerziellen Nutzung der Komponenten eines Wireless Sensor Netzwerks müssen diese entsprechend den aktuellen Standards zertifiziert werden. Dazu sollen alle relevanten Untersuchungen und Messungen geplant und durchgeführt werden.