

# WindNODE – Ein Reallabor und „Schaufenster für intelligente Energie aus dem Nordosten Deutschlands“\*

## Kluge Muster-Lösungen für die Energiewende

Nach fast vier Jahren intensiven Forschens und Testens werden in dem Schaufensterprojekt WindNODE vielfältige Musterlösungen für die „zweite Phase der Energiewende“ sichtbar. Seit 2017 (und bis zum Frühjahr 2021) arbeiten über 70 Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie aus den sechs Bundesländern Nordostdeutschlands in dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Forschungs- und Praxisvorhaben zusammen, um für die Bereiche Wohnen, Quartiere, Industrie und Gewerbe sektorübergreifende Maßnahmen zu entwickeln. Das Ziel: eine effiziente und sichere Einbindung von erneuerbaren Energien von perspektivisch bis zu 100 Prozent in unser Energiesystem.

Damit das erfolgreich gelingt hat man in WindNODE unterschiedliche fachliche Perspektiven miteinander verbunden: die energie- und informationstechnische, wirtschaftliche, rechtliche und gesellschaftliche Perspektive. Jeder der über 70 Partner vertritt einen eigenen Standpunkt und theoretischen Ansatz und bringt sich gleichberechtigt in die gemeinsame Arbeit ein. Die Struktur des Projektes, die Organisation der 50 Teilprojekte in die Arbeitspakete, spiegelt das Verständnis von einem sich transformierenden Energiesystem wider, mit neuen Marktrollen und einer zunehmenden Anzahl aktiver Akteure. Die Arbeitspakete geben einen Rundumblick auf das energiewirtschaftliche Wertschöpfungsnetzwerk: auf erneuerbare Erzeuger, intelligente Netze und flexible Verbraucher ebenso wie auf den Markt- und Rechtsrahmen sowie die informations- und kommunikationstechnische Vernetzung. In jedem der Arbeitspakete entstehen dabei Demonstratoren, die praktische Lösungen veranschaulichen.

## Die zweite Phase der Energiewende – Zum Erfolg durch ganzheitliches Denken und einen pluralistischen Ansatz

Während es in der ersten Phase der Energiewende um den Ausbau der Erneuerbaren ging, um den zweifachen Ausstieg aus der konventionellen Energiegewinnung (Atomkraft und Kohleverstromung) zu ermöglichen, steht die zweite Phase im Zeichen der Systemintegration großer Mengen Erneuerbarer und erweist sich als entsprechend komplex. Zum einen gilt es, den volatilen Ökostrom sicher und bedarfsdeckend in das Energieversorgungssystem zu integrieren, zum anderen die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität miteinander zu koppeln und ganzheitliche

Strategien der Dekarbonisierung zu entwickeln. Speziell in den Energiesektoren Wärme und Mobilität müssen die klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen drastisch gesenkt werden, denn bislang hat die Energiewende vor allem im Stromsektor stattgefunden.

## „Nutzen statt Abregeln“ – Das Energiesystem von morgen ist flexibel

Der Anteil regenerativer Energie in unserem System steigt kontinuierlich. Schon heute werden in der WindNODE-Region über 60% des Stromverbrauchs bilanziell aus erneuerbarer Erzeugung gedeckt, zu allergrößten Teilen aus volatilen Quellen, Sonne und insbesondere Wind. Die Verfügbarkeit volatiler Energie schwankt stark, abhängig von der Tages- und Jahreszeit und vom Wetter. Sie ist auch nicht steuerbar im Gegensatz zu konstant laufenden konventionellen Kraftwerken, die die Erzeugung dem Verbrauch anpassen und somit Flexibilität bereitstellen können.

Der Schlüssel hierfür – und darauf hat WindNODE seinen Fokus gerichtet – liegt in der Bereitstellung von Flexibilität bei der Energieerzeugung und insbesondere dem -verbrauch. Der Projektleiter Markus Graebig spricht von einer Änderung der Spielregeln im Energiesystem, der wir uns nicht entziehen können aufgrund der inhärenten Eigenschaft von Sonne und Wind, zu kommen und zu gehen, wann es ihnen beliebt. „Bisher hat sich die Erzeugung nach dem Verbrauch gerichtet – in Zukunft werden wir zunehmend den Verbrauch an die schwankende Erzeugung anpassen müssen. Das ist ein Paradigmenwechsel.“<sup>1</sup>

## Vier Handlungsfelder für die Erprobung eines intelligenten Energiesystems der Zukunft

Für die Herausforderung der sicheren und effizienten Einspeisung erneuerbarer Energien hat WindNODE viele unterschiedliche Lösungsansätze in 50 Teilprojekten erarbeitet, die sich in vier übergreifende Handlungsfelder gliedern.

### 1. Flexibilitäten identifizieren

Da Flexibilitätsoptionen ein Schlüsselement im zukünftigen Energiesystem darstellen, galt es zunächst herauszufinden, in welchen Bereichen und Prozessen technische Lastverschiebungspotenziale und Potenziale der Sektorkopplung gefunden werden können, um als Flexibilitäten im Energiesystem zur Verfügung

<sup>1</sup> Markus Graebig im Interview mit Maria Reinisch in: Visionen einer gelungenen Energiewende (2018), S. 4.

zu stehen. Im Fokus lagen dabei vier Nutzungsbereiche: die Industrie, das Gewerbe, Quartiere und Sektorkopplungen (insbesondere Power-to-Heat sowie gesteuertes Laden in der Elektromobilität). Neben der Identifizierung und technischen Anbindung kam auch der Akzeptanzgewinnung durch Wissensvermittlung bei den zuständigen Anlagenbetreibern in den jeweiligen Sektoren große Bedeutung zu, um ihre Teilnahmebereitschaft herzustellen.

## 2. Flexibilitäten aktivieren

Im zweiten Schritt stellte sich die Frage nach der wirtschaftlichen Nutzung der identifizierten Flexibilitätpotenziale. Flexibilitäten können schon heute an den Strombörsen und am Regelleistungsmarkt wirtschaftlich genutzt werden. Im Fokus bei WindNODE stand die Erprobung netzdienlicher Flexibilitäten, also die heute noch nicht existierenden Prozesse für marktliches Netzengpassmanagement. Hierfür wurde eine WindNODE-Flexibilitätsplattform entwickelt und deren Funktionsweise in enger Kooperation von Übertragungs- und Verteilungsnetzbetreibern getestet.

## 3. Energiesystem digitalisieren

Das intelligente Energiesystem der Zukunft ist digital. Digitalisierung schafft die Voraussetzungen für eine automatisierte Steuerung, die Steigerung von Energieeffizienz und die Nutzung von Flexibilitäten. In WindNODE wurden die Erfordernisse einer informations- und kommunikationstechnischen Vernetzung für die effiziente Systemintegration von erneuerbaren Energien ermittelt. Darüber hinaus zeigte das Projekt, welche digitalen Mehrwertdienste entstehen und welche Bedeutung Energiedaten als Treiber für digitale Wertschöpfung und neue Geschäftsmodelle haben können – etwa durch Open-Data-Angebote oder Gebäudemanagementsysteme, die Flexibilitäten nutzbar machen.

## 4. Reallabor entwickeln

WindNODE ist nicht nur ein F&E-Energiewende-Projekt, es ist ein Reallabor, in dem erstmalig eine regulatorische Experimentierklausel erlassen wurde, die einen Freiraum für die Erprobung von Innovationen schuf. Die „SINTEG-Verordnung“ (SINTEG-V), die für alle fünf SINTEG-Schaufenster gilt, basiert auf dem eigens für SINTEG geschaffenen § 119 EnWG. Die regulatorische Experimentierklausel dient dazu, systemisch sinnvolle Lösungen der Flexibilitätsbereitstellung, die im heute geltenden Energierechtsrahmen auf prohibitive Hürden stoßen, zumindest im Rahmen der Projektstätigkeit zu ermöglichen. Solche Hürden können beispielsweise in der Festlegung individueller Netzentgelte für größere Stromkunden bestehen, die ein Bandlastverhalten mit einer bis zu 90-prozentigen Absenkung der Netzentgelte belohnen, während bei flexibilisiertem, netz- und system-

dienlichen Strombezug schlimmstenfalls der vollständige Verlust der Netzentgeltprivilegien droht (§ 19 Abs. 2 Satz 2 StromNEV). Über die regulatorische Experimentierklausel können sich Projektpartner wirtschaftliche Nachteile wie höhere Netzentgelte erstatten lassen, die durch systemdienliches Verhalten im Rahmen der Projektstätigkeit entstehen. Damit konnten praxisnah im großen Stil zukunftsweisende Spielregeln getestet werden und aus den Erfahrungen im realen Umfeld eine Flexibilitätsplattform reifen.

Der regulatorische Freiraum ist ein wichtiger Innovationskatalysator, den man bei der Entwicklung zukünftiger Forschungsprojekte nicht unterschätzen sollte. „Reallabor“ bedeutet aber noch deutlich mehr als Anwendungsnähe und Experimentierklausel: Mit WindNODE ist das größte Energiewende-Netzwerk Ostdeutschlands entstanden, welches weit über den eigentlichen Projektgegenstand hinauswirkt. Als „Schaufenster“ verbindet WindNODE Energie- und Industriepolitik, indem es eine gemeinsame Klammer und einen Rahmen schafft, in dem die vielen Beteiligten ihre Energiewende-Kompetenz einem nationalen und internationalen Publikum demonstrieren – dazu dienen nicht zuletzt die über 30 „besuchbaren Orte“. Und schließlich geht es im Reallabor auch darum, das Energiewende-Narrativ zu erneuern und die Chancen der Energiewende in den Fokus zu nehmen. WindNODE hat dazu eine Reihe innovativer Ansätze – Ideenwettbewerbe, Kunst, Literatur und anderes mehr – entwickelt und Ostdeutschland einen neuen Claim gegeben: „Wir können Energie und Wende“.

### Konkrete Beispiele für das Energiesystem der Zukunft

#### Intelligentes Lastmanagement in der Industrie

In vielen industriellen Prozessen schlummern Flexibilitäten. Vor allem thermische Verfahren wie das elektrische Aufheizen von Öfen sowie der Einsatz von Klima- und Kühlanlagen lassen sich in weiten Grenzen an die Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom anpassen, ohne negative Auswirkung auf die Produktion. In Verbindung mit modernen Messgeräten und einem Energiemanagementsystem können so über mehrere Tage im Voraus die betroffenen Nebenprozesse genau zu den Zeiten eingeplant und gestartet werden, in denen voraussichtlich viel aus Wind und Sonne erzeugte Energie im Netz verfügbar ist. Dabei gibt es Fertigungsprozesse, die mittelfristig eingeplant werden müssen, es gibt aber auch Prozesse, die kurzfristig angestoßen werden können. Grundlage für eine Vermarktung, beispielsweise über die WindNODE-Flexibilitätsplattform, ist ein automatisiertes System, bei dem sich energetische Lasten automatisch zuschalten, wenn der aktuelle Strompreis ein Überangebot signalisiert, oder abschalten, wenn das Gegenteil der Fall ist.

## Flexibilität dank Digitalisierung und smarte IKT

Dank des in WindNODE entwickelten „ZIEL“-Systems (Zukunftsfähiges Intelligentes Energie- und Lastmanagement) konnten erfolgreich energieintensive Fertigungsaufträge in Abhängigkeit von Energiepreisen verschoben und aktiv die dezentrale Energieinfrastruktur in Fabriken reguliert werden. Damit können Fertigungsunternehmen eine zukunftsfähige, energieflexible Produktionsweise aufbauen.

## Der Supermarkt der Zukunft

Flexibilisierungspotenziale gibt es in Supermarkt-Filialen speziell durch die thermischen Trägheiten in Kühlanlagen („funktionale Speicher“).

Insbesondere bei den Kühlräumen ist eine Lastverschiebung möglich. Bei einem Überangebot von erneuerbarem Strom können sie innerhalb des Soll-Temperaturbandes von minus 24 bis minus 18 Grad Celsius „auf Vorrat kühlen“, prinzipiell aber auch die Temperatur auf bis zu minus 30 Grad absenken (Temperaturen unter minus 24 Grad Celsius sind lebensmittelhygienisch unproblematisch, bergen jedoch Herausforderungen im Arbeitsschutz).

Zusätzlich wurde der Einsatz eines Batteriespeichers in Verbindung mit einem dezentralen Energiemanagement getestet, der zusätzliche Kapazitäten schaffen und das Stromnetz in Zeiten von Erzeugungsspitzen erneuerbarer Energien entlasten soll. Im Jahr 2019 wurde er zur vollautomatischen Vermarktung an die Day-Ahead- und Intraday-Märkte angebunden. Zusätzlich hat der Speicher am Testbetrieb der WindNODE-Flexibilitätsplattform teilgenommen und erfolgreich Flexibilität angeboten.

Neben den Kühlräumen in den Filialen könnten in Zukunft auch die Logistikzentren Flexibilität anbieten: In ihnen werden zahlreiche E-Fahrzeuge wie etwa Gabelstapler eingesetzt, deren Ladevorgänge sich so steuern ließen, dass nur in Zeiten eines großen Angebotes erneuerbarer Energie Strom aus dem Netz bezogen wird.

## E-Cars zur Stabilisierung des Stromnetzes

Im Bereich Mobilität können elektrisch betriebene Fahrzeuge – von privaten PKWs über städtische Busse und Flotten der Müllabfuhr – Flexibilitäten bereitstellen. Durch eine Überführung in den Regelbetrieb können die Stromkosten reduziert werden, wie in WindNODE festgestellt wurde. Mit dem Ausbau der E-Mobilität steigt auch das Flexibilisierungspotenzial.

## Smart Buildings und vernetzte Quartiere

Ein Modellprojekt im Versuchsquartier Berlin Prenzlauer Berg zeigt, wie man die Energieversorgung von morgen für Wohnquartiere und Mieter mit intelligenter Messtechnik, einer digitalen Vernetzung und einer automatischen Steuerung den Heizenergiebedarf um

rund ein Viertel senken kann (im Vergleich zu Gebäuden des gleichen Typs). Die Gebäude wurden mit Smart-Building-Technik und einem BHKW für die eigene Energieerzeugung und Power-to-Heat-Elementen ausgerüstet sowie einem flexiblen Wärme- und Lüftungssystem (mit verschiedenen Aggregaten wie Wärme-, Umwälz- und Zirkulationspumpen und Lüftungsanlagen) für eine effiziente Verteilung von Wärme und Kälte. Die Gebäudemasse und das Nahwärme- und Heizungsnetz wurden als thermischer Speicher genutzt. Die im Quartier entstehende Flexibilität kann auch wirtschaftlich genutzt werden. Überdies können E-Fahrzeuge, die an Ladesäulen im Quartier angeschlossen sind, als Stromspeicher fungieren und nach Bedarf Strom sogar in das Stromnetz einspeisen.

Haushalte tragen in Deutschland rund ein Viertel zum Endenergieverbrauch bei (UBA, 2017). Hier bestehen demnach große Potenziale - beispielsweise durch effiziente Nutzung und als Standort dezentraler Energieerzeugungsanlagen - die Energiewende voranzubringen.

Nicht nur in Berlin, auch in Dresden und Zwickau wurden verschiedene Entwürfe erprobt, um diese gehobenen Potenziale zu verstehen und Transfermöglichkeiten in andere Regionen herauszuarbeiten.

## In WindNODE wurden mehr technische Flexibilitätspotenziale gefunden als erwartet

Flexibilitäten bringen Unternehmen heute aufgrund eines kontraproduktiven Regulierungsrahmens keine wirtschaftlichen Vorteile, häufig müssen Unternehmen sogar noch zuzahlen, wenn sie durch Flexibilisierung umwelt- und klimafreundlich agieren. Daher, so die Erfahrung in WindNODE, reagieren viele Menschen zunächst verhalten oder sogar ablehnend auf die Suche nach Flexibilität. Eine gute Kommunikation und die Sichtbarmachung von Erfolgen hilft, die Bereitschaft an der Flexibilitätssuche zu fördern. So ist während der Projektlaufzeit das Interesse aller Beteiligten an der Untersuchung ihrer technischen Anlagen deutlich gestiegen. Überdies hat die Flexibilitätssuche sogar einige sehr positive Nebeneffekte und Erkenntnisse geliefert. Sie hat in der industriellen Halbleiterfertigung ein Ausschussproblem behoben und für die tiefgekühlten Lebensmittel in Supermärkten gezeigt, dass Tiefkühlware durch eine Kühlung unter Temperaturen des üblichen Temperaturbandes (-18 bis -24 °C) keinen Schaden nimmt. Und im Falle der Quartierskonzepte zeigte sich, dass sich sehr gute, vorbereitende Mieterkommunikation bezahlt macht: Unter den Anwohnern gab es eine unerwartet hohe Beteiligungsbereitschaft und Zustimmung zu den Maßnahmen, mit denen die Wohnungen für die Flexibilitätsnutzung ertüchtigt wurden.

Dank dieser aktiven gemeinsamen Flexibilitätssuche wurden in WindNODE deutlich mehr technische Flexibilitätspotenziale gefunden als erwartet. Über

200 MW wurden originär in den WindNODE-Projekten identifiziert.

WindNODE hat gezeigt, in welchen Sektoren und Prozessen Flexibilitätsoptionen zu finden sind und damit wertvolle Ideen und konkrete Beispiele geliefert, die auf andere Unternehmen übertragbar sind. Auch wurde ein Tool erstellt, ein Quick-Check, mit dem jedes Unternehmen seine Stromverbräuche untersuchen kann. Mit dem „Best-Practice-Manual Flex Identifizieren!“ ist ein Erfahrungsbericht entstanden, der Unternehmen und Organisationen ein hilfreiches Werkzeug an die Hand gibt, um die Theorie in die Praxis umzusetzen.<sup>2</sup>

### **Zum Zusammenspiel von Stadt und Land. Berlin und Brandenburg – eine gute Partnerschaft**

Als großer Stromverbraucher – als Lastsenke – kann Berlin erheblich mit einem intelligenten, flexiblen Verbrauch zum Gelingen der Energiewende beitragen. Würde Berlin 10 Prozent seines Stromverbrauchs flexibel an die Verfügbarkeit von Wind und Sonne anpassen, dann wäre das so viel wie eine Stadt wie Braunschweig an Strom verbraucht. Dass dies möglich ist hat „Meine Energie für meine Stadt“ gezeigt. Gemeinsam haben sie mit Berliner Unternehmen, Institutionen, Handel, Kultureinrichtungen und Behörden die jeweiligen Energieverbräuche analysiert und geprüft was, wo und wie lange flexibilisierbar wäre. Dabei haben sie deutlich mehr als 10 Prozent des Berliner Stromverbrauchs als flexibilisierbar gefunden – egal ob bei den verschiedenen Prozessen, ob bei Kühlung oder Wärme. Es ist möglich! Jetzt müssen dafür noch die passenden Rahmenbedingungen geschaffen werden, dass dieses auch für Unternehmen wirtschaftlich umgesetzt werden kann.

### **Schaufenster für die Öffentlichkeit**

Damit die vielen Themen und Ergebnisse von WindNODE auch sichtbar werden, gibt es „Schaufenster für intelligente Energie aus dem Nordosten Deutschlands“, die spannende Einblicke in das, was in dem Reallabor geschieht, eröffnen: in das Forschen, Anwenden und Testen aller Ideen und technologischer Innovationen für das Energiesystem von morgen. An über 30 „besuchbaren Orten“ in der Modellregion sind die Ergebnisse öffentlich ausgestellt und erfahrbar gemacht. Sie informieren, wecken Begeisterung und machen Mut weiterzumachen. Mit Energie und Kunst hat WindNODE auch ein kreatives Partizipationsformat geschaffen. Hier werden aktiv Bürger einbezogen, Visionen in Bilder umgesetzt und die Geschichten über die Energie und Energiewende erzählt.

<sup>2</sup> WindNODE Jahrbuch - Das Schaufenster für intelligente Energie (2017-2020), S. 41.

Markus Graebig, Projektleiter WindNODE:

„Das ist eine besonders wichtige und oft vergessene Herausforderung. Wir müssen es schaffen, die großen Chancen des Generationenprojekts Energiewende sichtbar zu machen – und sollten die Diskussion nicht darauf zu beschränken, ob die Kilowattstunde Strom einen halben Cent mehr oder weniger kostet. Ich wünsche mir, dass wir nicht nur Akzeptanz für die Energiewende herstellen, sondern ein Stück weit Begeisterung dafür entfachen. Man kann es durchaus mit der Mondlandung vergleichen: Beides sind hochgradig anspruchsvolle Projekte – technisch wie wirtschaftlich. Noch gibt es aber einen großen Unterschied: Die Mondlandung hat Faszination ausgelöst, die Energiewende rangiert bestenfalls unter ‚Akzeptanz‘. Dabei könnte die Energiewende die Mondlandung unserer Generation sein.“<sup>3</sup>

### **Steckbrief Forschungs- und Praxisprojekt „WindNODE“**

- Laufzeit: 4 Jahre, Januar 2017 bis März 2021
- Förderprogramm: Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende (SINTEG), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
- Starkes Netzwerk mit über 70 Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie
- 50 Teilprojekte in 9 Arbeitspaketen
- über 30 „Besuchbare Orte“
- über 200 MW Flexibilitätspotential im WindNODE-Gebiet (Bundesländer: Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen) im Rahmen der Projektaktivitäten identifiziert

### **Mehr Informationen unter**

[www.windnode.de](http://www.windnode.de)  
[www.energie-und-kunst.de](http://www.energie-und-kunst.de)

\* Dieser Beitrag wurde zusammengestellt auf Basis von WindNODE-Texten durch Sandra Behrend, Vereinigung Deutscher Wissenschaftler e.V. – VDW, Berlin.

<sup>3</sup> Markus Graebig im Interview mit Maria Reinisch, in: Visionen einer gelungenen Energiewende (2018), S. 5,7.