

Windenergieanlagen, Schiffsmotoren und Stromnetze: Synergien im Test

Die maritime Wirtschaft ist traditionell ein bedeutender Wirtschaftszweig in Norddeutschland. Seit geraumer Zeit etablieren sich daneben die Herstellung, die Projektierung und der Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) als ein weiteres wichtiges Standbein der regionalen Wirtschaft. Die positive Entwicklung der beiden Branchen bringt vielfältige Herausforderungen mit sich, für deren Lösung in dem mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03IHS091 geförderten Projekt „Grenzland Innovativ Schleswig-Holstein“ (GrinSH) an der Hochschule Flensburg interdisziplinäre Ansätze erarbeitet werden. Neben den aktuellen Herausforderungen sollen dabei vor allem auch Ansätze für zukünftige Synergien zwischen WEAs und Schiffen untersucht werden, siehe Abbildung 1.

Problemstellung aus Sicht der Windenergie

Die Windenergie in Norddeutschland leidet unter der Diskrepanz zwischen Netzausbau und Zubau erneuerbarer Energien. Daraus entstehen zunehmend Netzengpässe mit Abschaltungen einzelner WEAs oder ganzer Windparks (Einspeisemanagement), die durch eine Anpassung der WEA Steuerung an die Netzauslastung verringert werden können. Außerdem übernehmen WEAs zunehmend Aufgaben zum stabilen Betrieb der Stromnetze, sogenannte Systemdienstleistungen. Sowohl die Vermeidung von Abschaltungen als auch die Systemdienstleistungen ziehen höhere mechanische Lasten, eine schwierigere Regelung der WEAs und potenziell geringere Erträge nach sich.

Eine typische Systemdienstleistung ist die Regelung der

Netzfrequenz. In einem Wechselspannungsnetz müssen die produzierte und verbrauchte Leistung zu jedem Zeitpunkt identisch sein. Leistungsabweichungen führen zu Abweichungen in der Netzfrequenz. Die Systemträgheit eines Stromnetzes bestimmt dabei, wie schnell sich die Netzfrequenz ändert. Das Gleichgewicht zwischen Produktion und Verbrauch wird üblicherweise mittels schnell regelbarer, konventioneller Kraftwerke hergestellt. Systemträgheit wird momentan ebenfalls hauptsächlich durch konventionelle Kraftwerke bereitgestellt. Durch den zunehmenden Ausbau der WEAs werden konventionelle Kraftwerke, darunter auch schnell regelbare Kraftwerke, verdrängt. Damit nimmt sowohl die Systemträgheit als auch die Anzahl potenzieller Anbieter von Regelleistung ab.

Um die Netzfrequenz regelbar zu halten, sollten WEAs in Zukunft sowohl Regelleistung als auch Systemträgheit bereitstellen können. Dies lässt sich momentan schon in Ländern mit einem höheren Anteil an WEAs an der Stromerzeugung (z.B. Irland) beobachten. Dort zwin-

gen die Netzbetreiber WEA, sich an der Frequenzregelung zu beteiligen. Diese Beteiligung von WEAs an der Frequenzregelung und einer Verbesserung der Netzauslastung bedeutet, dass sich die Anlagen nicht mehr nur am vorhandenen Wind orientieren können. Damit einher geht eine zusätzliche mechanische Belastung für die WEA, die Lebenszeit kosten kann und daher möglichst gering gehalten werden sollte.

Zusammenspiel von Schiffen und Landstromnetzen

Gasmotoren sorgen auf Schiffen nicht nur für den Antrieb, sondern stellen auch die Stromversorgung an Bord sicher. Befindet sich ein Schiff im Hafen, und ist es an das landseitige Netz angeschlossen, kann es sowohl als Verbraucher (Motoren ausgeschaltet) als auch als kleine Gaskraftwerke (Motoren eingeschaltet) betrachtet werden. Solch ein variables Verhalten kann helfen, das Stromnetz zu entlasten und soll daher im GrinSH Projekt näher untersucht werden.

Eine sinnvolle Maßnahme für eine Netzentlastung ist eine Verstetigung der Leistungsproduktion mehrerer WEAs, oder im Verbund mit anderen Kraftwerken und Verbrauchern. Ein sogenanntes virtuelles Kraftwerk wurde beispielsweise im Projekt Kombikraftwerk bereits umgesetzt (www.kombikraftwerk.de), dort allerdings ohne Beteiligung von Schiffen. Kurzfristig könnten im Hafen liegende Schiffe zur Leistungsverstetigung von WEA oder anderer erneuerbarer Energien beitragen. So können beispielsweise starke Schwankungen durch böigen Wind durch eine Anpassung der Schiffsmotorsteuerung ausgeglichen werden. Wenn die Schiffe synthetisch erzeugte Kraftstoffe verbrennen können, können sie zudem helfen längerfristige Schwankungen auszugleichen. Dieser Kraftstoff könnte beispielsweise in besonders windstarken Zeiten aus Windenergie erzeugt werden, und ohne aufwändige Transportwege regional von Schiffen während Windflauten verbraucht (zurückverstromt) werden. Neben solch einer Entlastung der Netze könnten die Schiffe auch Aufgaben der Frequenzregelung übernehmen. Da Gasmotoren bei beiden Aufgaben nicht mehr in ihrem optimalen Betriebspunkt arbeiten, ergeben sich allerdings auch hier Auswirkungen auf die Lasten und den Wirkungsgrad, die untersucht werden müssen.

Problemstellung aus Sicht der maritimen Wirtschaft

Die Schifffahrt steht unter hohem Innovationsdruck für einen umweltfreundlicheren Betrieb der Schiffe. Nicht zuletzt als Folge der breiten Diskussion über Abgase und Luftschadstoffe ist eine Verschärfung der Regeln

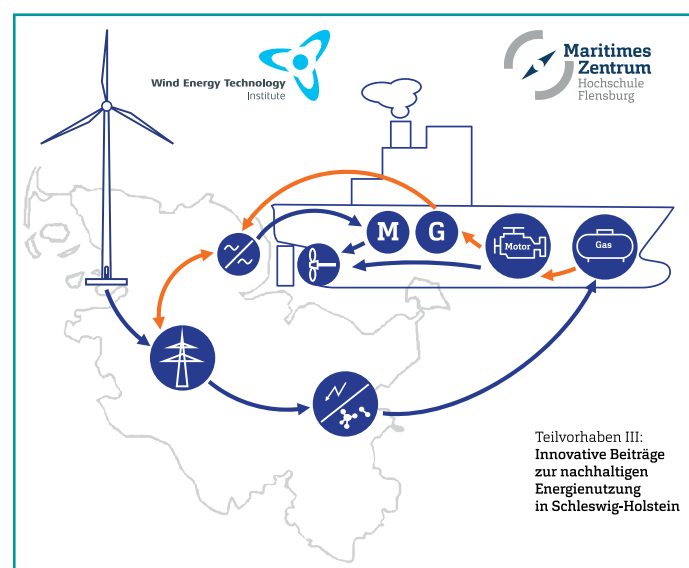


Abbildung 1

für Schiffe im küstennahen Betrieb und im Hafen zu erwarten. Wesentliche Verbesserungen bedürfen der Erprobung und des Einsatzes neuer Kraftstoffe wie Gas. Die Anforderungen an den küstennahen Betrieb der Schiffsmotoren und die Nutzung der Motoren zum kurzfristigen Ausregeln von Lastschwankungen im Land-Stromnetz erfordern ein für Gasmotoren neues Ansprechverhalten. Die daraus resultierenden Lasten werden im GrinSH Projekt ebenso am realen Motor erforscht wie abgasrelevante Fragestellungen (z.B. Minimierung von Methanschlupf). Last but not least bergen die Systeme zum sicheren und umweltfreundlichen Handling von Gas an Schiffen ebenfalls noch einiges an Forschungspotential.

Das Projekt zur Lösung der Probleme

Die erforderlichen netzstabilisierenden Funktionalitäten von WEA und die Synergien mit Schiffsmotoren, können besonders gut am Standort Flensburg erprobt werden. Flensburg liegt in einer der Regionen, die am stärksten von WEA-Leistung bedingten Netzengpässen, und daraus resultierendem Einspeisemanagement, betroffen sind. Gleichzeitig verfügt Flensburg über einen Hafen in der Stadt,

der über die Ostsee an internationale Seehandelsrouten angebunden ist. An einem Außenstandort am Hafen betreibt die Hochschule Flensburg ein Großmotorenlabor für Schiffsmotoren. Die Hochschule verfügt zudem über eine eigene WEA auf dem Campus in Flensburg und hat Zugang zu einer 2 MW Forschungs-WEA am Standort Eggebek (ca. 20 km südlich von Flensburg). Diese Infrastruktur wird im Rahmen des GrinSH Projektes um einen geeigneten Gasmotor mit ca. 750 kW mechanischer Leistung sowie ein Tank- und Kraftstoffversorgungssystem erweitert. Auf dem Großmotorenteststand soll unter Laborbedingungen die Leistungsregelung einer dem Stand der Technik entsprechenden WEA nachgestellt werden. Neben dem Großmotor wird dafür ein Synchrongenerator mit 4-Quadranten Frequenzumrichter beschafft, der die Belastung des Verbrennungsmotors darstellt. Diese Generator-Umrichter-Einheit kann ihre Leistung in das Netz der Stadtwerke Flensburg einspeisen. Die zu beschaffende Technik wird über ein leistungsfähiges Messsystem verfügen.

An diesem Teststand können somit neue Regelmechanismen für WEAs getestet und

optimiert werden. So können die mechanischen Lasten, die diese Funktionalitäten verursachen, ermittelt und minimiert werden, bevor eine reale WEA damit belastet wird. Durch die Anbindung an das Stadtwerketz kann die Wirksamkeit der Funktionen zur Netzstabilisierung unter realen Bedingungen nachgewiesen werden. Dafür wird der Gasmotor so gesteuert werden, dass er die mechanischen Antriebsmomente an der Generatorwelle einer realen WEA nachbildet. Über den Umrichter können die gewünschten Funktionen zur Stabilisierung der Netze abgebildet werden. Der Effekt auf die Netzstabilisierung wird sowohl untersucht wenn mit dem Gasmotor eine WEA emuliert wird, als auch typische Arbeitspunkte für ein im Hafen liegendes Schiff angefahren werden. Die Auswirkungen diverser Betriebszustände des Gasmotors sollen im Hinblick auf Abgasemissionen und die mechanischen Lasten des Motors untersucht werden.

An der Hochschule Flensburg kann durch den neuen Teststand die Lücke zwischen rein

simulativer Forschung und Praxisanwendung geschlossen werden. Dieser Teststand ermöglicht Firmen Probleme unter Laborbedingungen, sowohl im nennenswerten Maßstab, als auch im realen Netz zu testen. Somit wird der Teststand als Plattform fungieren, auf der sich Akteure aus der Wissenschaft und der Wirtschaft mit den skizzierten Problemen beschäftigen können.

*Arne Gloe, M.Sc.
Alexander Rohr, Dipl. Geo-Phy.
Prof. Dr. Clemens Jauch
Institut für Windenergie-
technik der Hochschule Flensburg*

<https://hs-flensburg.de/hochschule/forschungsinstitut/wind-energy-technology-institute>

*Prof. Dr. Michael Thiemke
Maritimes Zentrum
der Hochschule Flensburg
<http://www.maritimes-zentrum.de/>*

<https://hs-flensburg.de/forschung/grinsh>
<https://www.innovative-hochschule.de/de/innovative-hochschulen>



ErgoS_{Intec} und ErgoS_{Intec plus}

Elektrikerschutzhelme mit integriertem Gesichtsschutz - die ergonomische Lösung für den Störlichtbogenschutz!

- Real View Technology by BSD
- Störlichtbogenschutz:
ErgoS_{Intec} - DGUV GS-ET-29, Klasse 2;
ErgoS_{Intec plus} - DGUV GS-ET-29, Klasse 2,
ATPV= 14 cal/cm²
- klare Visierscheibe
- permanenter Antibeschlagschutz



Bildungs- und
Servicezentrum GmbH
Lutherstraße 33
01900 Großröhrsdorf

Telefon 03 59 52 / 4 10 0
Telefax 03 59 52 / 4 10 20
E-Mail: info@bsd-dresden.de
Web www.bsd-dresden.de

Der starke
Partner
für Ihre
Sicherheit