



„Der Norden forscht gemeinsam für die Energieversorgung der Zukunft“

Impulse von der 5. Norddeutschen Energieforschungstagung

Die aktuellen Klima- und Energiekrisen verdeutlichen die dringende Notwendigkeit, eine sichere und umweltverträgliche Energieversorgung in Deutschland und der Welt zu gewährleisten und den Ausbau entsprechender Technologien so schnell wie möglich voranzutreiben.

Eine entscheidende Schlüsselrolle kommt hierbei der **Energieforschung** zu. Neben Aspekten wie der Technologieentwicklung, der Sicherung bzw. des Ausbaus von Wissenschafts- und Wirtschaftsstandorten und der Fachkräftesicherung sind auch Fragen der Akzeptanz- und Begleitforschung sowie die Befassung mit regulatorischen Anpassungsbedarfen von zunehmender Bedeutung für das Gelingen der Energiewende als umfassendem Transformationsprozess. Hinzu kommt die essentielle Herausforderung, die Widerstandsfähigkeit und Sicherheit der Versorgungssysteme zu gewährleisten.

Aufgrund seiner besonderen Voraussetzungen und der exzellenten vernetzten Energieforschungslandschaft kommt **Norddeutschland** eine besondere Rolle beim Umgang mit den anstehenden Herausforderungen zu. Die Erzeugung Erneuerbarer Energien (EE) ist hier insbesondere im Bereich Windenergie bereits weit fortgeschritten, zudem bestehen äußerst günstige Voraussetzungen für den weiteren Ausbau aller Erneuerbaren Energien. Somit verfügt Norddeutschland über ein hohes Potenzial für die Erforschung, Erprobung und praktische Realisierung einer systemdienlichen Integration erneuerbarer Energien sowohl im Stromversorgungssystem als auch im Wärme- und Mobilitätssektor.

Die Häfen in Norddeutschland, die Industrie sowie die unterschiedlichen Mobilitätsanwendungen bieten somit einzigartige Möglichkeiten zur Erforschung und Erprobung neuer Ansätze der Sektorenkopplung sowie zur Einbindung von grünem Wasserstoff – mit dem Ziel der Dekarbonisierung und des Aufbaus einer grünen Wasserstoffwirtschaft mit ganzheitlichen Wertschöpfungsketten. Gemeinsam liefern die norddeutschen Länder die erforderlichen (innovativen) Lösungen, um die aktuellen Krisen zu bewältigen und eine nachhaltige Wertschöpfung für Deutschland auf- und auszubauen.

Seit 2018 arbeiten Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung in Norddeutschland länderübergreifend eng zusammen. Zuletzt sind am 19. September 2022 rund 130 ausgewählte Expert:innen in Hamburg bei der **5. Norddeutschen Energieforschungsfachtagung** zusammengekommen. In den Forschungsfeldern Windenergiesysteme, Mobilität, Wärme, Wasserstoff sowie Intelligente, integrierte Netze haben sie aktuelle Forschungsschwerpunkte sowie zukünftige Forschungsbedarfe und norddeutsche Potenziale herausgearbeitet. Das vorliegende Papier fasst die wesentlichen **Ergebnisse** zusammen, um sie als Impulse in die nationale Debatte um die zukünftige Ausrichtung und Förderung der Energieforschung einzubringen.

Zur Bewältigung der enormen Herausforderungen möchte die norddeutsche Energieforschung ihren Beitrag leisten, indem sie

- I. die Kooperation der norddeutschen Energieforschungsverbände noch weiter stärkt und die Expertisen aus der norddeutschen Wissenschaft noch intensiver bündelt, um die Potenziale einer koordinierten Forschungslandschaft optimal zu nutzen. So werden leistungsfähige und verlässliche Strukturen geschaffen, die insbesondere für die Entwicklung von länderübergreifenden Großprojekten, die das Energiesystem mit seinen einzelnen Sektoren gesamtheitlich betrachten, erforderlich sind.



- II. ihre Expertise verstärkt in die aktuelle Überarbeitung des Energieforschungsprogramms des Bundes und dessen Umsetzung einbringt, da
- ein Großteil der Stromerzeugung durch On- und Offshore Windenergieanlagen im Norden stattfindet und dadurch norddeutsche Forschungseinrichtungen und die hier ansässigen Wirtschaft über eine ausgeprägte Expertise für die Entwicklung und Nutzung der Windenergie-technologie verfügen;
 - die Bereiche maritime Logistik und Flugzeugbau, die hohe Bedarfe, aber auch große Potentiale der Dekarbonisierung aufweisen, in Norddeutschland stark vertreten sind;
 - die norddeutsche Stahl- und Chemieindustrie durch die schnelle Dekarbonisierung mittels grünen Wasserstoffs zu einem wichtigen Pfeiler einer klimaneutralen Wertschöpfungskette wird;
 - die Wärmewende in Norddeutschland jetzt schon stattfindet, insofern die Städte Hamburg und Hannover beispielhaft aufzeigen, wie eine künftige klimafreundliche Wärmeversorgung in der Breite gestaltet werden kann;
 - sich Norddeutschland schon seit längerem mit dem Aufbau einer wettbewerbsfähigen Wasserstoffwirtschaft befasst. Insbesondere die hohen Potenziale der Windstromerzeugung und die Anbindung an verschiedene globale Häfen bieten optimale Bedingungen für die lokale Erzeugung und den Import von grünem Wasserstoff und damit dessen Integration in das Gesamtenergiesystem.

Aus Sicht der Vertreterinnen und Vertreter der norddeutschen Energieforschung ist es essentiell, die Forschungsförderung im Bereich der Energieforschung entsprechend der gestiegenen Bedeutung und des Aufwuchses der Themen auszustatten. Sie sehen in der Nutzung eines Anteils der „Zufallsgewinne“, die derzeit bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren und konventionellen Energien anfallen, eine geeignete Möglichkeit für eine Aufstockung der Forschungsförderung des Bundes zur Finanzierung der dringenden Forschungsbedarfe.

Zu den Forschungsfeldern Windenergiesysteme, Wasserstoff, Wärme, Mobilität sowie Intelligente, integrierte Netze haben die norddeutschen Energieforschungsverbände jeweils Forschungsschwerpunkte und Notwendigkeiten der Energieforschung dargestellt. Diese werden nachfolgend im Einzelnen ausgeführt.



Windenergiesysteme:

Die Bundesregierung hat strategische Ziele für den Ausbau der Windenergie festgelegt. Die norddeutschen Bundesländer spielen hierbei aufgrund der Küstenlage an Nord- und Ostsee, der Häfen und der guten Windbedingungen sowie aufgrund der im internationalen Vergleich hier stark etablierten Windenergieforschungslandschaft eine besondere Rolle.

Die Ausweisung und effiziente Nutzung der zur Verfügung stehenden Flächen an Land und auf See erfordern einen ganzheitlichen Ansatz. Digitale Zwillinge, kreislauffähige Materialien und Komponenten oder auch der systemische Betrieb unter vollem Verständnis aller externer (umwelt-)physikalischer Randbedingungen sind Beispiele von Forschungsfeldern, die die bisherige Schwerpunktsetzung nochmals erweitern und ein entsprechendes Engagement erfordern. Neben der zu organisierenden Ko-Nutzung der Windenergie mit anderen Belangen sind für die Kombination mit anderen Technologien, insbesondere im Bereich Wasserstoff, auch Ko-Design und Ko-Produktion von Bedarfen und zukünftigen Nutzungen mit Stakeholdern und der Zivilgesellschaft wichtig. Diese müssen stärker als bisher angegangen werden. Von Offshore-Megastrukturen bis hin zu Konfigurationen an Land (Freifläche oder auch im Wald bzw. partiell geschützten Bereichen) müssen der Entwurf und der Betrieb sowie die Lebensdauerbetrachtungen der Windenergieanlagen neu gedacht werden. Im Rahmen der Nachhaltigkeit sollten stärker auch sogenannte „Cradle-to-Cradle“ Ansätze berücksichtigt werden.

Insgesamt wird mit fortschreitender Technologieentwicklung und den zusätzlichen Anforderungen aus dem ganzheitlichen Betrieb des Energiesystems das Aufgabenfeld der Windenergieforschung nochmals erheblich erweitert. Gleichzeitig stoßen die bisherigen Beschreibungsansätze und Modelle für Windenergiesysteme aufgrund der erwarteten Anlagengrößen (bis zu 20 MW) und Einsatzgebiete (Tiefwasser, Entfernungen von Küsten, Multi-Use und Floating) an ihre physikalisch zulässigen Grenzen und machen eine Überprüfung und Anpassung der Designs, der Systemeffizienz, eine Analyse der vollständigen Betriebsrandbedingungen und teilweise auch Neuentwicklung der Betriebsmethoden über die Lebenszeit in einem sich verändernden Klima notwendig.

Norddeutschland zeichnet sich durch moderne, teilweise weltweit einzigartige Forschungs- und Testinfrastrukturen, wie Wind- und Wellenkanäle, Testzentren für Rotorblätter, Triebstränge oder Tragstrukturen, aus. Durch die Komplementarität der Forschungsplattformen entsteht ein gesteigerter Nutzen. Betreut werden diese Infrastrukturen durch hochqualifiziertes wissenschaftliches Personal in der Modellbildung und Modellierung. Die bereits bestehenden oder sich aktuell in der Errichtung befindenden Forschungswindenergieanlagen bieten einzigartige Voraussetzungen zur Bearbeitung der drängenden Forschungsfragen im Bereich der Windenergie.

Um die drängenden Forschungsfragen schnell und nachhaltig bearbeiten und die führende Position Deutschlands in der Technologieentwicklung und Qualifizierung behaupten zu können, bedarf es einer zuverlässigen Unterstützung der Windenergieforschungs- und Entwicklungsbemühungen, die der massiv gestiegenen Bedeutung der Windenergie gerecht wird. Die Schaffung einer attraktiven und verlässlichen Innovationslandschaft, die die Basis für den Erhalt und den Ausbau einer heimischen Hightech Windenergieindustrie bildet, erfordert dringend eine erkennbare Trendumkehr der in den letzten Jahren stark rückläufigen Projektförderung auf Bundesebene.

Wasserstoff

Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien (grüner Wasserstoff) kann künftig der Systemintegrator zu einer klimafreundlichen Energieversorgung der unterschiedlichen Sektoren werden. Wasserstoff spielt für die Dekarbonisierung in industriellen Prozessen eine zentrale Rolle. Norddeutschland besitzt ideale Voraussetzungen für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft,



wie bereits die norddeutsche Wasserstoffstrategie von 2019 zeigt (www.norddeutschewasserstoffstrategie.de). Diese ergeben sich aus vielversprechenden Bereitstellungsmöglichkeiten erneuerbarer Energien wie einer lokalen Windenergie und einer lokalen Wasserstoffproduktion, einer guten Infrastruktur durch Anbindung über Häfen für den Import, die Speicherung und den Transport von Wasserstoff sowie aus der Weiterverarbeitung und der eigenen Nutzung (maritime Wirtschaft).

Besonders für die lokale Stahlindustrie und die chemische Industrie in Norddeutschland weist der Einsatz von Wasserstoff großes Potenzial auf, um eine nachhaltige CO₂-arme Wirtschaft aufzubauen. Dazu müssen in der Stahlindustrie etablierte Verfahren auf wasserstoffbasierte Verfahren umgestellt werden. In der chemischen Industrie kann zum einen fossiler Wasserstoff durch grünen Wasserstoff ersetzt werden und zum anderen können Verfahrensprozesse, in denen bislang Erdgas genutzt wurde, durch grünen Wasserstoff substituiert werden. Es gilt künftig, die Potentiale so zu nutzen, dass entsprechende Wertschöpfungsketten in Norddeutschland etabliert werden können.

Damit dies gelingen kann, muss kurz- und mittelfristig der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft, die die gesamte Wertschöpfungskette der Erzeugung, des Transports, der Speicherung und der Nutzung von Wasserstoff beinhaltet, realisiert werden. Zentral ist dabei die Entwicklung konkurrenzfähiger Geschäftsmodelle für grünen Wasserstoff gegenüber fossilen Alternativen. Dabei weist Norddeutschland mit der Möglichkeit des Imports von Wasserstoff über die vorhandenen Häfen und den Potentialen für Anwendungen von Wasserstoff im maritimen Bereich, die u.a. die Versorgung der Schiffe mit erneuerbaren Kraftstoffen, die Weiterentwicklung von Antrieben und die Effizienzsteigerung für Umwandlungs- und Rückverstromungsprozesse umfassen, wesentliche Alleinstellungsmerkmale auf. Die Etablierung einer Wasserstoffwirtschaft bedarf dabei einer intensiven Begleitung durch die (angewandte) Forschung. Diese ist bereits mit vielen Forscherteams in den norddeutschen Bundesländern entlang der gesamten Wertschöpfungskette aktiv.

Aus Sicht des Nordens bestehen konkrete Forschungsbedarfe zur Elektrolyse mit Meer- und Brackwasser und hier besonders in der Forschung und Entwicklung von Elektroden und Elektrolyten zur Effizienzsteigerung sowie zur Erhöhung der Lebensdauer und Stromdichte von Elektrolyseuren, in der Erforschung der Untergrundspeicherung von Wasserstoff und der Ertüchtigung der bestehenden Speicher für die Nutzung mit Wasserstoff, in der Hafenlogistik mit den Unterthemen Importanbindungen und Ertüchtigung der Hafeninfrastruktur u.a. für den Schwerlasttransport sowie beim Thema maritime Anwendungen von Wasserstoff. Hier steht die Transformation der Binnenschifffahrt sowie des Personen- und Güterverkehrs, die Forschung und Entwicklung von synthetischen Kraftstoffen sowie die Weiterentwicklung von Antrieben und Speicherung von Wasserstoff im Fokus. Zusätzlich gilt es, die Potentiale der Abwärmenutzung durch den Elektrolyseprozess in künftige Wärmekonzepte einzubinden und geeignete Regelungsstrategien zu entwickeln.

Wärme

Norddeutschland bietet gute geologische Bedingungen zur Wärmeerzeugung sowie -speicherung und verfügt über breites Know-how aus der Wärmewirtschaft. Die weit fortgeschrittene Erzeugung Erneuerbarer Energien liefert das Potential für die Elektrifizierung der Wärmebereitstellung und ermöglicht durch die Sektorenkopplung den Ausbau weiterer Flexibilitäten im Energiesystem. Norddeutschland kann somit zum Vorreiter für eine gasfreie klimafreundliche Wärmeversorgung werden.

Die norddeutschen Bundesländer können alle Anwendungsfälle der Wärmewende abbilden. In den Städten, wie Hamburg und Hannover, bestehen große Fernwärmenetze, die einen kompletten Umbau erfahren. Einst durch zentrale fossile Kraftwerke betrieben, erfolgt nun eine dezentrale klimaneutrale Wärmeerzeugungsbereitstellung. Diese beinhaltet Abwärmenutzung



aus der Industrie und Abfallwirtschaft sowie den Einsatz von (Groß-)Wärmepumpen oder Geothermieanlagen. Ergänzt werden die Konzepte durch saisonale Speicher wie Aquiferspeicher. Zudem werden Lösungen zum Einsatz von Nahwärmenetzen in Kombination mit Pelletheizungen oder Wärmepumpen entwickelt.

Der Anteil der Erzeugung erneuerbarer Energien im Energieverbrauch Wärme und Kälte liegt bei rund 15%. Damit zeigt sich, dass das größte Forschungspotenzial im Wärmebereich in der klimaneutralen Wärmeversorgung liegt. Dabei muss das Zusammenspiel aus Erzeugung, Transport, Speicherung und Verbrauch (optimal) ausgelegt werden. Insbesondere Lösungen im Umgang mit dem Wohnungsbestand und dessen Fitmachen für die Klimaneutralität sind zentrale Herausforderungen. Abwärmeprozesse aus der Industrie müssen oft separat analysiert bzw. entwickelt werden, damit diese für eine Wärmeversorgung genutzt werden können. Durch Effizienzsteigerung in diesen Bereichen würde die Möglichkeit geschaffen, mit geringeren Vorlauftemperaturen im Wärmenetz zu arbeiten und den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen.

Kurz- und mittelfristige Forschungsschwerpunkte stellen in diesem Zusammenhang die Erforschung von Großwärmepumpen und Flusswärmepumpen für die Wärmeversorgung sowie die Nutzung von Abwärmeprozessen aus unterschiedlichen Industriezweigen dar. Weitere Herausforderungen sind die Entwicklung von Steuerungs- und Regelungsalgorithmik für das Zusammenspiel unterschiedlicher Wärmeversorgungsanlagen in einem Wärmenetz und das integrative Zusammenspiel mit dem Stromsystem, die Warmwasserbereitstellung und die Handhabung von Legionellen sowie die Materialforschung für die Weiterentwicklung von Wärmespeichern. Für den Aufbau von Wärmenetzen 4.0 und Niedertemperaturnetzen sollten entsprechende Reallabore eingerichtet werden; um die Umsetzung zu forcieren.

Langfristige Forschungsschwerpunkte liegen in der Entwicklung einer Transformationsstrategie für die Wärmeversorgung sowie der Entwicklung einer Analysemethodik für Anreizsysteme zur Steigerung der Sanierungsquoten.

Mobilität

Die geographischen Standortvorteile Norddeutschlands und der verfügbare Energieüberschuss aus regenerativer Energieerzeugung bieten ideale Voraussetzungen für Standorte von Unternehmen aus der Mobilitätsbranche. Auch die Wertschöpfung der Mobilitätsbranche kann im Norden ausgeweitet, Energie direkt vor Ort veredelt und genutzt sowie neue Technologien entwickelt werden (Erweiterung und Weiterentwicklung der Wertschöpfungskette). Des Weiteren liefern das Flächenangebot und die Kombination von urbanen und ländlichen Räumen, die Norddeutschland prägen, ideale Experimentierfelder für Reallabore einer Mobilitätswende. Diese können als Grundlage für einen Masterplan für eine norddeutsche Mobilitätsstrategie dienen. Außerdem bietet der Norden, speziell durch das Alleinstellungsmerkmal der Häfen, die Wasserstraßen und den Nordostseekanal sowie die maritime und landseitige Transportinfrastruktur, optimale Bedingungen, um neue Mobilitätslösungen zu entwickeln und umzusetzen.

Die Mobilität steht vor einem großen Wandel. Auf europäischer Ebene wird vor allem auf die Elektromobilität gesetzt, was eine fundamentale Transformation der heutigen Infrastruktur beinhaltet. Dieser Transformationsprozess bietet noch umfangreiches Forschungspotenzial, insbesondere auf lokaler Ebene. Hier sollte die Forschung Politik und Unternehmen unabhängig und auf sachlicher Basis beraten, neue Möglichkeiten untersuchen und bewerten.

Neben der Elektrifizierung ist abzusehen, dass für bestimmte Mobilitätsbereiche auch grüner Wasserstoff und daraus hergestellte synthetische Kraftstoffe eine sinnvolle Alternative bieten können. Dies betrifft vor allem den Schwerlastbereich sowie den Schiffs- und Flugverkehr.



Diese Anwendungsbereiche bieten für Norddeutschland die Chance, eine Vorreiterrolle innerhalb Deutschlands und Europas einzunehmen.

Kurz- und mittelfristig besteht Bedarf an einem Ausbau der Ladeinfrastruktur von Elektrofahrzeugen (Normal- und Schnellladung) für den öffentlichen und privaten Raum sowie an einer geteilten Nutzung der Ladesysteme, die mit Ansätzen für eine intelligente (lokale) Ladeoptimierung/Lastmanagement mittels Preissignalen oder durch Anpassung der (lokalen) Bereitstellung erneuerbarer Energie sowie einer Verbesserung der Nutzer:innenfreundlichkeit einhergehen müssen. Des Weiteren ist die Optimierung von Batterien hinsichtlich Reichweite und Zyklenzahl, der Aufbau einer Erzeugungsstruktur für synthetische Kraftstoffe und die Verbesserung der Antriebe von zentraler Bedeutung. Letzteres betrifft insbesondere die Entwicklung innovativer Schiffsantriebe und -kraftstoffe sowie die nachhaltige Deckung des Energiebedarfs an Bord und in den Häfen; ebenso wie die Entwicklung von ökologischen, alternativen Antrieben in der Landwirtschaft und für Schwerlastmaschinen. Diese Entwicklungen müssen begleitet werden durch einen Ausbau von Sharing-Modellen und digitalen urbanen Plattformen für intermodale Verkehrskonzepte und das Vorantreiben von neuartigem Schienenverkehr sowie Innovationen auf der Schiene.

Langfristige Herausforderungen der Mobilität bilden zudem die engere Integration von Wasserstraßen in urbane Mobilitätskonzepte zur effizienteren Flächennutzung sowie die Gestaltung der Schnittstellen von ländlichem und urbanem Verkehr (Mobility as a Service zwischen Land und Stadt). Diese müssen begleitet werden durch eine Reichweitenerhöhung der Antriebe und die Verbesserung des Ladekomforts sowohl elektrisch als auch synthetisch sowie die Entwicklung neuer Fahrzeugkonzepte (z. B. Leichtbaufahrzeuge, autonomes Fahren, kosteneffizienter Betrieb), so dass insgesamt die gesellschaftliche Transformation zu einem nachhaltigen Mobilitätsangebot mit hoher Akzeptanz gelingt. Norddeutschland bietet ideale Bedingungen und Expertise für die Mobilitätsfragen von heute und morgen, die es für die Lösung der genannten Herausforderungen zu nutzen gilt, um durch intelligente Vernetzung von Forschungsfeldern zur Blaupause für andere Regionen zu werden.

Intelligente, integrierte Netze

Der Verbund der norddeutschen Energieforschung ist international die größte Arbeitsgruppe im Bereich Energieinformatik/Digitalisierung der Energiewirtschaft und international hervorragend vernetzt und ausgewiesen. Er ist damit für die Bewältigung der in diesem Bereich liegenden, nachfolgend beschriebenen Herausforderungen bestens gerüstet.

Das integrierte Stromsystem stellt das Rückgrat des Energiesystems dar, indem es Erzeugungsanlagen mit den unterschiedlichen Verbrauchssektoren über zunehmende Elektrifizierung und Sektorenkopplung verbindet. Aufgrund der hohen Erzeugungskapazitäten aus On- und Offshore Windenergieanlagen und der anstehenden flächendeckenden Verpflichtung, Photovoltaikanlagen auf Dächern zu installieren, sind stabile Elektrizitätsnetze für Transport und Verteilung des Stromes eine zentrale Herausforderung in Norddeutschland.

Zentraler Hebel, um lokal wechselnde Erzeugungs- und Lastsituationen auszugleichen, ist die Flexibilisierung des Stromsystems, z.B. durch die Steuerung von elektrischen Verbrauchern wie Ladeinfrastruktur, Wärmepumpen und Elektrolyseanlagen oder durch Nutzung intelligenter leistungselektronischer Transformatoren (Smart Transformer) und intelligenter Stromnetze (Smart Transmission). Hierzu zählen beispielsweise auch die Integration von Energiespeichern in Kombination mit dezentralen Erzeugungsanlagen und Demand-Side-Management-Anwendungen in der Industrie, in Häfen und Privathaushalten.

Wichtigstes Schlüsselement für die Flexibilisierung ist die Digitalisierung, die alle Bereiche des Energiesystems durchdringen muss. Sie ermöglicht eine effizientere Nutzung, um das



Stromsystem mit seiner Systemdienstleistung besser stützen und somit die Resilienz erhöhen zu können. Die Digitalisierung bietet zudem mehr Transparenz und damit Möglichkeiten zur Steuerung der Stromflüsse im gesamten Stromsystem. Dabei muss der Um- und Ausbau der Energienetze Hand in Hand mit einem entsprechenden Ausbau der IKT-Netze gehen, um eine zuverlässige und flächendeckende Nutzung der Digitalisierung zu ermöglichen.

Kurz- und mittelfristige Forschungsschwerpunkte sind der Ausbau und die Analyse der Sektorenkopplung auf das dynamische Verhalten des Stromsystems. Damit verbunden sind Methoden zur integrierten Planung der Energiewende, die die Sektoren Strom, Wärme und Gas berücksichtigen und somit den Fokus auf eine multimodale Gesamtsystembetrachtung legen. Im Mittelpunkt steht dabei das Zusammenspiel von Erzeugung, Transport, Speicheroptionen und Verbrauch sowie die Auslegung einer idealen Dimensionierung. Für die Digitalisierung auf der Verbraucherseite ist der Hochlauf von Smart Metern ein Schwerpunkt, da die Smart Meter das Verteilnetz bis auf die Haushaltsebene transparent und steuerbar machen können.

Die Entwicklung von digitalen Zwillingen und Regelkraftwerken sowie die Testung einzelner Komponenten mittels „Power-Hardware-In-the-Loop“-Testumgebungen spielt eine weitere wichtige Rolle bei der Analyse zukünftiger digitalisierter Energiesysteme. Die Nutzung von großen Datenmengen (Big Data) kombiniert mit KI für bessere Vorhersagen auf der Erzeugungs- und Verbraucherseite wird für eine verbesserte Netzsteuerung zunehmend an Bedeutung gewinnen. Für derartig an Komplexität gewachsene Systeme sind neue Betriebsführungskonzepte und -ansätze (z.B. verteilte Koordination und Zusammenarbeit) sowie technische Systeme zur Handhabung (Leitsysteme, Cockpits) erforderlich. In diesem Bereich sind die Entwicklung von neuen Betriebskonzepten und Geschäftsmodellen interessant, die sich unter anderem mit dem Last- und Lademanagement beschäftigen. Im Rahmen der Netzsteuerung sind neue Ansätze zur (zellularen) Schwarzstartfähigkeit bzw. gewollten Inselnetzfähigkeit unter Berücksichtigung der Sektorenkopplung bei einem Black Out weitere wichtige Forschungsfelder.

Des Weiteren ist die Entwicklung zukunftsfähiger Automatisierungstechnik und Verbesserung der Cybersicherheit und -resilienz sowie der Aufbau einer offenen Digitalisierungsplattform für den Austausch von Modellen, Daten und Co-Simulationen unter Forschungs- und Industriepartnern zu beschleunigen. In allen Bereichen der Energiewirtschaft ist mehr Agilität in der Software(weiter)entwicklung erforderlich, um mit der erforderlichen Innovationsgeschwindigkeit Schritt zu halten – in anderen Branchen etablierte Open Source-/Open Interface-Ansätze sind hierzu für den sicherheitskritischen Bereich der Energieversorgung weiterzuentwickeln.

Fazit

Die norddeutschen Länder leisten durch ihre exzellente und bestens vernetzte Energieforschungslandschaft bereits jetzt wesentliche Beiträge in den für die Bewältigung der aktuellen Klima- und Energiekrisen zentralen Forschungsbereichen zu Windenergie, Wasserstoff, Wärme, Mobilität sowie intelligenten, integrierten Netzen. Die oben skizzierten kurz- bis langfristigen Forschungsbedarfe zeigen die Bereitschaft der norddeutschen Energieforschung diese Beiträge in Zukunft zu festigen und weiter auszubauen.



Ansprechpartnerin*

Rebecca Taubach
 E.: rebecca.taubach@bwfgb.hamburg.de
 T.: +49 (0)40 42863 9100

Übersicht norddeutsche Energieforschungsverbände:

Bundesland	Hochschule / Institution
Hansestadt Hamburg	Energieforschungsverbund Hamburg (EFH) Sprecher: Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich
Schleswig-Holstein	Kompetenzzentrum Erneuerbare Energien und Klimaschutz Schleswig-Holstein (EEK.SH) Sprecher: Prof. Dipl.-Ing. Sebastian Fiedler, Prof. Dr. rer. nat. Oliver Opel, Prof. Dr. Hinrich Uellendahl
Niedersachsen	Energie-Forschungszentrum Niedersachsen (EFZN) Vorstandssprecher: Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach
Hansestadt Bremen	Bremer Forschungszentrum für Energiesysteme (BEST) Sprecherin: Prof. Dr.-Ing. Johanna Myrzik
Mecklenburg-Vorpommern	Leibniz-Institut für Katalyse (LIKAT), Hochschule Stralsund, Universität Rostock Sprecher: Prof. Dr. rer. nat. Johannes Gulden, Christoph Wulf

* Auf Wunsch kann eine detaillierte Liste der beteiligten Autor:innen vorgelegt werden.