

NWMK-Papier zur Norddeutschen Energieforschung

1. Einleitung

Die Bedeutung der Energieforschung ist unverändert groß. Die Energiewende stellt eine wichtige Chance auch für Norddeutschland dar. Sie ist nicht nur umweltpolitisch das Gebot der Stunde, sie ist auch eine Frage der technologischen Wettbewerbsfähigkeit. Norddeutschland setzt daher auf die Chancen der Energieforschung und ihrer Anwendungsmöglichkeiten.

Am 12. Juni 2017 haben die norddeutschen Länder unter dem Vorsitz Hamburgs für die Norddeutsche Wissenschaftsministerkonferenz (NWMK) einen Workshop zum Thema „Norddeutsche Energieforschung“ mit den Schwerpunktthemen „Windenergieforschung“ und „Forschung zu Smart Grids“ veranstaltet. Aus allen fünf norddeutschen Ländern haben VertreterInnen der Wissenschafts- und Wirtschaftsministerien, WissenschaftlerInnen und VertreterInnen von norddeutschen Unternehmen teilgenommen, zudem auch Vertreter des BMWi und des PtJ. Ziel des Workshops war es, norddeutsche Forschungsbedarfe für eine sichere, ökonomische und ökologische Energieversorgung in den beiden Themenbereichen zu identifizieren. Es sollte zudem untersucht werden, wie die norddeutsche Energieforschung weiter gestärkt werden kann und was die norddeutschen Länder zur Ausgestaltung des neuen Energieforschungsförderprogramms des Bundes beitragen können.

Nachfolgend werden die so erarbeiteten, zukünftigen Forschungsfragen aus den Forschungsbereichen Windenergie und Smart Grids zusammengefasst. Abschließend werden norddeutsche Kernaussagen zur Energieforschung sowie zur zukünftigen Energieforschungsförderung getroffen.

2. Windenergieforschung

Zusammenfassung

Für das Energiesystem in Deutschland und Europa werden künftig Windenergie und Solarenergie eine entscheidende Rolle spielen. Auch außerhalb der EU wird der Ausbau der Windenergie in erheblichem Umfang vorangetrieben, insbesondere in China, den USA und Indien. Mitte 2017 waren weltweit bereits mehr als 500 GW an elektrischer Leistung durch Windenergieanlagen installiert. Durch die begleitende Forschung und Entwicklung konnte hierbei ein erhebliches Wachstum der Anlagendimensionen und damit einhergehend eine starke Kostensenkung und Effizienzsteigerung erreicht werden. Norddeutschland hat durch seine starken Cluster der Windenergie-Industrie und -Forschung stark zu diesen positiven Entwicklungen beigetragen.

Sich ändernde Randbedingungen am Markt stellen neue Anforderungen an die Windenergietechnologie und -integration. Die ersten Ausschreibungsergebnisse im Bereich der Windenergie – auf See und an Land – zeigen das bestehende enorme ökonomische und ökologische Potential der Windenergietechnologie. Gerade die erste Runde der „Windenergie auf See“-Ausschreibung hat gezeigt, dass Erneuerbare Energien in mittelfristiger Zukunft ganz ohne Vergütung durch das EEG auskommen und auch günstiger sein können als konventionelle Energieträger.

Der wirtschaftliche Betrieb ohne EEG-Förderung wird jedoch nur mit einer schnellen Technologieentwicklung gelingen. Dies bedingt eine ambitionierte Unterstützung der Forschung und Entwicklung in dedizierten Forschungsprogrammen. Das 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung muss daher mindestens auf dem Niveau der Vorjahre fortgeführt werden. Zudem muss es technologiespezifische Forschungsbudgets und -themen ausweisen; insbesondere für elementare Bausteine der Energiewende, wie Wind, Photovoltaik und Speicher. Auch muss solch ein Forschungsprogramm Förderung garantieren von anwendungsbezogener Grundlagenforschung bis hin zum Nachweis der Funktionstüchtigkeit im Praxiseinsatz bzw. in Demonstrationsprojekten.

Für die Windenergie-technologie ergeben sich die folgenden besonderen Herausforderungen:

- Mit zunehmender Durchdringung des Energiesystems müssen Windenergieanlagen und -parks immer mehr Aufgaben zur Sicherung der Systemstabilität übernehmen. Dazu sind Steuerung, Regelung und Konzeption der Anlagen anzupassen, ohne dabei Kostenreduktion und Zuverlässigkeitssteigerungen zu gefährden.
- Mit mehr als 27.000 installierten Windenergieanlagen in Deutschland wird der Wettbewerb um die Nutzung möglicher Flächen größer. Zur optimalen Nutzung und Verteilung muss das Verständnis über die Wechselwirkungen mit der Umwelt (z. B. Schall, Turbulenz, Artenschutz) besser verstanden werden, um technische Lösungen ableiten zu können.
- Die intensive Nutzung der Windenergie erfordert einen ganzheitlichen Ansatz von Entwurf, Herstellung, Errichtung, Betrieb, Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen. Insbesondere im Bereich des Recyclings gibt es noch nicht für alle Komponenten kostenoptimale Konzepte und Lösungen, dies betrifft insbesondere die Rotorblätter.

Daraus ergeben sich für die Windenergie-technologie die folgenden Anforderungen:

- Die Steuerung und Regelung von Windenergieanlagen und -parks muss im Sinn des Energiesystems intelligent erfolgen. Dafür sind Betriebs- und Zustandsdaten systematisch und zweckdienlich zu erfassen und in neu zu entwickelnde Verfahren für einen sicheren Betrieb zu integrieren (u. a. BigData).
- Die Nutzung von Windenergieanlagen für längere Zeiträume (25-30 Jahre) erfordert, Auslegung und Betrieb an tatsächliche Fertigungstoleranzen zu adaptieren. Bei der Wahl und Kombination von Materialien ist deren Recycling mitzudenken, auch im Hinblick auf die Akzeptanz von Windenergieanlagen.
- Windenergieanlagen sind zunehmend als Komponente eines Windkraftwerks und im Zusammenspiel mit anderen Energieerzeugungsanlagen einzusetzen. Hierfür ist wie bei der konventionellen Energieversorgung ein genaues Verständnis von Energieträger (Wind) und Kraftwerk (z. B. virtuelles Kombikraftwerk) notwendig.

Schwerpunktsetzung

Für Windenergieforschung und -entwicklung existieren europäische und bundesweite Strategien mit der „Strategic research and innovation agenda 2016“¹ der „European Technology and Innovation Platform on Wind Energy (ETIPWind)“ sowie den Themenschwerpunkten des BMWi-betreuten „Forschungsnetzwerkes Energie – Erneuerbare Energie, Wind“².

¹ <https://etipwind.eu/files/reports/ETIPWind-SRIA-2016.pdf>

² <https://www.forschungsnetzwerke-energie.de/erneuerbare-energien>

In Übereinstimmung damit wurden, orientiert an den genannten Heraus- und Anforderungen, als notwendige Oberthemen für künftige Forschung & Entwicklung (F&E) folgende wichtige Schwerpunktthemen identifiziert (die Reihenfolge stellt keine thematische Gewichtung dar):

- Akzeptanz & Begleitforschung
 - Wie können Windenergieanlagen weniger umweltbelastend transportiert und errichtet werden, um somit die Akzeptanz in der Bevölkerung zu fördern?
 - Wie lassen sich Windenergieanlagen besser recyceln? Welche umweltschonenden Materialien eignen sich für den Bau einer Windenergieanlage?
- Anlagentechnik
 - Entwicklung neuer Steuerung und Regelung von Windenergieanlagen und Windparks für die Erbringung von zukünftigen Netzsystemdienstleistungen (wie z.B. Blindleistungsmanagement)
 - Wie müssen Windenergieanlagen und -parks für das zukünftige Energiesystem ausgelegt werden? Speziell das Verfahren der Auslegung und der Aufschlag von Unsicherheiten müssen näher analysiert werden.
- Betrieb
 - Welche Konzepte führen zur Reduzierung von Eingriffen durch das Einspeisemanagement?
 - Die grundsätzlich große Datenbasis bietet ein enormes Potenzial zur Verbesserung von Erkenntnissen und Technik. Zum Testen von Algorithmen braucht es aber auch gezielte Modifikationen, um die Zusammenhänge eindeutig beschreiben zu können. Die Entwicklung von BigData-Verfahren und -Methoden sowie die Ableitung von „Condition Monitoring“-Verfahren sind von großem Interesse.
 - Wie lassen sich Windenergieanlagen besser in das Gesamtsystem integrieren, um zukünftig das Netz durch Netzsystemdienstleistungen zu stabilisieren?
- Physikalische Faktoren
 - Größere Windenergieanlagen erfordern ein deutlich besseres Verständnis der Umweltbedingungen (Wind, Turbulenz, Welle etc.).

3. Smart Grids: Anforderungen und Umsetzung einer zukünftigen Energieversorgung mit intelligenten Netzen

Zusammenfassung

Der Begriff des intelligenten Stromnetzes umfasst die Vernetzung und die bedarfsgerechte optimierte Steuerung von Stromerzeugern, Energiespeichern, elektrischen Verbrauchern und Netzbetriebsmitteln in Übertragungs- und Verteilungsnetzen. Ziel ist eine Energieversorgung mit einem möglichst hohen Anteil an regenerativen Energien bei Gewährleistung eines effizienten und zuverlässigen Systembetriebs. Die verschiedenen Arten von Energieerzeugung und -verbrauch bedingen unterschiedliche Anforderungen an Smart Grids; eine einheitliche Definition des Begriffs „Smart Grids“ besteht zurzeit nicht. Die stringente Unterscheidung der Bundesnetzagentur zwischen Smart Grids und Smart Markets³ hat sich bisher nicht durchgesetzt.

³https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Netzentwicklung/ndSmartGrid/SmartGrid_SmartMarket/smartgrid_smartmarket-node.html

Übertragungs- und Verteilnetze stehen aktuell vor folgenden wesentlichen Problemen:

- die Stromerzeugung ist größer als der Strombedarf (negative Residuallasten nehmen sowohl in einzelnen Netzbereichen als auch perspektivisch im gesamten Stromnetz stark zu);
- Prognosen unterliegen erheblichen Fehlern;
- Erzeugung aus Erneuerbaren Energien schwankt wetterbedingt u. U. erheblich; insbesondere im Winter kommt es zu Phasen längerer Minderproduktion (Dunkelflaute), in denen ggf. auch hoher Strombedarf konventionell gedeckt werden muss.

Daran anknüpfend werden folgende Anforderungen an Smart Grids – bezogen auf die Anforderungen im elektronischen Bereich (IKT) – formuliert:

- Erzeugung, Transport, Verteilung, Verbrauch und Verrechnung von Energie müssen „intelligenter“ werden.
- Für den Energietransport wird es u. a. auf die Verstärkung des Netzes und auf Netzertüchtigung ankommen.
- Für eine flexiblere Leistungsbereitstellung wird es erforderlich sein, virtuelle Kraftwerke in das bestehende Energiesystem einzubinden und zu steuern.
- Zusätzliche Flexibilität kann über die Steuerung der Verbraucher zu erschließen sein u. a. durch zeit- und lastenvariable Tarife, mehr Elektromobilität und die Laststeuerung industrieller Prozesse.
- Sowohl großtechnische Energiespeicher (z. B. Wasserstoffwerke) als auch Kleinspeicher werden in das Energiesystem einzubinden sein.
- Die Mehrheit der insbesondere in innerstädtischen Verteilnetzen verwendeten Kabel stammt aus der Mitte des letzten Jahrhunderts. Diese Infrastruktur entspricht nicht den heutigen technischen Anforderungen, hat das Ende ihrer avisierten technischen Lebenszeit lange überschritten und birgt daher ein hohes Fehlerpotential.

Schwerpunktsetzung

Für die norddeutschen Länder ergeben sich daraus folgende Kernthemen und Schwerpunkte für die künftige Forschung zu Smart Grids:

- Welche Koordinationsmechanismen sind für welche Kooperation zwischen zentraler und dezentraler Netzsteuerung notwendig und richtig?
- Welche Speicher werden an welcher Stelle im System benötigt (kurz- und langfristig)?
- Welche „Verbindungstechnologien“ bzw. Techniken zur Umwandlung von Energie (z.B. Power-to-Heat, Power-to-Gas, Rückverstromung) sind zu entwickeln und wie im bestehenden Energiesystem einzusetzen?
- Wie können die verschiedenen Sektoren (Strom, Wärme, Industrie, Verkehr) durch Digitalisierung intelligent vernetzt werden?
- Welche Rolle spielen Elektromobilität und flexible Lasten als neue Herausforderung an die Verteilnetze? Wie sind insbesondere städtische Verteilnetze zu entwickeln, um künftigen Netzengpässen vorzubeugen, die durch die intensivere gleichzeitige Inanspruchnahme des Netzes entstehen können/werden?

4. Norddeutsche Kernaussagen zur Energieforschung und zur zukünftigen Energieforschungsförderung

a) Windenergieforschung:

1. Leicht zu erreichende Verbesserungen und Optimierungen sind weitestgehend ausgereizt. Für weitere Kostenreduzierungen sind stärkere F&E-Anstrengungen notwendig als bisher. Hier sind auch bisher verworfene Lösungen neu zu betrachten, um auch kleine Verbesserungspotenziale realisieren zu können. Erhebliche Forschungsanstrengungen sind für die weitere Detailoptimierung und für die Untersuchung von neuen, innovativen Konzepten erforderlich, die deutlich vom heutigen Stand der Technik abweichen.
2. Größere Windenergieanlagen erfordern deutlich mehr Verständnis der Umweltbedingungen (Wind, Turbulenz, Welle, Strömungen, etc.) und bessere (Echtzeit-)Simulationen nichtlinearer Systeme. Zukünftig längere Betriebsdauern von Windenergieanlagen (25-30 Jahre) stellen neue Anforderungen an Nachweisverfahren. Deren Entwicklung auf noch besseren, d.h. wirklichkeitsgetreueren, physikalischen Grundlagen erfordert weitere Grundlagenforschung.
3. Die bei den Anlagenbetreibern vorhandene große Datenbasis bietet ein enormes Potenzial für neue Erkenntnisse und bessere Monitoring-Technik. Algorithmentests benötigen dabei gezielte strukturelle Modifikationen in den Modellen, um die Zusammenhänge zwischen den einzelnen physikalischen Parametern eindeutig beschreiben zu können. Dafür sind Großversuche und entsprechende Testplattformen unabdingbar, die entsprechende IKT- und technische Infrastruktur verlangen.
4. Trotz der großen Bedeutung von IKT für das zukünftige elektrische System sind ihrem Einsatz physikalische und sicherheitstechnische Grenzen gesetzt. Insbesondere sind für die Aktivierung der Momentanreserve die Reaktionszeiten von IKT nicht ausreichend. Für die Primärregelung, die entscheidend ist für die physikalische Stabilität der Stromversorgung, ist die internetbasierte IKT zu störungsanfällig. Windenergieanlagen sollten deshalb ins Zentrum der Netzstabilität gestellt werden, um von ihren elektrischen und mechanischen Eigenschaften zu profitieren (virtuelle, rotierende Massen).

b) Forschung zu Smart Grids:

5. Ein Bestandteil von Forschungsprojekten wird die Gestaltung des Ordnungsrahmens sein, mitsamt einer langfristigen Vision von ordnungsrechtlichem Rahmen und Marktdesigns, um insbesondere eine intelligente Sektorenkopplung zu ermöglichen.
6. Im Zusammenhang der Diskussion zu dezentraler und zentraler Steuerung ist auch von großer Bedeutung, welche Kommunikation und Information nötig ist, damit lokale Optima möglichst zum Gesamtoptimum führen.
7. „Langzeitspeicher“ werden ein wesentliches F&E-Thema sein, insbesondere auch norddeutsche Untertagespeicher für (regenerativ erzeugtes) Gas (Erdgas, Wasserstoff, regeneratives Methan) und deren Skalierbarkeit sowie Speicher an heutigen Kraftwerksstandorten.
8. Die Zukunft der Mobilität wird von Elektromobilität geprägt sein. Dabei wird es darauf ankommen, die unterschiedlichen Bedarfe und Anforderungen im ländlichen und städtischen Raum zu lösen und die gleichzeitige Nutzung unterschiedlicher Energiequellen zu erforschen.

9. Die TeilnehmerInnen des Workshops sehen die besonderen Herausforderungen der Region darin, die Anforderungen der ländlichen und städtischen Netze, des Verbrauchs sowie der Erzeugung in Einklang zu bringen. Weiterer großer Forschungsbedarf besteht für das Zusammenspiel von ‚Smart Grids‘ und Speichern mit der Windenergie und auch im Zusammenhang mit den besonderen Anforderungen von Hafenwirtschaft und Hafenstädten an Netze, Netzmanagement, Erzeugung, Verbrauch und Speicherung.

Anhang: Überblick über die Struktur der Norddeutschen Energieforschung

Überblick über die Struktur der Norddeutschen Energieforschung

Norddeutschlands Energieforschung ist kompetent, vielfältig und interdisziplinär, hier ein kurzer Überblick über die jeweiligen Strukturen und Besonderheiten in der Energieforschung in den fünf norddeutschen Bundesländern:

Schleswig-Holstein ist besonders erfolgreich bei den Themen Energieeinsparungen/Rationelle Energieanwendung, Windenergie, Stromnetze und Netztechnologie. Die wichtigsten Akteure sind die Universität Kiel und die Fachhochschulen in Kiel, Flensburg, Lübeck und Heide sowie das Helmholtz-Zentrum Geesthacht und das Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie Itzehoe. Die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH) führt die verschiedenen WissenschaftlerInnen zusammen und initiiert Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. An den schleswig-holsteinischen Universitäten und Fachhochschulen werden alle Formen regenerativer Energien, Möglichkeiten der Energie-Speicherung, Sicherung von Energieerzeugungsanlagen gegen Korrosion und Naturereignisse, Optimierung der Steuerung, Mess- und Regeltechniken bis hin zu betriebswirtschaftlichen Fragestellungen erforscht.

Im Land Bremen wird insbesondere zu den Themenfeldern Windenergie, Intelligente Netze/Smart Grids, Energiespeicher- und Wandlersysteme sowie Elektromobilität geforscht. Die Windenergie ist dabei der stärkste Bereich der Energieforschung. Die Universität Bremen sowie die Hochschule Bremerhaven spielen dabei zentrale Rollen. Das Themenspektrum der Windenergieforschung wird durch die Zusammenarbeit zwischen dem Deutschen Forschungsinstitut für künstliche Intelligenz (DFKI) und dem Bremer Institut für Produktion und Logistik (BIBA) um die Themenfelder Inspektion, Wartung und Instandhaltung der Windenergieanlagen durch modernste robotische Technologie und Sensorik erweitert. Mit dem Fraunhofer IWES Nordwest hat sich im Land Bremen ein international führendes Forschungsinstitut für die Windenergiebranche etabliert. Die Energieforschung in Bremen ist zudem hervorragend mit den Akteuren Niedersachsens vernetzt. Die länderübergreifende Vernetzung wurde 2009 mit der Aufnahme der Universität Bremen in das Forschungszentrum Windenergie „ForWind“ der Universitäten Oldenburg und Hannover verfestigt (siehe weitere Details im Abschnitt zu Niedersachsen). Gegründet als Kompetenznetzwerk für Bremerhaven und Bremen hat die Windenergieagentur WAB als Firmen- und Institutionennetzwerk für Windkraft ihren Wirkungskreis längst über Bremen und Bremerhaven ausgeweitet. Mittlerweile ist die WAB mit mittlerweile mehr als 350 Mitgliedsunternehmen das führende Unternehmensnetzwerk in der Nordwest-Region und Ansprechpartner für die Offshore Windenergiebranche.

Niedersachsen hat sich auf das Ziel einer hundertprozentigen Versorgung mit regenerativen Energien fokussiert, um den Atomausstieg zu vollenden und die Abhängigkeit von fossilen Energiequellen zu beenden. Im Zentrum stehen erneuerbare Energien, die Entwicklung neuer Speichertechnologien sowie Fragen der Netzintegration und der zukünftigen Netzstruktur. Mit „ForWind“ verfügt Norddeutschland über ein international anerkanntes Zentrum für Windenergieforschung. Die 28 zu „ForWind“ gehörenden Institute und Gruppen der Universitäten Oldenburg, Hannover und Bremen betreiben zum Teil weltweit einmalige Forschungsinfrastrukturen, die in zahlreichen Forschungsprojekten mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft für die Windenergieforschung eingesetzt werden. Die strategische Planung im „Forschungsverbund Windenergie“ von DLR, „ForWind“ und Fraunhofer IWES ermöglicht zudem die Durchführung von sehr großen Verbundforschungsvorhaben auf nationaler Ebene.

Für die Integration von insbesondere Wind- und Sonnenenergie und das Zusammenspiel mit dem Energiesystem betreibt das Land Niedersachsen zudem das Energie-Forschungszentrum Niedersachsen (EFZN), ein gemeinsames wissenschaftliches Zentrum der Universitäten Braunschweig, Clausthal, Göttingen, Hannover und Oldenburg. Mit beiden Zentren liefert das Land Niedersachsen so einen erheblichen Beitrag zu den norddeutschen, bundesweiten und auch internationalen Anstrengungen beim Umbau zu einem erneuerbaren Energiesystem.

Mecklenburg-Vorpommern fördert derzeit das Verbundprojekt „NetzStabil“ über einen Zeitraum von 48 Monaten mit 5 Mio. Euro; die Forschung wird durch die Universitäten Rostock und Greifswald sowie die Fachhochschule Stralsund getragen. Das übergeordnete Ziel von „NetzStabil“ besteht darin, durch Kombination von Windkraftanlagen, Biogasanlagen, Speichern sowie zuschaltbaren Lasten Netzstabilität zu erreichen. In mehreren durch den Bund geförderten Projekten forschen WissenschaftlerInnen des Weiteren u.a. an neuen Windenergieanlage-Typen, an Antriebstechnik und Umrichtern für Windenergieanlagen und an Offshore-Windenergieanlagen mit variabler Netzfrequenz. Über höchste internationale Sichtbarkeit verfügt das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik mit seinem Fusionsforschungsexperiment „Wendelstein 7-X“ in Greifswald. Hier wird Grundlagenforschung in der Hochtemperatur-Plasmaphysik betrieben und an Technologien zur sicheren Deckung des Energiebedarfs der Zukunft geforscht.

Im Land Hamburg wurde 2013 mit Unterstützung des Senats der Energieforschungsverbund Hamburg (EFH) gegründet: ein Zusammenschluss von fünf Hamburger Hochschulen mit dem Ziel, die unterschiedlichen Kompetenzen im Bereich Energieforschung untereinander zu vernetzen und dadurch einen wissenschaftlichen Mehrwert zu generieren. Der EFH arbeitet mit dem Cluster Erneuerbare Energien Hamburg zusammen und stellt gezielt Verbindungen und gemeinsame Forschungsaktivitäten zwischen den Hochschulen und Unternehmen der Metropolregion Hamburg her. Ziel ist es, eine überregional ausstrahlende Forschungslandschaft zu entwickeln, die den Umbau der Energieversorgung in Deutschland praxisnah und interdisziplinär begleitet und die Entwicklung innovativer Produkte voranbringt. Unter dem Titel „NEW 4.0“ („Norddeutsche Energiewende 4.0“, <http://www.new4-0.de/>) hat sich in Hamburg und Schleswig-Holstein eine einzigartige Innovationsallianz aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gebildet. In einem länderübergreifenden Großprojekt (derzeitige Laufzeit 2016-2020) soll gezeigt werden, wie die Gesamtregion mit 4,5 Millionen Einwohnern bereits 2035 zu 100 Prozent sicher und zuverlässig mit regenerativem Strom versorgt werden kann. Es handelt sich hier um ein erfolgreiches Projekt im BMWi-Förderprogramm „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“.