

# Energiewirtschaft im Nordwesten

Perspektiven im Nordwesten\*

Autor: apl. Prof. Dr. Ulrich Scheele (Carl von Ossietzky Universität Oldenburg)

Herausgeber: Institut für Ökonomische Bildung an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Copyright: Vervielfältigung oder Nachdruck, auch auszugsweise, zum Zwecke einer Veröffentlichung durch Dritte nur mit Zustimmung der Herausgeber

Oldenburg, August 2018

\* Dieses Projekt wird durch das Fachkräftebündnis Nordwest mit Mitteln des Europäischen Sozialfonds gefördert.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung und Hinführung zum Thema .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Der Nordwesten als Energieregion .....</b>	<b>5</b>
2.1 Abgrenzungen .....	5
2.2 Überblick .....	7
2.3 Einordnung.....	11
2.4 Governance-Strukturen der regionalen Energiewirtschaft .....	13
<b>3 Energiewirtschaftliche Herausforderungen der Zukunft.....</b>	<b>15</b>
3.1 Veränderte Rahmenbedingungen.....	15
3.2 Sinkende Kosten bei der Entwicklung erneuerbarer Energien .....	16
3.3 Reduktion der CO <sub>2</sub> -Emissionen.....	17
3.4 Dezentralität der Energieversorgung .....	18
3.5 Digitalisierung der Energiewirtschaft.....	19
3.6 Problem der Akzeptanz .....	21
<b>4 Leuchtturmprojekte in der Region.....</b>	<b>23</b>
<b>5 Fazit .....</b>	<b>26</b>
Anhang .....	28
Literaturverzeichnis.....	30

## 1 Einleitung und Hinführung zum Thema

Der Klimawandel ist Realität. Die Zunahme der Phasen mit extremen Niederschlägen, lang anhaltenden Trockenperioden und häufiger auftretende Stürme sind ganz offenkundige Zeichen. In zahlreichen Studien und Untersuchungen wird auf die hohen volkswirtschaftlichen Schäden des Klimawandels verwiesen und auf die Notwendigkeit, Maßnahmen zur Klimaanpassung zu ergreifen, vor allem aber einen wirkungsvollen Klimaschutz zu etablieren.

Die Ursachen für die klimatischen Veränderungen sind in der Zwischenzeit vielfältig dokumentiert. Hier sind vor allem die Arbeiten des Intergovernmental Panel on Climate Change hervorzuheben, der in seinem sog. IPCC-Report in regelmäßigen Abständen umfassend darlegt, wo Treibhausgasemissionen entstehen, wie sie sich auswirken und wie sich die Emissionen unter den verschiedenen Szenarien entwickeln werden. Der letzte Report ist 2014 erschienen.

Der Klimawandel ist ein globales Problem und erfordert daher auch ein gemeinsames Handeln aller Länder. Es hat im Laufe der letzten Jahrzehnte immer wieder Ansätze gegeben, sich auf ein gemeinsames Handeln zu verständigen, angesichts der sehr großen Interessensunterschiede zwischen den Staaten zeigte sich jedoch oft wenig Erfolg. Umso größer sind die Hoffnungen, die man in das Pariser Abkommen von 2015 gesetzt hat, in dem sich mehr als 190 Staaten auf ein gemeinsames Ziel geeinigt haben. Seit Abschluss des Abkommens sind aber auch die Schwierigkeiten deutlich zutage getreten, wenn es darum geht, die Vereinbarung auch in konkrete Maßnahmen umzusetzen.

Ein Kern des Abkommens ist das sog. 2-Grad-Ziel, d. h., es wird angestrebt, den Anstieg der globalen Temperatur auf „deutlich unter“ 2 Grad gegenüber dem vorindustriellen Zustand zu beschränken. Zusätzlich sollten Anstrengungen unternommen werden, um den Temperaturanstieg möglichst „auf 1,5°C“ zu begrenzen. Bei einer Beschränkung auf 2 Grad wären nach vorliegenden – wenn auch optimistischen – Schätzungen Klimaveränderungen zu erwarten, deren Folgen von der Staatengemeinschaft noch einigermaßen zu bewältigen wären (Jaeger/Jaeger 2010; Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages 2017). In der Zwischenzeit mehren sich aber auch die Hinweise darauf, dass bei dem Überschreiten bestimmter Emissionsgrenzen sich selbst verstärkende Prozesse eintreten könnten und eine Strategie der Reduktion von Treibhausgasemissionen dann nur noch begrenzt wirksam wäre (Steffen et al. 2018).

Unterhalb dieser supranationalen Ebene haben sich die Europäische Union und die einzelnen Mitgliedsstaaten – so auch Deutschland – eigene Reduktionsziele gesetzt, die bis 2035 oder 2040 erreicht werden sollen. Die Ziele sehen langfristig eine fast vollständige Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen vor (ausführlich z. B. et-Redaktion, 2018). Eine solche Dekarbonisierung setzt Maßnahmen auf allen Ebenen voraus und bedeutet letztlich eine grundlegende Veränderung des gegenwärtigen Wirtschafts- und Gesellschaftssystems.

Auch für Deutschland liegen zahlreiche Roadmaps und Energie- und Klimapfade vor, die den Weg zeigen, wie diese ambitionierten Ziele erreicht werden können (u. a. Boston Consulting Group/Prognos AG 2018; Peter/Bertschmann/Lückge 2017; Renn 2017). Diese Vorschläge unterscheiden sich zwangsläufig in vieler Hinsicht, sind sich aber darin einig, dass im Mittelpunkt der Klimaschutzanstrengungen der Energiesektor stehen muss. Das ist nachvollziehbar, weil auf diesen Sektor der weitaus größte Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen entfällt.

Notwendig ist eine Energiewende, das heißt der Umbau des Energiesystems von einer vorrangig auf fossilen Energieträgern ruhenden Erzeugung in Richtung auf eine CO<sub>2</sub>-freie oder CO<sub>2</sub>-arme Struktur. Erreicht werden soll dies durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und die Förderung von Energieeffizienz. Die folgende Grafik verdeutlicht den Zusammenhang zwischen politisch festgelegten Zielen, Strategien und Maßnahmen zur Umsetzung.

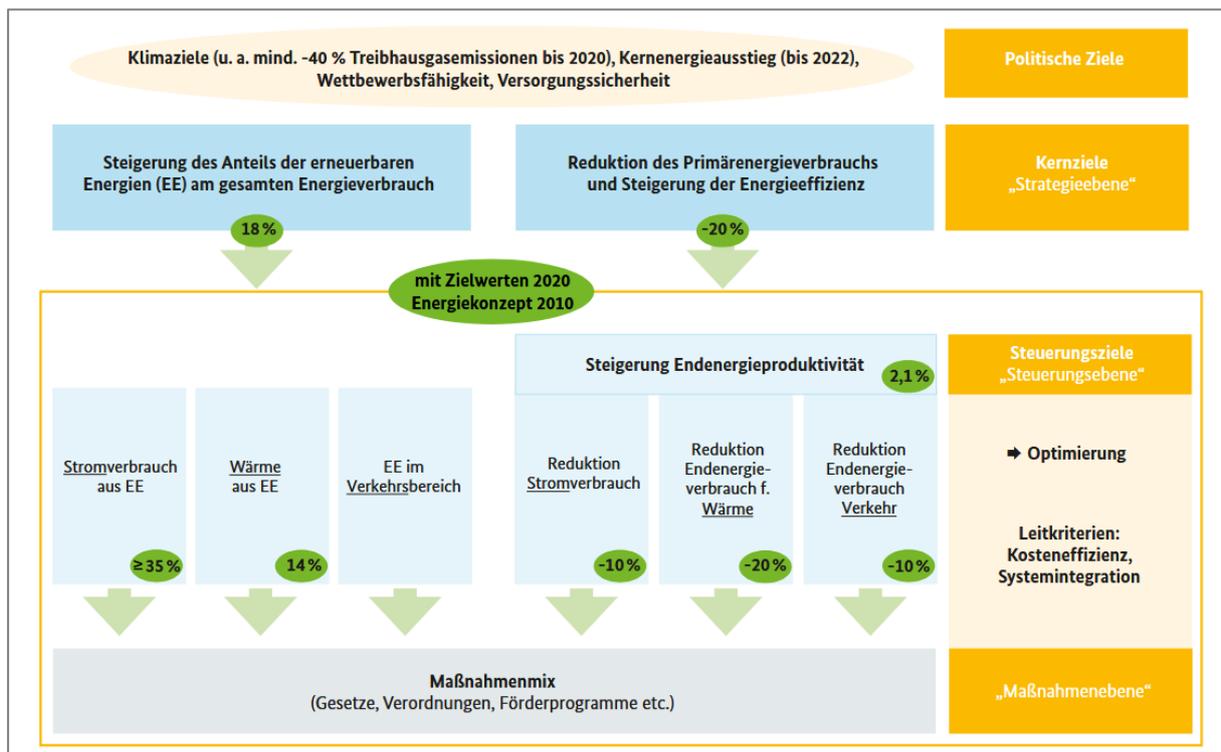


Abb. 1: Ziele der Energiewende und Ansatzpunkte zur Umsetzung (Quelle: BMWI 2016, 10)

Eine solche Energiewende ist in einem hochindustrialisierten und dichtbesiedelten Land wie Deutschland keine einfache Aufgabe und ähnelt einer Operation am offenen Herzen, wie es gerne formuliert wird. Der Umbau des Energiesystems ist ein langwieriger Prozess und erfordert das Zusammenspiel vieler Akteure. Neue Problemstellungen treten auf, alte Geschäftsmodelle der Energieunternehmen werden infrage gestellt, vor allem aber sind hohe Investitionen notwendig (siehe u. a. Gawel et al. 2014; Kühne/Weber 2018).

Es liegt daher auf der Hand, dass bei einem derartigen Jahrhundertprojekt auch die damit verbundenen Kosten auf besonders großes Interesse stoßen. Sie stehen im Mittelpunkt zahlreicher Studien (siehe u. a. Bode/Groscurth 2014; Forum für

Zukunftsenergien 2018; Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft 2014; Henning/Palzer 2015). Sie kommen je nach gesetzten Annahmen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. In vielen Studien und Gutachten ist aber auch nachgewiesen worden, dass sich diese Investitionen lohnen: Der Nutzen in der Form von vermiedenen Klimaschäden übersteigt die Kosten des Klimaschutzes deutlich (u. a. Germanwatch 2011; Flaute et al. 2016).

Aber trotz einer solchen positiven Nutzen-Kosten-Relation gilt auch, dass die Kosten und Nutzen einer solchen Politik ungleich anfallen. Wirtschaftssektoren und bestimmte Bevölkerungsgruppen sind nicht in gleicher Weise betroffen und ebenso fallen Kosten und Nutzen in zeitlicher Perspektive auseinander.

Dies gilt auch in räumlicher Hinsicht. Regionen sind unterschiedlich betroffen, sei es, weil sich hier besonders ausgeprägt die Folgen des Klimawandels zeigen, oder aber weil sie im unterschiedlichen Maße vom Umbau des Energiesystems tangiert sind. So ist der Widerstand von Braunkohleregionen nachvollziehbar, wenn mit dem geforderten Ausstieg aus der Kohleverstromung zumindest kurzfristig erhebliche Arbeitsplatzverluste verbunden sind (siehe dazu u. a. Agora Energiewende 2016; Göke et al. 2018).

Es gibt zudem Regionen, die ganz offenkundig zu den Gewinnern zählen. Oft sind es ländliche Regionen, die im Zuge der Dezentralisierung der Erzeugung als neue Produktionsstandorte profitieren. Der Nordwesten Niedersachsens ist eine solche Region. Eine etwas detailliertere Betrachtung dieses Raums, wie sie in der vorliegenden Arbeit erfolgen soll, ist dabei aus zwei Gründen von Interesse:

- Die Region ist einer der Vorreiter der Energiewende in Deutschland, aber
- hier werden auch erstmals die Folgen der Energiewende sichtbar, die neue Antworten erfordern. Das Thema Akzeptanz spielt dabei ebenso eine Rolle wie die Frage nach einer intelligenten Integration der erneuerbaren Energien in das vorhandene Energiesystem.

## 2 Der Nordwesten als Energieregion

### 2.1 Abgrenzungen

Bevor man sich im Detail mit den bisherigen Entwicklungen und den energiewirtschaftlichen Herausforderungen befasst, sind einige Abgrenzungen erforderlich.

Zur *räumlichen Abgrenzung*: Als Betrachtungsraum wird hier im Wesentlichen das Gebiet des Regierungsbezirks Weser-Ems genommen. Nicht bei allen Fragestellungen und Analysen kann eine solche administrative Abgrenzung durchgehalten werden. So umfasst bspw. die Metropolregion Bremen-Oldenburg – ein Akteur, der auch eine nicht unwesentliche Rolle in der Energiepolitik spielt – auch Gebiete zwischen Weser und Ems. Viele Offshore-Windparks haben ihren Standort in der sog.

AWZ-Zone<sup>1</sup>, die formal nicht zum Regierungsbezirk zählt. Auch die Versorgungsgebiete der regionalen Energieversorger decken sich selten mit administrativen Grenzen. Der Begriff Nordwesten wird daher im Folgenden eher im allgemeinen Sinne verstanden.

Die *sektorale Abgrenzung* ist für die folgenden Ausführungen von größerer Relevanz. Wenn von Energiewirtschaft die Rede ist, wird der Begriff oft mit der Energieerzeugung in Verbindung gebracht. Kraftwerke und Strom- und Gasnetze machen aber nur einen Teil dieses Sektors aus. Nimmt man als Ausgangspunkt die gesamte Wertschöpfungskette, dann reicht die Energiewirtschaft von der Gewinnung und Aufbereitung von Energieressourcen, dem Bau und Betrieb von Kraftwerken, dem Transport von Strom und Wärme zum Endverbraucher bis zur anschließenden Nutzung der Energie. Auf all diesen Stufen sind unterschiedliche Akteure mit einer breiten Palette an (Dienst-)Leistungen involviert. Aber eine solche weite Abgrenzung wirft auch Fragen auf: Nimmt man die Landwirte, die Biomasse für die Bioenergieanlagen anbauen, ebenso dazu wie den Handwerker, der die Heizungsanlage in einem privaten Haushalt wartet? Sinnvoll erscheint daher eine eher pragmatische Abgrenzung, wie sie etwa in der Energiepotenzialstudie Nordwest vorgenommen wurde (Kröcher/Scheele 2015).

Darin werden neben der eigentlichen Energieerzeugung und den vor- und nachgelagerten Bereichen (die Energiewirtschaft im engeren Sinne) auch Unternehmen und Institutionen zur Energiewirtschaft (im weiteren Sinne) gezählt, die für die Umsetzung der Energiewende von eminenter Bedeutung sind (z. B. Handwerker, Finanzdienstleistungen).

---

<sup>1</sup> Als AWZ bezeichnet man das Meeresgebiet seewärts des Küstenmeeres (12-Seemeilen-Zone) bis maximal zur 200-Seemeilen-Grenze. Das Küstenmeer ist deutsches Hoheitsgebiet und unterliegt der Zuständigkeit des jeweiligen Bundeslandes. Jenseits des Küstenmeeres bis maximal 200 Seemeilen Entfernung zur Küste befindet sich die AWZ, die der Zuständigkeit des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) unterliegt.

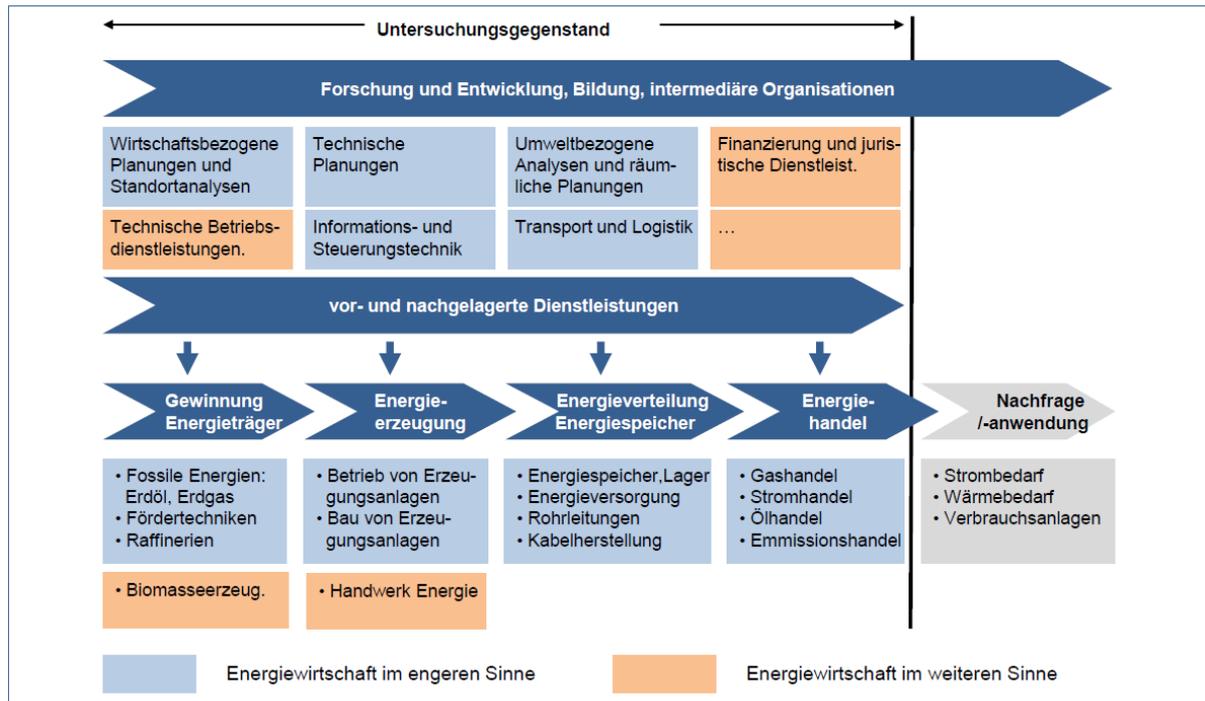


Abb. 2: Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft (Quelle: Kröcher/Scheele 2015, 15)

Im folgenden Abschnitt soll die Struktur der regionalen Energiewirtschaft genauer betrachtet werden.

## 2.2 Überblick

Wenn man von der Energiewenderegion Nordwest spricht, dann wird das aktuell oft nur mit erneuerbaren Energien in Verbindung gebracht, mit Windkraft- oder Biogasanlagen, die ja auch ganz deutlich das Bild der Region verändert haben.

Übersehen wird oft aber, dass Energie auch in der Vergangenheit schon die Landschaft der Region prägte – die ostfriesische Fehnlandschaft ist ein Ergebnis der Nutzung von Mooren und des Torfabbaus –, aber auch, dass konventionelle Energien nach wie vor eine wichtige Rolle spielen.

Der Nordwesten ist zum Beispiel ein im deutschen Maßstab wichtiges Gebiet für die Erdgas- und Erdölförderung. Ein großer Teil der in Deutschland geförderten Mengen stammt aus der Region, wenngleich diese nur einen vergleichsweise kleinen Beitrag zur Bedarfsdeckung leisten (knapp 3 % beim Erdöl, rund 12 % beim Erdgas). Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie in Hannover weist in seinen Berichten noch auf große Reserven in der Region hin (LBEG 2018). Ob und in welchem Umfang diese Vorkommen dann tatsächlich erschlossen werden, hängt auch maßgeblich mit ab von der Preisentwicklung auf den internationalen Rohstoffmärkten.

Große Erwartungen wurden zwischenzeitlich mit dem unkonventionellen Fracking verknüpft. Bei dieser Verfahrenstechnik werden in tiefen Gesteinsschichten unter

hohem Druck Risse erzeugt. Der Druck wird mit einer Frackingflüssigkeit hervorgerufen, die über ein Bohrloch in die Schichten eingebracht wird. Mit diesem Verfahren können dann weitere Erdgasvorkommen erschlossen werden.

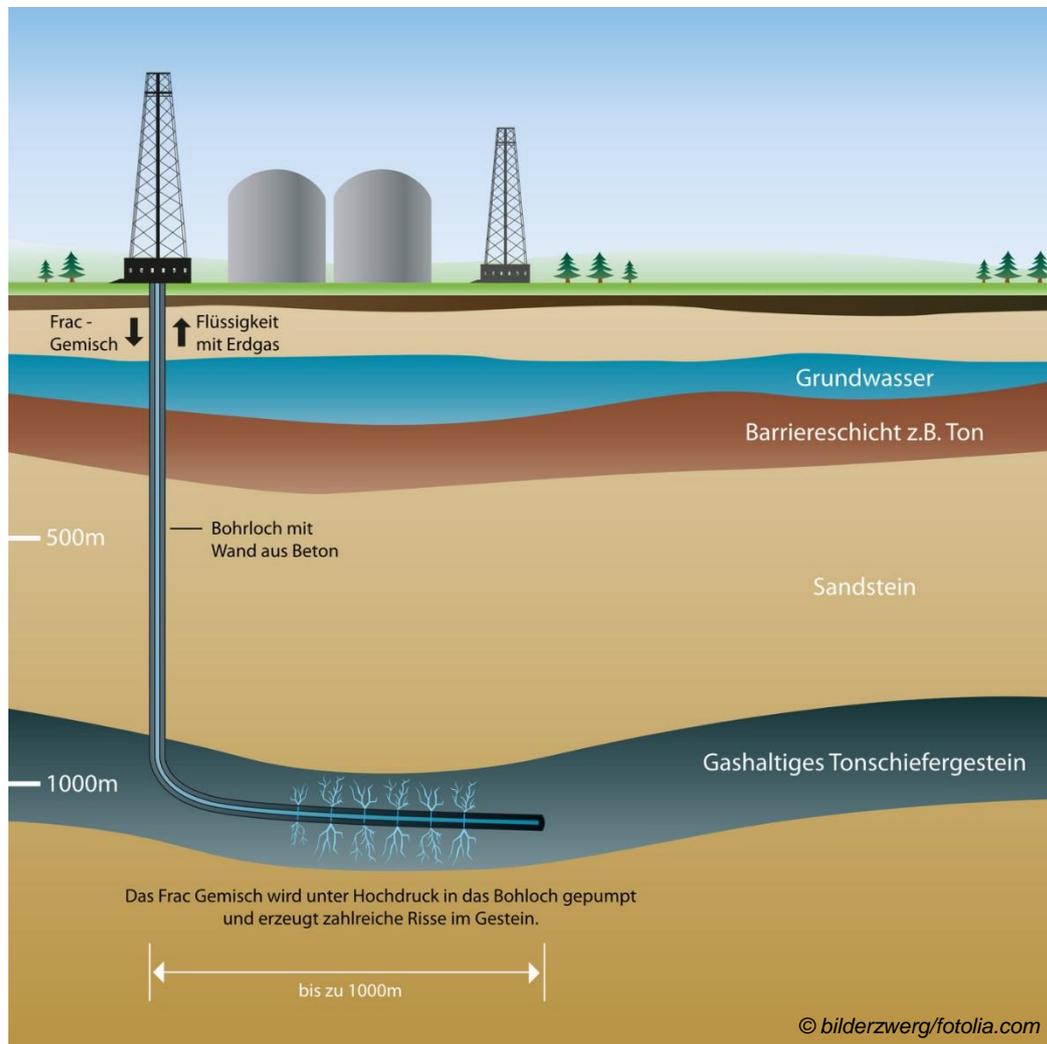


Abb. 3: Verfahren bei Fracking

Dieses Verfahren stößt nicht nur in Deutschland auf Ablehnung, weil damit hohe Umweltrisiken verbunden sind (siehe u. a. Greenpeace 2015). Das Fracking ist daher seit 2017 nach einem Beschluss des Bundesrates nicht mehr zulässig; Genehmigungen gibt es zurzeit nur noch für Forschungsbohrungen – unter anderem auch in Niedersachsen.

Der Nordwesten ist nicht nur ein wichtiger Standort für die Förderung von Energieträgern, sondern auch für die Stromerzeugung in konventionellen Kraftwerken, wie die nachfolgende Übersicht zeigt.

Betreiber/Kraftwerk	Standort	Inbetriebnahme	Status	Energie-träger	Nennleistung (netto in kWh)
Uniper Kraftwerke GmbH Druckluftspeicher Huntorf	Elsfleth	1978	in Betrieb	Erdgas	321
Statkraft Markets GmbH Emden Gas (Gasturbine)	Emden	1973	in Betrieb	Erdgas	52
Statkraft Markets GmbH Emden Gas (Dampfturbine)	Emden	1973	vorl. stillgelegt	Erdgas	433
RWE Generation SE Emsland (Blöcke B1, B2, C1, C2, D)	Lingen (Ems)	1973/74; 2011	in Betrieb	Erdgas	1.826
BP Europa SE BP Werk Lingen	Lingen (Ems)	1996	in Betrieb	Erdgas	66
RWE Power AG Kernkraftwerk Lingen	Lingen (Ems)	1988	in Betrieb	Kernenergie	1.336
Delkeskamp Verpackungswerke GmbH Heizkraftwerk zur Papierfabrik	Nortrup	1995	in Betrieb	Erdgas	18,1
Papier- u. Kartonfabrik Varel GmbH & Co. KG PKV Kraftwerk	Varel	1989	in Betrieb	Erdgas	58
Uniper Kraftwerke GmbH Wilhelmshaven	Wilhelmshaven	1973	in Betrieb	Mineralölprodukte	56
Uniper Kraftwerke GmbH Wilhelmshaven	Wilhelmshaven	1976	in Betrieb	Steinkohle	757
ENGIE Deutschland AG Kraftwerk Wilhelmshaven	Wilhelmshaven	2015	in Betrieb	Steinkohle	731

Tab. 1: Kraftwerk mit fossilen Energieträgern in der Region Weser-Ems 2014 (Quelle: Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur, Stand Februar 2018)

Das Kernkraftwerk Unterweser ist stillgelegt; hier beginnt in der Zwischenzeit der Rückbau der kerntechnischen Anlagen. Das Kernkraftwerk Lingen ist noch in Betrieb und wird planmäßig als dann letztes deutsches Kernkraftwerk Ende 2022 stillgelegt werden.

Eine Besonderheit stellt das Kraftwerk Huntorf in der Wesermarsch dar. Hierbei handelt es sich um eines der wenigen Druckluftspeicherkraftwerke, die weltweit betrieben werden. Hier wird zu Zeiten von Überschussstrom Luft in unterirdische Kavernen gedrückt. Wird Strom benötigt, dann treibt die unter hohem Druck stehende Luft zusammen mit Erdgas Turbinen an. Ein solches Kraftwerk ist sehr flexibel und kann somit sehr kurzfristig für die Deckung von Bedarfsspitzen eingesetzt werden.

Die Region ist jedoch als Energieregion primär durch die erneuerbaren Energien gekennzeichnet. Wichtig sind hier vor allem die Windenergie (on- und offshore), die Bioenergie und die Solarenergie. Die Geothermie wird genutzt, spielt aber bisher eine eher nachrangige Rolle. Aufgrund der geografischen Bedingungen kommt die Wasserkraft in der Region nicht zum Einsatz. Global gesehen wird auch in anderen maritimen Energietechnologien (Bsp. Wellenkraftwerke) eine Zukunft gese-

hen, aber hier sind jeweils die spezifischen Bedingungen an der deutschen Nordseeküste zu berücksichtigen. Zumindest kurz- bis mittelfristig wird man nicht mit größeren Beiträgen dieser Technologien rechnen können.

Was die Zahl der Anlagen anbelangt, überwiegt aber eindeutig die Zahl der Solaranlagen, die in das Netz einspeisen. Die jeweiligen Netzbetreiber, die zur Abnahme verpflichtet sind, veröffentlichen auf ihren Webseiten entsprechende Zahlen. So gibt es innerhalb des Versorgungsgebietes der EWE über 60.000 Einspeiser, in über 90 Prozent der Fälle handelt es sich dabei um Solaranlagen. Auf das nordwestliche Niedersachsen entfallen über 40.000 Anlagen. Die Zahl der EE-Anlagen in der gesamten Region ist jedoch deutlich höher, da neben der EWE weitere Netzbetreiber hier tätig sind.

Neben den Energieerzeugungsanlagen gibt es weitere Infrastrukturen, die im engeren oder weiteren Sinne im Zusammenhang mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien zu sehen sind. Dazu zählt auf jeden Fall die Netzinfrastruktur; der Ausbau der erneuerbaren Energien mit der Vielzahl der Anlagen stellt zunächst einmal hohe Anforderungen an die Verteilnetze, in die unmittelbar die Einspeisungen erfolgen.

Die besondere Aufmerksamkeit in der Region richtet sich jedoch auf die großen Hochspannungsnetze, die den Nordwesten durchqueren, und über die vor allem, aber nicht nur der Strom aus den Offshore-Windparks in die süddeutschen Verbrauchszentren geliefert wird. Der weitere Ausbau der Stromnetze wird als ein Engpass der Energiewende gesehen, viele Ausbauplanungen sind im Zeitverzug, auch weil es in vielen betroffenen Regionen zu Widerstand vor allem gegen Freileitungen kommt, so auch im Nordwesten (siehe [www.netzausbau.de](http://www.netzausbau.de)).

Die Region ist ein wichtiger Standort für Energiespeicher. Mehrheitlich handelt es sich hierbei um eher klassische Erdgasspeicher; es gibt aber Planungen und auch erste konkrete Schritte, diese Speicher zukünftig auch zu nutzen, um etwa über die Umwandlung in Wasserstoff überschüssigen Strom zu speichern. Auf den Internetseiten des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie sind weitere Informationen zu finden: [www.lbeg.niedersachsen.de](http://www.lbeg.niedersachsen.de).

Weitere wichtige Anlagen sind Anlandestationen für Erdgas aus der Nordsee und Offshore-Windenergie, Umspannwerke, Power-to-Gas-Anlagen, aber auch die Offshore-Basishäfen, von denen aus die Versorgung der Offshore-Windenergieanlagen sichergestellt wird.

In der eigentlichen Energieerzeugung und den vor- und nachgelagerten Bereichen gibt es in der Region unzählige Unternehmen und Organisationen, die für die Umsetzung der Energiewende von eminenter Bedeutung sind. Dazu zählen die Anlagenbauer (Bsp. Enercon, Envitech), spezielle Dienstleister für den Aufbau und den Betrieb von Windkraftanlagen, Umweltgutachter, Handwerker, Forschung und Entwicklung, Bildungseinrichtungen oder Finanzierungsinstitutionen.

Eine ausführlichere Übersicht zur Struktur der Energiewirtschaft liefern u. a. die Energiepotenzialstudie und eine Unternehmensdatenbank, die im Zusammenhang mit der Wissensvernetzungsstrategie Weser-Ems aufgebaut wurden.

⇒ Die Studie ist abrufbar unter: [www.energiecluster.de](http://www.energiecluster.de) => Energieregion Nordwest

⇒ Die Unternehmensdatenbank ist einsehbar unter: [www.weser-ems.eu](http://www.weser-ems.eu) => Wissensregion => Energie => Kompetenzträger

### 2.3 Einordnung

Im Vergleich zu Gesamtdeutschland kann die Region durchaus als Vorreiter beim Ausbau der erneuerbaren Energien gesehen werden. Mehr als die Hälfte der installierten Stromerzeugungskapazitäten basiert auf erneuerbaren Energien, sodass die Verteilnetzbetreiber (z. B. die EWE Netz GmbH) je nach Witterungsbedingungen weit mehr als zwei Drittel erneuerbar erzeugten Strom transportieren müssen. In der Bundesrepublik liegt der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch zurzeit bei über 35 Prozent, was auch im europäischen Vergleich ein beachtlicher Wert ist. Zumindest mit Blick auf die Ausbauziele erneuerbarer Energien befindet sich Deutschland im Zeitplan.

Die Entwicklung des Sektors der erneuerbaren Energien, differenziert nach Art, Zahl, Kapazität und eingespeisten Strommengen, ist umfassend dokumentiert. So veröffentlicht die Bundesregierung regelmäßig Monitoring-Berichte zur Energiewende, in denen der aktuelle Status sehr genau aufgeführt und bewertet wird (siehe Expertenkommission 2018). Außerdem ist die Entwicklung des Energiesektors, nicht nur mit Blick auf die erneuerbaren Energien, Gegenstand der Forschung unterschiedlicher Institutionen (siehe u. a. Umweltbundesamt 2018; Kemfert et al. 2018). Darüber hinaus veröffentlicht die Agentur für erneuerbare Energien sehr detaillierte Zusammenstellungen und anschauliche Grafiken (siehe [www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)). Weitere Darstellungen und Analysen bieten auch die verschiedenen Branchenverbände in ihren Publikationen, wie etwa der Bundesverband Windenergie und auch Naturschutzverbände.

Innerhalb der Bundesländer ist die Standortverteilung der Erzeugungsanlagen in der Regel sehr unterschiedlich. Die Datenlage ist dabei immer so gut wie für die übergeordneten räumlichen Ebenen, hat sich aber in den letzten Jahren deutlich verbessert. Der gesamte Nordwesten Niedersachsens zählt nach allen Bestandsaufnahmen und Analysen zu den dynamischsten Regionen nicht nur innerhalb Niedersachsens (Agentur für erneuerbare Energien 2018a, 2018c). Eine gute Übersicht über die Standortverteilung der Wind- und Biogasanlagen liefert der Energieatlas Niedersachsen.

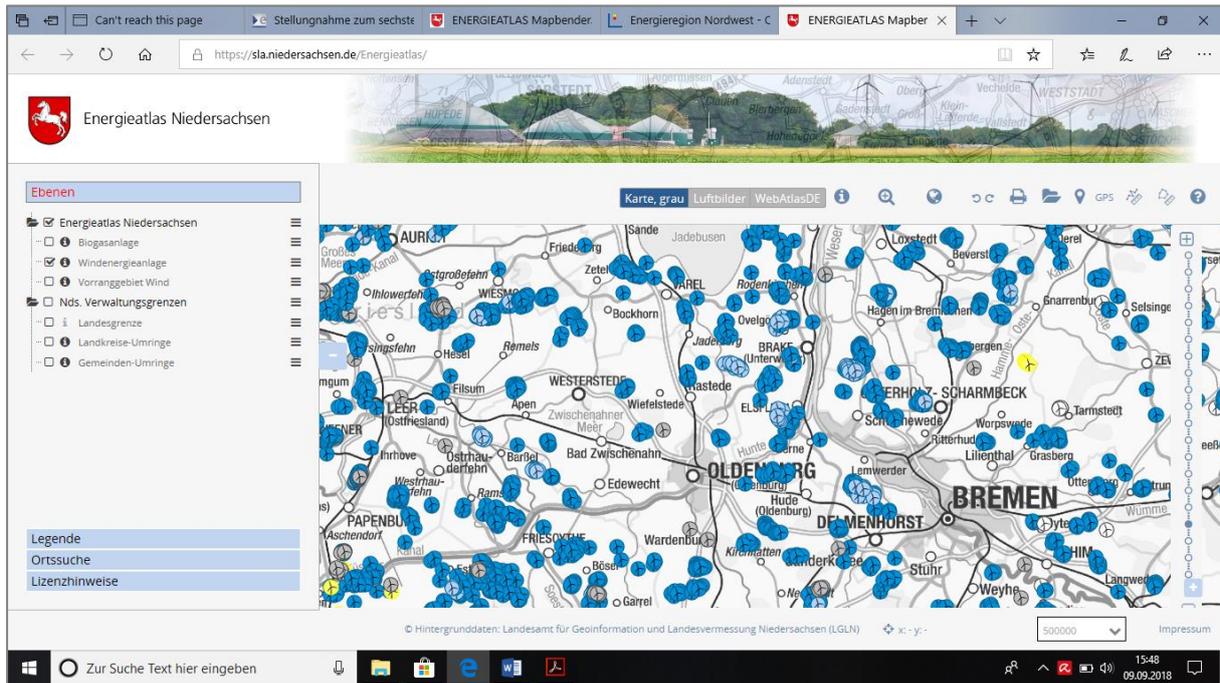


Abb. 4: Ausschnitt aus dem Energieatlas Niedersachsen (Quelle: <https://sla.niedersachsen.de/Energieatlas/>)

Aus regionalwirtschaftlicher Sicht ist die Frage, welche ökonomischen Effekte mit der Energiewirtschaft verbunden sind, von besonderer Relevanz. Für Deutschland insgesamt gibt es unzählige Studien zur ökonomischen Bedeutung des Energiesektors oder auch konkret des Ausbaus der erneuerbaren Energien (siehe u. a. Blazejczak et al. 2018; Roland Berger 2017).

Dabei stehen Arbeitsmarkteffekte im Vordergrund, aber bspw. auch die Frage nach den eingesparten Kosten für Energieimporte (Matthes 2016). Die meisten Studien zeichnen dabei ein sehr positives Bild. Angemerkt werden soll jedoch auch, dass regionalwirtschaftliche Analysen oft auf besondere methodische Herausforderungen stoßen, etwa weil die Datenlage unzureichend ist oder aber notwendige Modellierungsinstrumente nur für die nationale Ebene vorliegen.

Für den Nordwesten Niedersachsens liegt mit der Energiepotenzialstudie eine Untersuchung vor, die eine Abschätzung der Arbeitsmarkteffekte für die Region vorgenommen hat. Mit rund 37.000 Beschäftigten hat sich danach die Energiewirtschaft zu *dem* Jobmotor in der Region entwickelt.

Langfristig bedeutsamer sind aber andere Effekte: Aus dem Zusammenspiel von Forschung, Entwicklung, Staat und Industrie ergibt sich gerade im Bereich der regionalen Energiewirtschaft ein Innovationsklima, das sich in neuen Produkten und Dienstleistungen niederschlägt und die Wettbewerbsfähigkeit der Region insgesamt steigert. Nach der Energiepotenzialstudie waren 2015 allein über 800 Beschäftigte im Bereich der Energieforschung tätig (Kröcher/Scheele 2015). Die Zahl dürfte sich in der Zwischenzeit sogar noch erhöht haben.

Die besonderen Rahmenbedingungen schaffen auch den Raum für Start-ups. Es ist von daher kein Zufall, dass die niedersächsische Landesregierung die zentrale Einrichtung für die Förderung und Unterstützung von jungen Unternehmensneugründungen im Energiebereich in der Region angesiedelt hat. Unter anderem gibt es ein Start-up Zentrum in Oldenburg, das junge Unternehmensgründungen in den Bereichen Energie, Gesundheit und Klima durch ein breites Angebot an Leistungen und Zugang Netzwerken unterstützt (Informationen unter: [www.gruenden-oldenburg.de](http://www.gruenden-oldenburg.de))

## **2.4 Governance-Strukturen der regionalen Energiewirtschaft**

Der Umbau des Energieversorgungssystems hin zu erneuerbaren Energien ist mit vielen lokalen und regionalen Veränderungen verbunden. Stichworte in der Diskussion über kleinteiligere, stärker dezentral organisierte Formen der Energieversorgung sind u. a. die Entwicklung von Energieregionen, die Gründung von Bioenergiedörfern, die Rekommunalisierung und die Gründung von Bürgerenergiegenossenschaften (Becker/Naumann 2017).

Diese Entwicklungen machen alleine schon deutlich, dass in den Umsetzungsprozess der Energiewende eine Vielzahl von Akteuren mit unterschiedlichen Zuständigkeiten und Erfahrungen einzubinden ist. Damit ist zwangsläufig verbunden, dass diese Akteure z. T. sehr verschiedene und häufig widersprüchliche Ziele verfolgen. Konflikte sind deshalb unvermeidbar. Versorgungsunternehmen, Umwelt- und Unternehmensverbände, soziale Bewegungen und Initiativen für Bürgerenergie, Instanzen der Raumplanung, Kommunen und weitere staatliche Institutionen können auf den verschiedenen Ebenen als Treiber oder Opponenten der Energiewende auftreten (Bauriedl 2016; Klagge/Arbach 2013).

So ist beispielsweise eine Aufgabe, die planerischen Entscheidungen und Vorgaben der verschiedenen politischen Ebenen aufeinander abzustimmen. Konkret zeigt sich dies etwa beim Stromnetzausbau, bei dem sich Behörden auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene abstimmen müssen. Hinzukommt, dass an dem Planungsprozess weitere Personengruppen beteiligt werden müssen, die unterschiedliche Interessen verfolgen (z. B. betroffene Anwohner, Naturschutzverbände, ansässige Unternehmen). Das ist grundsätzlich für die Energiewirtschaft nicht neu, hat aber als Herausforderung vor dem Hintergrund der Dezentralisierung der Energiewirtschaft und der Zunahme der schier Zahl der Akteure eine neue Dimension bekommen (Ried et al. 2017).

Diskutiert wird all dies unter dem Begriff der Governance, grob definiert als die Gesamtheit der zahlreichen Wege, auf denen Individuen sowie öffentliche und private Institutionen ihre gemeinsamen Angelegenheiten regeln.

Es geht letztlich um die Fragen, wie die verschiedenen Akteure innerhalb formeller und informeller Strukturen miteinander agieren und ob diese Strukturen und Prozesse dann auch angemessen sind, um der regionalen Energiewirtschaft richtige Lösungen aufzuzeigen. Wenn etwa die Erzeugung von Energie zunehmend dezentral erfolgt, muss sich das dann auch in einer Dezentralisierung der Planung und

Steuerung niederschlagen? Verfügen diese Ebenen dann aber auch über die entsprechenden Kompetenzen?

Es kann hier keine systematische und umfassende Analyse dieser regionalen Strukturen und Kooperationsmuster erfolgen, aber einige Aspekte sollen kurz benannt werden:

- Die Energieversorgungsunternehmen der Region sind wichtige Treiber der Energiewende und haben auch vielfältige Innovationen angestoßen. Ein Vorteil der regionalen Versorger bestand auch darin, dass sie, von wenigen Ausnahmen abgesehen, über keine großen konventionellen Kraftwerkskapazitäten verfügten und daher auch flexibler agieren konnten.
- Als neue wichtige energiewirtschaftliche Akteure haben sich die zahlreichen Bürgerenergiegenossenschaften etabliert (Kahla et al. 2017).
- Im planerischen Bereich ergaben sich für die Region neue Herausforderungen, sei es mit Blick auf die Abstimmung mit Vorgaben der Bundes- und Landesebene, die Begleitung der großen Netzausbauplanungen inklusive umfangreicher Beteiligungsverfahren, die planerische Integration von Offshore-Windparks und auch die Abstimmung im europäischen Rahmen, beispielsweise mit den Nordsee-Anrainern. Bei konkreten Planungen und Aufgabenstellungen wäre eine mit stärkeren Verantwortlichkeiten ausgestattete Regionalinstanz hilfreich und könnte Prozesse beschleunigen.
- Landkreise und Kommunen verfügen ebenfalls über bestimmte Einflussmöglichkeiten. Landkreise können etwa über die Aufstellung der regionalen Raumordnungsprogramme sog. Vorranggebiete für Windkraftanlagen festsetzen. Zahlreiche Landkreise im Nordwesten haben hiervon Gebrauch gemacht (Bundesverband WindEnergie 2017). Beispielhaft kann auf die Raumordnungsprogramme der Landkreise Emsland und Aurich verwiesen werden (Landkreis Aurich 2018; Landkreis Emsland 2015).
- Städte und Gemeinden können ihren Einfluss auf sehr unterschiedliche Art und Weise geltend machen. Sie sind selbst große Energieverbraucher, viele verfügen auch über eigene Erzeugungskapazitäten, andere haben eine Rekommunalisierung umgesetzt und etwa die Stromnetze in eigene Hände übernommen, immer mehr Kommunen haben eigene Klimaschutzkonzepte erstellt, darin Klimaziele formuliert und Maßnahmen geplant und umgesetzt. Kommunen haben aber auch die Möglichkeit, über entsprechende Festsetzungen in ihrer Bauleitplanung die Art der Energienutzung und die Energieversorgung in den Baugebieten zu beeinflussen.
- Zentral sind unter Governance-Gesichtspunkten die veränderten Rollen der Energiekunden. Waren sie in der Vergangenheit mehrheitlich Energieabnehmer, werden viele zunehmend auch zu Produzenten. In diesem Fall spricht man auch von Prosumern, die je nach eigenem Bedarf zu bestimmten Zeiten Strom aus dem öffentlichen Netz entnehmen und ins Netz einspeisen, wenn sie in

ihren eigenen Anlagen mehr produzieren, als sie selbst benötigen. Diese veränderten Rollen stellen hohe Anforderungen an die Steuerung des gesamten Energiesystems, da das Netz nur stabil ist, wenn die Menge der eingespeisten elektrischen Energie in jeder Minute der abgenommenen Menge entspricht. Da noch keine großen Speichertechnologien zur Verfügung stehen, muss das Lastmanagement entsprechend einwandfrei arbeiten.

- Bürger und Bürgerinnen der Region fungieren aber nicht nur als Nachfrager und Produzenten, sondern bringen sich immer mehr auch in Planungsverfahren ein. So wächst auch in der Region die Zahl der Bürgerinitiativen etwa gegen den Netzausbau oder neue Windkraftanlagen. Eine Übersicht findet man auf der Website der Initiative Windwahn unter: [www.windwahn.com/karte-der-buergerinitiativen/](http://www.windwahn.com/karte-der-buergerinitiativen/).
- Neue Funktionen und Rollen übernehmen auch große Industrieunternehmen. Nicht wenige verfügen über eigene Kraftwerkskapazitäten. Auf lange Sicht bedeutsamer wird jedoch ihre Rolle als Nachfrager sein, da viele Betriebe Spielräume für die Stromabnahme aus dem Netz haben und diese je nach aktueller Netzbelastung flexibel erhöhen oder verringern können.
- Gerade in der regionalen Energiewirtschaft haben sich Netzwerke herausgebildet, in denen Unternehmen und andere Organisationen zusammenarbeiten, um ihre gemeinsamen Interessen zu formulieren und durchzusetzen. Das Oldenburger Energiecluster OLEC ([www.energiecluster.de](http://www.energiecluster.de)) steht dabei stellvertretend für viele Cluster dieses Typs.
- Auch auf Ebene der regionalen Politik haben sich bestimmte „hybride“ Strukturen entwickelt, mit denen auch Energiepolitik gemacht wird. Zu nennen sind hier etwa die Metropolregion Nordwest, aber auch der Strategierat Energie, der in einem partizipativen Prozess einen Masterplan Energie entwickelt hat (Energie-Strategierat Weser-Ems 2015). Die Mitglieder setzen sich in der Regel aus wichtigen Akteuren der Branche (Unternehmen, Bildungs- und Forschungseinrichtungen) sowie Vertretern aus den Kommunen zusammen.

Die Zukunft der Energiewende in der Region wird nicht nur von den neuen technischen Entwicklungen und den übergeordneten politischen Vorgaben bestimmt werden, sondern ganz entscheidend davon, ob und wie es der Region gelingt, ihre Governance-Strukturen effizient zu gestalten und Handlungsfähigkeit zu sichern.

### **3 Energiewirtschaftliche Herausforderungen der Zukunft**

#### **3.1 Veränderte Rahmenbedingungen**

Die Energiewende gerade in der Nordwestregion kann als Erfolgsmodell gewertet werden, dies vor allem mit Blick auf den Ausbau der erneuerbaren Energien. Mit einem (rechnerischen) Anteil von über 80 Prozent an erneuerbaren Energien im Netz hat die Region bereits heute das erreicht, was sich andere Regionen oder

Deutschland insgesamt für die Mitte des Jahrhunderts auf die Fahnen geschrieben haben. Aber dennoch ist auch in der Region die Erkenntnis gereift, dass ein Ausruhen auf diesen Erfolgen gefährlich ist und sich neue Herausforderungen auftun.

Die bisherige Energiewende war vor allem eine Stromwende, notwendig ist auch eine Wärme- und eine Verkehrswende. Gemeint ist damit, dass in der Wärmebereitstellung und im Kraftstoffbereich erneuerbare Energien zunehmend eine Rolle spielen. Dazu gehört auch die Umstellung von konventionellen Antriebstechnologien auf Elektromobilität. Die Energiewende kann nur gelingen, wenn Energie auch effizienter eingesetzt wird und der Bedarf insgesamt zurückgeht. Ziel der Bundesregierung ist es, dass der deutsche Energieverbrauch bis 2050 um die Hälfte gegenüber dem Stand von 2008 reduziert wird. Um diese Ziele zu erreichen, sind völlig neue Denkansätze und Lösungen notwendig. So wird im Zusammenhang mit der Mobilität nicht mehr an sparsameren Motoren und Elektromobilität gedacht, sondern auch an neue Mobilitätskonzepte. Die entscheidende Frage ist deshalb, ob diese Region über die entsprechenden Kompetenzen verfügt, um sich den neuen Aufgaben stellen zu können.

Die Bundesregierung hat im Zuge der Umsetzung der Energiewende eine Reihe von Maßnahmen und Gesetzen auf den Weg gebracht bzw. bestehende Gesetze angepasst. Die Bandbreite reicht von Vorgaben zur Vereinfachung von Planungsverfahren über die Verpflichtung, zunehmend erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung einzusetzen, bis hin zur Energieverbrauchskennzeichnungspflicht für Pkw, Haushaltsgeräte und vieles mehr. Ein Teil der Gesetze geht auch auf Vorgaben der Europäischen Union zurück, die Deutschland als Mitgliedstaat in nationale Gesetze umsetzen muss. Auf den Seiten des Bundeswirtschaftsministeriums, das zentral zuständig für die Umsetzung der Energiewende ist, gibt es dazu weitere Informationen und interessante Übersichten.

⇒ [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) => Themen => Energie => Energiewende

Ein Blick auf die energiepolitische Debatte auf europäischer und nationaler Ebene zeigt einige Megatrends in der Energiewirtschaft, die auch Bedeutung für die Entwicklung der Energiewirtschaft in der Nordwestregion haben dürften. Diese sollen nachfolgend genauer beleuchtet werden (Agora Energiewende 2017a).

### **3.2 Sinkende Kosten bei der Entwicklung erneuerbarer Energien**

Die sogenannten Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien sind in den letzten Jahren auf breiter Front gesunken (u. a. Kost et al. 2018; Ram et al. 2017). Dies ist auf den technischen Fortschritt auf allen Ebenen und Lerneffekte bei der Produktion und dem Betrieb von Erzeugungsanlagen zurückzuführen. Erneuerbare Energien werden immer mehr auch im Vergleich zu den konventionellen Kraftwerken konkurrenzfähig. Dies ist auf der einen Seite positiv zu sehen, auf der anderen Seite hat diese Entwicklung aber auch dazu geführt, das bisherige Modell der Förderung erneuerbarer Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zu überdenken. Es basierte auf dem Prinzip der Abnahmeverpflichtung der jeweiligen Netzbetreiber und einer festen über 20 Jahre geltenden Preisgarantie. Dieses EEG-Modell hat den Ausbau der erneuerbaren Energien maßgeblich bestimmt, war aber

sehr unflexibel und sah sich immer dem Vorwurf zu hoher Kosten ausgesetzt (Frondel 2017, 2018).

Seit der letzten Novellierung des Gesetzes wird die Höhe der Vergütung nun in einem wettbewerblichen Ausschreibungsverfahren ermittelt. D. h., dass eine bestimmte Kapazität etwa in der Windenergie ausgeschrieben wird und das Unternehmen den Zuschlag erhält, das die geringsten Vergütungen bietet (Agora Energiewende 2014). Das Ausschreibungsverfahren bietet so die Möglichkeit, den Ausbau der erneuerbaren Energien zu steuern und mit dem Netzausbau zu koordinieren. So ist etwa die ausgeschriebene Menge in den Gebieten mit Netzengpässen begrenzt; davon sind auch größere Teile des Nordwestens betroffen (Bundesnetzagentur & Bundeskartellamt 2018).

Die ersten Ausschreibungsrunden haben stattgefunden und der gewünschte kostensenkende Effekt ist eingetreten (Fachagentur Windenergie an Land 2018a; Jaschari et al. 2018). Es zeigt sich aber auch, dass das geltende Verfahren nicht gewährleisten kann, dass die in der Ausschreibung erfolgreichen Projekte auch tatsächlich und zeitnah realisiert werden (Lieblang 2018). Die insgesamt hohe Unsicherheit über die weiteren Entwicklungen in der Branche wirkt sich bereits auf die Produzenten von Energieanlagen aus. Enercon, einer der Marktführer der Windbranche, hat bereits den Abbau von Arbeitsplätzen aufgrund der ausbleibenden Nachfrage angekündigt. Zudem sind aufgrund der Einbindung in regionale Wertschöpfungsketten auch Auswirkungen auf Zulieferbetriebe zu erwarten.

Nicht allein dieser aktuelle Fall zeigt das hohe Risiko für die Region, das sich aus einer zu großen Abhängigkeit von politischen Entscheidungen, Förderregimen und Markteingriffen ergibt.

### **3.3 Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen**

Inbesondere vor dem Hintergrund der ambitionierten Ziele der Klimapolitik fokussieren Handlungsstrategien immer mehr auf die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der in der Region im Mittelpunkt stehende Ausbau der erneuerbaren Energien ist dabei ein wichtiger Baustein, reicht aber allein nicht aus. Eine Dekarbonisierung wird alle Sektoren und Handlungsfelder betreffen müssen. Dazu zählen Energieeffizienzmaßnahmen auf breiter Front, die Nutzung aller Möglichkeiten der Gebäudesanierung, neue Konzepte der Wärmeversorgung, ein kompletter Umbau des Mobilitätssektors und die Ausnutzung aller Effizienzoptionen etwa in der Landwirtschaft oder der sehr energieintensiven Wasserwirtschaft. Auch die Synergien zwischen Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen müssen ausgeschöpft werden.

In allen Bereichen gibt es in der Region erste erfolgreiche und erfolgversprechende Ansätze, jedoch sind diese in der Regel nicht in einen größeren Rahmen eingebunden. Viele Aktionen und Handlungen stehen so unverbunden nebeneinander und Synergien werden nicht genutzt. Es fehlt ein umfassender strategischer Ansatz und ein Konzept, das an den Stärken und Schwächen der Region ansetzt.

In diesem Zusammenhang kann auch ein grundlegendes Problem der Region benannt werden, nämlich der Fachkräftemangel. Auch im Nordwesten gibt es viele der sog. Hidden Champions, also kleine und mittlere Unternehmen, die sich in bestimmten Marktsegmenten als Anbieter erfolgreich positioniert haben, aber sich oft schwertun, hochqualifizierte Mitarbeiter zu finden oder zu halten. Dies zeichnet sich auch auf der Ebene der Nachwuchskräfte ab, also der qualifizierten Facharbeiter. Insbesondere im Handwerk bleiben Ausbildungsplätze sogar unbesetzt.

Die Energiewende erfordert auf breiter Front neue Qualifikationen, sodass sich Fachkräfte kontinuierlich weiterqualifizieren müssen. Neue Technologien und Geschäftsmodelle wirken sich fachgebietsübergreifend aus, alte Qualifikationen verlieren an Bedeutung, und neue kommen hinzu. Das zeigt sich beispielsweise in der zunehmenden Nutzung von Fahrzeugen mit Elektroantrieb. Für die Instandhaltung, Wartung und Reparatur wird ein anderes Know-how benötigt als für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren (Clausen 2018; Schreier 2015). Die Aufgabe ist in der Region erkannt, neue Qualifikationsangebote sind in der Entwicklung, und auch bei der Erarbeitung einer regionalen Elektromobilitätsstrategie ([siehe www.metropol-region-nordwest.de](http://www.metropol-region-nordwest.de)) steht das Thema Qualifizierung mit an prominenter Stelle.

### **3.4 Dezentralität der Energieversorgung**

Ein Energieversorgungssystem auf der Basis von erneuerbaren Energien tendiert immer zu Dezentralität und Kleinteiligkeit. Sonnen- und Windenergie sind weniger räumlich konzentriert, die Produktion der Energie verteilt sich daher auf mehr Fläche. Im Stromsektor entfällt die Erzeugung auf mehrere zigtausend Produzenten, die aber – wie schon beschrieben – oft gleichzeitig auch Konsumenten sind. Auch im Bereich der Wärme sind ganz andere Einsatzstrukturen denkbar.

Dezentrale Lösungen gewinnen auch deswegen an Bedeutung, weil darin eine Möglichkeit gesehen wird, den Netzausbau zu reduzieren bzw. die Nutzung vorhandener Netzkapazitäten zu optimieren (Agora Energiewende 2017b; Ecofys et al. 2018). Eine wichtige Voraussetzung dafür ist jedoch nicht allein die Kleinteiligkeit einer Anlage, sondern die Verbrauchsnähe der Erzeugungsanlagen bzw. auch von anderen Flexibilitätsoptionen wie Energiespeicher. D. h., dass technische Lösungen benötigt werden. „Das neue große Ding wird klein!“, so der Slogan eines Unternehmens, das sich auf kleinere Batteriespeicherkonzepte spezialisiert hat ([www.sonnen.de](http://www.sonnen.de)). Unterstützt wird die Verbreitung von neuen technischen Lösungen durch Kostensenkungen, die sich aus der Massenproduktion ergeben, wie es beispielsweise bei den Anlagen für erneuerbare Energien der Fall ist. Eigenverbrauchslösungen werden für viele Privathaushalte zu einer realistischen Option, da die Speichertechnik inzwischen kostengünstiger und zuverlässiger geworden ist. Das könnte zu einer vollständigen Ablösung vom zentralen Netz führen.

Forschung und Entwicklung sind die treibenden Kräfte der Energiewende. Die Bundesregierung legt ihre jeweiligen Forschungsstrategien in einem regelmäßig fortschreibbaren Energieforschungsprogramm vor. Für die Vorbereitung des aktuellen 7. Programms wurden sehr detaillierte Voranalysen für die Bereiche Umwandlungssektor, Industrie, Haushalt, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Verkehr durchgeführt. Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch eine Erfassung des Forschungsbedarfs rund um neue Geschäftsmodelle, Digitalisierung, Akzeptanz, Nachfrageverhalten und die Entwicklung des regulatorischen Rahmens.

In zwei großen, parallel laufenden Leitprojekten hat das Bundeswirtschaftsministerium den aktuellen Stand und die zukünftigen Entwicklungsperspektiven der Energiewende-Technologien untersuchen lassen. Die Ergebnisse beider Projekte sind umfassend dokumentiert, die Berichte bilden die gesamte Bandbreite der Technologietrends im Energiesektor ab.

Informationen abrufbar unter: [www.energieforschung.de](http://www.energieforschung.de)

Diese neuen technischen Lösungen und das veränderte rechtlich-regulative Umfeld führen zu neuen Geschäftsmodellen mit einer Vielzahl neuer Akteure. Die bestehenden Energieversorger würden bei einer breiten flächendeckenden Durchsetzung von dezentralen Lösungen unter Druck geraten, weil ihr altes Geschäftsmodell damit obsolet werden würde. Für Netzbetreiber wiederum würde sich zudem die Frage stellen, wie sie ihre Netze finanzieren, sollten sich immer mehr angeschlossene Kunden vom Netz trennen.

Dezentralität kann auch bedeuten, dass die traditionelle Arbeitsteilung zwischen ländlichen Räumen – hier wird Energie produziert – und städtischen Räumen – hier wird Energie verbraucht – aufgelöst wird. Neue Mikrotechnologien verlagern die Energieerzeugung immer mehr auch in den städtischen Raum hinein. Dort ergeben sich neue Möglichkeiten auch für weitere integrative Lösungen; für die ländlichen Räume kann dies auch zu einer Reduzierung des Flächendrucks führen.

### **3.5 Digitalisierung der Energiewirtschaft**

Ein dezentrales Energiesystem ist erst mit einer umfassenden Digitalisierung möglich. Neue Informations- und Kommunikationstechnologien revolutionieren die Energiewirtschaft: Die Digitalisierung und die Verarbeitung großer Datenmengen machen die Nutzung von Energien in den verschiedenen Bereichen deutlich flexibler und intelligenter.

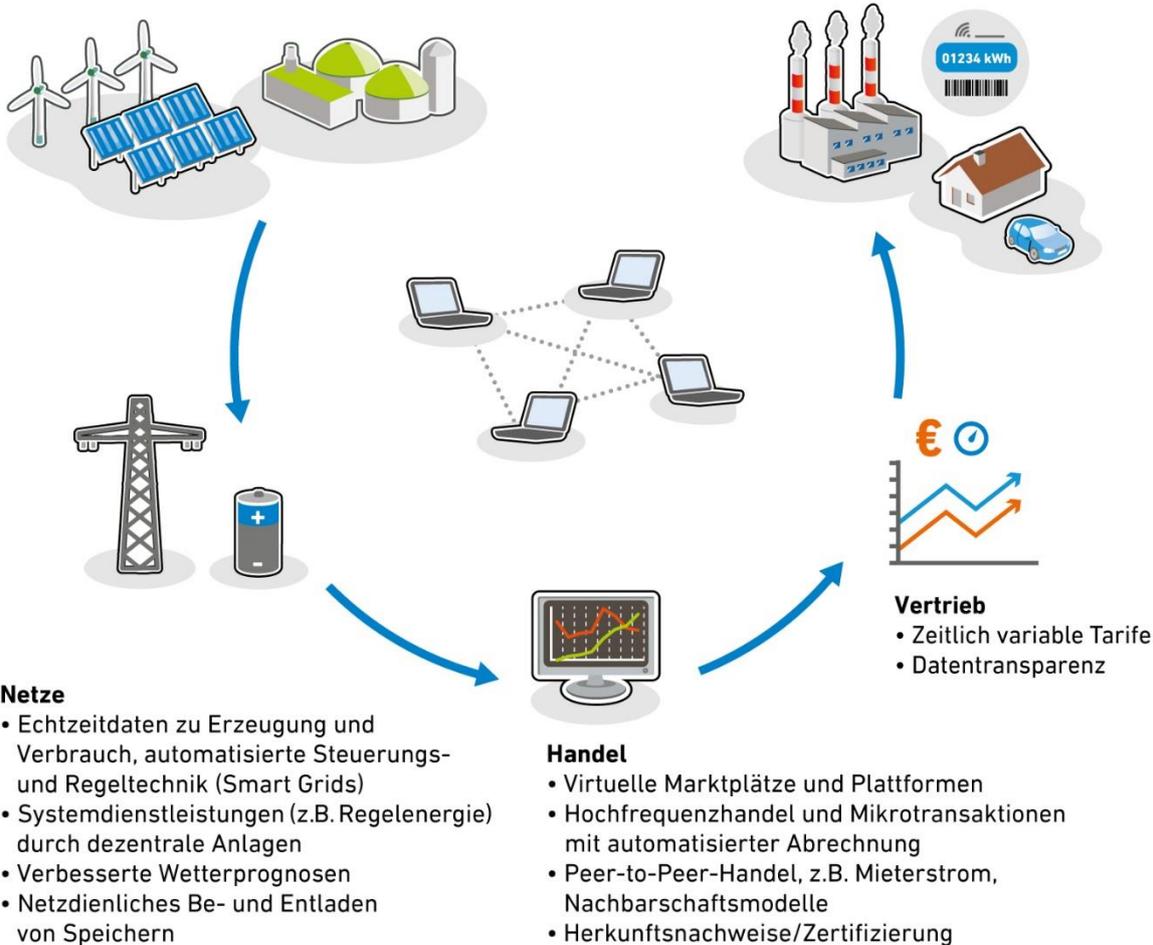
## Digitalisierung in der Energiewirtschaft

### Erzeugung

- Automatisierte Steuerung zahlreicher dezentraler Anlagen (virtuelle Kraftwerke)
- Vorausschauende Instandhaltung, Fernwartung

### Verbrauch

- Verbrauchssteuerung (Lastmanagement)
- Ladesteuerung von Elektrofahrzeugen
- Ablesung und Übermittlung der Verbrauchsdaten in Echtzeit (Smart Meter)
- Intelligente Steuerung von Haustechnik, Heizung und Haushaltsgeräten (Smart Homes)



Quelle: Eigene Darstellung  
© 2018 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Abb. 5: Digitalisierung in der Energiewirtschaft (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien 2018b)

Die Agentur für erneuerbare Energien hat jüngst eine sog. Metastudie vorgelegt, in der sie fast 40 Studien zur Digitalisierung ausgewertet hat (Agentur für erneuerbare Energien 2018b). Sie kommt dabei zu einer differenzierten Einschätzung. Chancen werden gesehen, aber Herausforderungen gibt es etwa hinsichtlich des Datenschutzes, der Verfügbarkeit hoher Datenmengen und hinsichtlich der Notwendigkeit der Anpassung des Regulierungsrahmens, um diese Technologien überhaupt flächendeckend einführen zu können.

Die Digitalisierung ist auch stark von der Bedarfsseite her bestimmt. Zwei andere zentrale Begrifflichkeiten in der energiewirtschaftlichen Debatte sind in diesem Zusammenhang Sektorkopplung und Flexibilität.

Damit die Energiewende auch auf lange Sicht ein Erfolg wird, muss nicht nur der Stromsektor auf erneuerbare Energien umgestellt werden, sondern eine Strategie muss auch im Wärme- und Verkehrsbereich stärker auf die Erneuerbaren setzen. Dies kann etwa durch den direkten Einsatz von erneuerbaren Energien geschehen, wenn ein Haus mit Solarthermie geheizt wird oder das Elektroauto zu Hause aufgeladen wird. Zusätzlich hilft aber auch der Einsatz von Strom aus regenerativen Quellen dabei, die Energiewende in den anderen Sektoren voranzubringen. Wenn man diesen sauberen Strom nutzt, um in anderen Sektoren den Einsatz von fossilen Energien zu reduzieren, wird von Sektorkopplung gesprochen (siehe u. a. acatech et al. 2017; Appl-Scorza et al. 2018). Von zentraler Bedeutung sind hier die Lösungen, bei denen in Phasen, in denen mehr Strom produziert als verbraucht wird, Anlagen nicht abgeregelt werden, sondern der Strom etwa für die Umwandlung in Methan oder Wasserstoff genutzt wird. Dies wird als Power-to-x-Lösung bezeichnet.

Auch die vielen Speichertechnologien können in solchen Situationen für mehr Flexibilität sorgen; dies gilt nicht nur auf der Erzeugungsebene, sondern auch auf der Nachfrageseite. Im letzteren Fall wird auch von Lastmanagement oder Demand Side Management gesprochen (u. a. Bodensperger et al. 2017; Elsner et al. 2015). Solche integrierten Systeme sind nur möglich, wenn alle dezentralen Akteure miteinander in Echtzeit ohne Zeitverzögerung verknüpft sind. Eine umfassende Beschreibung aller denkbaren Lösungen hat die Deutsche Energie-Agentur DENA vorgelegt (dena 2017).

Der Nordwesten verfügt gerade in diesem Bereich über besondere Standortbedingungen. Die hier produzierten Überschussstrommengen könnten direkt vor Ort umgewandelt und gespeichert, anstatt über große Entfernungen und verbunden mit hohen Energieverlusten transportiert zu werden. Und die Region verfügt über umfangreiche Forschungs- und Entwicklungskapazitäten gerade im Bereich Informationstechnologien. Anwendungsmöglichkeiten werden in der Region in mehreren Pilotprojekten getestet, die hier gewonnenen Erfahrungen und Kompetenzen sind dann wichtige Voraussetzungen für die langfristige Sicherung der regionalen Wettbewerbsfähigkeit.

### **3.6 Problem der Akzeptanz**

Auch wenn der Umbau des Energiesystems in der Region erfolgreich war und die Region bisher auch ökonomisch profitierte, ist die – fehlende – Akzeptanz zu einem zentralen Thema in der regionalen Energiewende geworden. Widerstand unter den Bürgern regt sich nicht nur gegen den Bau von Windkraft- und Biogasanlagen, sondern vor allem gegen den Netzausbau. Zwar befürwortet auch der Großteil der regionalen Bevölkerung die Energiewende, aber auch hier kommt dann oft das NIMBY-Prinzip zum Tragen: not in my backyard! (Beyer et al. 2017).

Die Argumente, die gegen bestimmte Planungen vorgebracht werden, sind dabei aber sehr differenziert: Eingriffe in Natur und Landschaft, Gesundheitsgefährdungen durch Starkstromleitungen oder der Verweis auf lokale Belastungen, wie Schattenwurf oder Geräuschbelastungen bei Windkraftanlagen. Aber auch wirtschaftliche Folgen können eine Rolle spielen, wie nachteilige Folgen für den Tourismus oder auch für den Wert von Immobilien in der Nähe von Stromnetzen oder Erzeugungsanlagen. Vorliegende Untersuchungen gerade zu den beiden letzten Argumenten kommen jedoch zu wenig eindeutigen Ergebnissen. So wird in Studien zu den Folgen der Windkraft für den Tourismus an der Nordseeküste auch auf die positiven Effekte, etwa auf den Imagegewinn der Region, verwiesen (siehe u. a. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2017; NIT 2014).

Etwas eindeutiger sind dagegen schon die Auswirkungen der Bioenergie. Die hohe Nachfrage nach Biomasse hatte massive Folgen für die regionalen Kauf- und Pachtpreise landwirtschaftlicher Nutzflächen, die in einigen Teilregionen des Nordwestens zum Teil extrem über dem Bundes- und Landesdurchschnitt liegen (Eichhorn 2016; Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2018). Dieses hohe Preisniveau wirkt sich dann nicht nur nachteilig für konventionell arbeitende landwirtschaftliche Betriebe aus, sondern auch auf andere Flächennutzungen wie etwa den Naturschutz.

So vielfältig die Ursachen für die mangelnde Akzeptanz, so vielfältig auch die Lösungsansätze (siehe u. a. Agora Energiewende 2018; Timpe et al. 2018). Im Netzausbau wird vor allem auf eine breite Informationspolitik gesetzt und vom Netzbetreiber Tennet und von dem für die Planung mit zuständigen Amt für regionale Landesentwicklung alle Möglichkeiten der förmlichen Beteiligung der Bürger ausgenutzt. Technische Alternativen beziehen sich im Netzausbau vor allem auf die Erdverkabelung an Stelle bisheriger Freileitungen. Auch dies ist nicht immer eine sinnvolle Option, auch weil sie mit nachteiligen Effekten verbunden sein kann.

Das Land Niedersachsen hat mit dem sog. Windenergieerlass versucht, mehr Transparenz bei der Standortwahl von Windkraftanlagen zu schaffen und damit einen Beitrag zur Akzeptanzverbesserung zu leisten (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2016). Es bleibt abzuwarten, welche Wirkungen davon ausgehen.

Bleibt zum Schluss das Instrumentarium wirtschaftlicher Anreize. Regelungen für Kompensationsleistungen und Entschädigungszahlungen für Eingriffe sind vorhanden und genutzt, dürften aber in Gänze nur beschränkt wirken (Scheele 2014). Anders sieht es aus, wenn die Einwohner direkt an den wirtschaftlichen Vorteilen einer Energieanlage beteiligt sind. Das Interesse an solchen Lösungen zeigt sich in der Region in der hohen Zahl an Bürgerenergiegenossenschaften.

## 4 Leuchtturmprojekte in der Region

Der Nordwesten hat sich in den letzten Jahren nicht nur als Standort für erneuerbare Energien profiliert, sondern die ansässigen Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Energie- und Industrieunternehmen und auch Städte und Kommunen haben vielfältige Innovationen angestoßen, und oft fungiert die Region als Testgebiet für neue Lösungen. Im Folgenden werden einige ausgewählte Projekte kurz vorgestellt.

### **Enera**

Enera ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördertes Großprojekt, in dem demonstriert werden soll, wie eine intelligente Vernetzung von Erzeugung und Verbrauch sowie der Einsatz innovativer Netztechnologien und Betriebskonzepte aussehen kann. Die gefundenen Lösungen sollen als Modell für eine breite Umsetzung dienen.

An dem Projekt ist eine Vielzahl von Unternehmen, politischen Entscheidungsträgern und Forschungseinrichtungen aus der Region beteiligt; federführend ist die EWE AG. Die Projektpartner bringen selber zusätzliche Investitionen in das Projekt ein, sodass darin etwa 500 Millionen Euro investiert werden.

*Mehr Informationen unter: [www.energie-vernetzen.de](http://www.energie-vernetzen.de)*

### **ENaQ: Energetisches Nachbarschaftsquartier**

Auf dem ehemaligen Fliegerhorst in Oldenburg entsteht in den kommenden Jahren ein Smart-City-Wohnquartier mit etwa 110 Wohneinheiten, in dem der Energiebedarf zum größten Teil aus lokal erzeugter Energie gedeckt werden wird. In dieser „Energetischen Nachbarschaft“ treten die Erzeuger und Verbraucher in direkte Interaktion miteinander. Überschüssige Energie kann dabei in andere Energieformen umgewandelt und gespeichert werden. Das Konzept verfolgt den Gedanken, die Energieeffizienz zu steigern, indem „Abfallenergie“ vermieden und eine Maximierung des lokalen Verbrauchs von nachbarschaftlich erzeugter Energie angestrebt wird.



Abb. 6: Projektgebiet energetisches Nachbarschaftsquartier (Quelle: Stadt Oldenburg, Jens Gehrcken)

Mehr Informationen unter: [www.enaq-fliegerhorst.de/](http://www.enaq-fliegerhorst.de/)

### **Power to x Werlte**

Am Standort Werlte wird von Audi zusammen mit Projektpartnern aus Wirtschaft und Forschung ein Pilotprojekt gestartet, bei dem aus regenerativ erzeugtem Strom synthetisches Erdgas erzeugt und ins Erdgasnetz eingespeist wird. Damit wird ein Beitrag zur Lösung des Problems der Speicherung von überschüssigem Wind- oder Solarstrom geleistet. Es ist gleichzeitig möglich, die Energie aus dem Gasnetz wieder in das Stromnetz zurückzuführen. Konkret wird in diesem Umwandlungsprozess eine Elektrolyse durchgeführt, bei der zunächst aus Ökostrom Wasserstoff produziert wird, mit dem dann mittelfristig Brennstoffzellenautos betrieben werden können. Der produzierte Wasserstoff kann aber auch dazu genutzt werden, um daraus in einem weiteren Schritt Methan bzw. Erdgas zu erzeugen. Die Anlage ist seit 2013 in Betrieb und kann besichtigt werden.

Mehr Informationen unter: [www.powertogas.info](http://www.powertogas.info) => Power to gas => Pilotprojekte im Überblick => Audi e-gas Projekt

### **Abwärme aus Abwasser**

Abwasser wird mit einem hohen Energieeinsatz in den Siedlungs- und Produktionsprozessen erwärmt. Vor diesem Hintergrund werden im Projekt „Abwärme aus Abwasser“ wird anhand von Kanalnetzen in Oldenburg und Aurich Möglichkeiten

untersucht, wie die im Abwasser enthaltene Wärme genutzt werden kann, um damit auch einen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Schonung der Ressourcen zu leisten. Die in dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse sollen genutzt werden, um etwa bei neuen Siedlungsprojekten diese Technologien zu etablieren. Das Projekt wird vom OOWV durchgeführt.

[Mehr Informationen unter: www.oowv.de](http://www.oowv.de) => Projekt Wärme aus Abwasser

### Hybrid-Großspeicher der EWE in Varel



Abb. 7: Aufstellen der Container mit den darin enthaltenen Batteriespeichern (Quelle: enera)

Es handelt sich hierbei um ein Demonstrationsprojekt, in dem Speichertechnologien im großen Maßstab erprobt werden sollen. Konkret entsteht am Standort Varel ein Hybrid-Großspeicher, in dem zwei unterschiedliche Speichertechnologien – Lithium-Ionen-Batterien sowie Natrium-Schwefel-Batterien – miteinander kombiniert zum Einsatz kommen sollen. Damit wird es möglich sein, Strom aufzunehmen und ihn bei Bedarf wieder ins Netz abzugeben. Dies kann dazu beitragen, dass Windkraftträder nicht mehr teilweise oder ganz abgeschaltet werden müssen, wenn die Nachfrage zu gering ist bzw. der überschüssige Strom nicht mehr über Netze großräumig abtransportiert werden muss.

*Mehr Informationen unter: <http://energie-vernetzen.de> => Blog => Der Hybrid-Großspeicher in Varel - einfach erklärt*



- Auch in der Region ergeben sich Akzeptanzprobleme sowohl mit Blick auf die Errichtung neuer Erzeugungsanlagen als auch die Übertragungsnetze.
- Es zeigt sich ganz deutlich die Schwäche einer Entwicklungsstrategie, die ganz maßgeblich von politischen Entscheidungen auf übergeordneter Ebene abhängig ist.

Die Region wird sich zunehmend von dem Fokus auf die Energieangebotsseite lösen müssen und sich verstärkt den Herausforderungen der Integration der erneuerbaren Energien in das Energiesystem stellen müssen.

Die Landesregierung nennt in ihrem aktuellen Energiewendebericht den Wind als den Rohstoff des Nordens (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz 2018). Anstatt diese Ressource mit hohem Aufwand über lange Strecken abzutransportieren: Wie lässt sie sich für die regionale Wertschöpfung nutzen? Die Region verfügt über entsprechende Kompetenzen und Akteure, die bereit sind, auch neue innovative Wege zu gehen. Innovationen werden sich dabei aber nicht allein auf die Technologien beschränken können, sondern werden auch neue Formen der regionalen Governance umfassen müssen.

## Anhang

Links zu wichtigen Organisationen und Datenbanken:

<b>Organisation/Institut</b>	<b>URL</b>
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung	<a href="http://www.diw.de">http://www.diw.de</a>
Ifo Institut für Wirtschaftsforschung	<a href="http://cesifo-group.de">http://cesifo-group.de</a>
RWI Leibnitz Institut für Wirtschaftsforschung	<a href="http://www.rwi-essen.de">http://www.rwi-essen.de</a>
Bundesnetzagentur	<a href="http://www.bundesnetzagentur.de">http://www.bundesnetzagentur.de</a>
Bundeskartellamt	<a href="http://www.bundeskartellamt.de">http://www.bundeskartellamt.de</a>
Sachverständigenrat für Umweltfragen	<a href="http://www.umweltrat.de">http://www.umweltrat.de</a>
Intergovernmental Panel on Climate Change	<a href="http://www.ipcc.ch">http://www.ipcc.ch</a>
Forschungsradar (zentrale Quelle für Studien, Gutachten etc.)	<a href="http://www.forschungsradar.de/startseite.html">http://www.forschungsradar.de/startseite.html</a>
International Energy Agency	<a href="http://www.iea.org">http://www.iea.org</a>
ForschungsVerbund Erneuerbare Energien	<a href="http://www.fvee.de/">http://www.fvee.de/</a>
Agentur für erneuerbare Energien	<a href="http://www.unendlich-viel-energie.de/">http://www.unendlich-viel-energie.de/</a>
Bundesverband Windenergie	<a href="https://www.wind-energie.de">https://www.wind-energie.de</a>
Fachverband Windenergie	<a href="http://www.fachagentur-windenergie.de">http://www.fachagentur-windenergie.de</a>
Agora Energiewende	<a href="http://www.agora-energiewende.de/de">http://www.agora-energiewende.de/de</a>
Netzausbau	<a href="http://www.netzausbau.de">http://www.netzausbau.de</a>
Bundeministerium für Wirtschaft und Energie	<a href="http://www.bmwi.de">http://www.bmwi.de</a>
Europäische Kommission Energie	<a href="https://ec.europa.eu/energy">https://ec.europa.eu/energy</a>
Bundesumweltministerium	<a href="http://www.bmub.de">http://www.bmub.de</a>
Umweltbundesamt	<a href="http://www.uba.de">http://www.uba.de</a>

International Renewable Energy Agency	<a href="http://www.irena.org/home">http://www.irena.org/home</a>
European Environment Agency	<a href="http://www.eea.europa.eu/de">http://www.eea.europa.eu/de</a>
Oldenburger Energiecluster	<a href="http://www.energiecluster.de">http://www.energiecluster.de</a>
wab windenergie agentur	<a href="http://www.wab.net">http://www.wab.net</a>
Greenpeace	<a href="http://www.greenpeace.de">http://www.greenpeace.de</a>
Germanwatch	<a href="http://www.germanwatch.org">http://www.germanwatch.org</a>
Metropolregion Nordwest	<a href="http://www.metropolregion-nordwest.de">http://www.metropolregion-nordwest.de</a>
Verband kommunaler Unternehmen	<a href="http://www.vku.de">http://www.vku.de</a>
Strategierat Energie	<a href="http://www.weser-ems.eu/">http://www.weser-ems.eu/</a>

## Literaturverzeichnis

acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften/Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina/Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e.V. (2017): Sektorkopplung - Optionen für die nächste Phase der Energiewende, Stellungnahme, Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung), Berlin.

Agentur für erneuerbare Energien (2018a): Bundesländer mit neuer Energie. Statusreport Föderal Erneuerbar 2018, Berlin, abrufbar unter: <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/broschueren/bundeslaender-mit-neuer-energie-statusreport-foederal-erneuerbar-2018>.

Agentur für erneuerbare Energien (2018b): Die Digitalisierung der Energiewende Metaanalyse, Berlin.

Agentur für erneuerbare Energien (2018c): Erneuerbare Energien und Klimaschutz bei Stromerzeugung und Verbrauch in den Bundesländern, in: Renew Kompakt 41, Berlin.

Agora Energiewende (2014): Ausschreibungen für Erneuerbare Energien: Welche Fragen sind zu prüfen?, Berlin.

Agora Energiewende (2016): Elf Eckpunkte für einen Kohlekonsens. Konzept zur schrittweisen Dekarbonisierung des deutschen Stromsektors (Langfassung), abrufbar unter: <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/elf-eckpunkte-fuer-einen-kohlekonsens-langfassung/>.

Agora Energiewende (2017a): Energiewende 2030: The Big Picture. Megatrends, Ziele, Strategien und eine 10-Punkte-Agenda für die zweite Phase der Energiewende, Berlin.

Agora Energiewende (2017b): Optimierung der Stromnetze. Sofortmaßnahmen zur Senkung der Netzkosten und zur Rettung der deutschen Strompreiszone, Berlin.

Agora Energiewende (2018): Wie weiter mit dem Ausbau der Windenergie? Zwei Strategievorschläge zur Sicherung der Standortakzeptanz von Onshore Windenergie, Berlin.

Appl Scorza, S./Pfeiffer, J./Schmitt, A./Weissbart, C. (2018): Kurz zum Klima: »Sektorkopplung« – Ansätze und Implikationen der Dekarbonisierung des Energiesystems, in: Ifo Schnelldienst, Jg. 71(10), 49-53.

Bauriedl, S. (2016): Formen lokaler Governance für eine dezentrale Energiewende, in: Geographische Zeitschrift 104, 2016/2, 72-91.

Becker, S./Naumann, M. (2017): Energiekonflikte nutzen. Wie die Energiewende vor Ort gelingen kann, hg. vom Projektverbund „EnerLOG“ (Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, ZukunftsAgentur Brandenburg, Europasekretariat Local Governments for Sustainability).

Beyer, G./Borchers, D./Frondele, M. et al. (2017): Die gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende, in: List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik, Vol. 43(4), 421-443.

Blazejczak, J./Edler, D./Gornig, M./Kemfert, C. (2018): Energiewende für die Modernisierung des Industriestandorts Deutschland nutzen, in: Wirtschaftsdienst 98 (2018), 565–573.

BMWi Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018): Sechster Monitoring-Bericht „Die Energie der Zukunft“ Berichtsjahr 2016, abrufbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/sechster-monitoring-bericht-zur-energiewende.html>.

Bode, S./Groscurth, H. M. (2014): Die künftigen Kosten der Stromerzeugung, Gutachten im Auftrag von Germanwatch e.V. und Allianz Climate Solutions GmbH, abrufbar unter: [https://www.arrhenius.de/uploads/media/arrhenius\\_KostenStromerzeugung\\_042014.pdf](https://www.arrhenius.de/uploads/media/arrhenius_KostenStromerzeugung_042014.pdf).

Bodensperger, A./Lienert, C./Zeiselmeier, A./Köppel, S./Estermann, T. (2017): Flexibilitätsintegration als wichtiger Baustein eines effizienten Energiesystems, Kurzstudie Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., München.

Boston Consulting Group/Prognos AG (2018): Klimapfade für Deutschland, Studie im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI), Berlin.

Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2018): Monitoringbericht 2017, Bonn.

Bundesverband WindEnergie (2017): Regionalplanung und Repowering. Planerische Gestaltungsmöglichkeiten, Leitfaden, Berlin.

Clausen, J. (2018): Roadmap Elektromobilität Deutschland. Ziele, Chancen, Risiken, notwendige Maßnahmen und politische Initiativen, in: Borderstep (Hg.): Evolution2Green, Berlin.

dena Deutsche Energieagentur (2017): Ergebnispapier des dena-Stakeholder-Prozesses, Berlin, abrufbar unter: [www.dena.de/themen-projekte/projekte/energiesysteme/dena-stakeholder-prozess-hoehere-auslastung-des-stromnetzes/](http://www.dena.de/themen-projekte/projekte/energiesysteme/dena-stakeholder-prozess-hoehere-auslastung-des-stromnetzes/).

Ecofys/Consentec/BBH (2018): Entwicklung von Maßnahmen zur effizienten Gewährleistung der Systemsicherheit im deutschen Stromnetz. Maßnahmen zur Optimierung des operativen Stromnetzbetriebs, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

Eichhorn, T. (2016): Kaufwerte für Flächen landwirtschaftlicher Nutzung und für Bauland, in: Statistische Monatshefte Niedersachsen, Jg. 70(11), 612-628.

Elsner, P./Fischedick, M./Sauer, D.-U. (2015): Flexibilitätskonzepte für die Stromversorgung 2050, Analyse aus der Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft, München.

Energie-Strategierat Weser-Ems (2015): Masterplan Energie 2020, Oldenburg, abrufbar unter: [https://www.energiecluster.de/pdf/masterplan\\_energie\\_weser-ems.pdf](https://www.energiecluster.de/pdf/masterplan_energie_weser-ems.pdf).

et-Redaktion (2018): Welche Klimaziele sind verpflichtend?, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 68 Jg. Heft 7/8, 43-44.

Expertenkommission (2018): Stellungnahme zum sechsten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2016, Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“, Berlin/Mannheim/Stuttgart, abrufbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/stellungnahme-der-expertenkommission-zum-sechsten-monitoring-bericht.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=8](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/stellungnahme-der-expertenkommission-zum-sechsten-monitoring-bericht.pdf?__blob=publication-File&v=8).

Fachagentur Windenergie an Land (2018a): 5. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin.

Flaute, M./Großmann, A./Lutz, C. (2016): Gesamtwirtschaftliche Effekte von Prosumer-Haushalten in Deutschland, in: GWS Discussion Papers 2016/5, Osnabrück.

Frondel, M. (2017): Deutschlands Klimapolitik: Höchste Zeit für einen Strategiewechsel, in: RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung (Hg.): Diskussionspapier (Heft 117), Essen.

Frondel, M. (2018): Die Verteilung der Kosten des Ausbaus der Erneuerbaren, in: Zeitschrift für Energiewirtschaft, Vol. 42(2), 103-116.

Forum für Zukunftsenergien e. V. (2018): Kosten und Finanzierung der Energiewende, Schriftenreihe des Kuratoriums Band 11, Berlin.

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. (2014): Kosten und Nutzen der Energiewende. Versteckte Kosten konventioneller Energien und Nettonutzen bis zum Jahr 2050, Factsheet im Auftrag von Greenpeace Energy eG, Berlin.

Gawel, E./Lehmann, P./Korte, K. et al. (2014): Die Zukunft der Energiewende in Deutschland, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Jg. 64; Nr. 4, 37-43.

Germanwatch e.V. (2011): Warum sich die Energiewende rechnet: Eine Analyse von Kosten und Nutzen der Erneuerbaren Energien in Deutschland, Bonn.

Göke, L./Kittel, M./Kempf, C. & et al. (2018): Erfolgreicher Klimaschutz durch zügigen Kohleausstieg in Deutschland und Nordrhein-Westfalen, in: DIW Wochenbericht Nr. 33/2018, 702-711, abrufbar unter: 10.18723/diw\_wb:2018-33-1.

Greenpeace (2015): Risiken durch Fracking. Stellungnahme zur Erschließung unkonventioneller Gasvorkommen durch Hydraulic Fracturing, abrufbar unter: <https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/risiken-durch-fracking.pdf>.

- Henning, H.-M./Palzer, A. (2015): Was kostet die Energiewende? Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems bis 2050, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (IEE), Freiberg.
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft Energie Verkehr und Landesentwicklung (2017): Faktenpapier Windenergie in Hessen: Landschaftsbild und Tourismus. Bürgerforum Energieland Hessen, Wiesbaden.
- Jaeger, C. C./Jaeger, J. (2010): Warum zwei Grad?, in: Aus Politik und Zeitgeschichte 32-33, 7-15.
- Jashari, A./Lippelt, J./von Schickfus, M.-T. (2018): Unerwartet schnell fallende Preise für Wind- und Solarenergie, in: Ifo Schnelldienst, Jg. 71(02/2018), 60-67.
- Kahla, F./Holstenkamp, L./Müller, J. R./Degenhart, H. (2017): Entwicklung und Stand von Bürgerenergiegesellschaften und Energiegenossenschaften in Deutschland, in: Leuphana Universität Lüneburg (Hg.): Arbeitspapierreihe Wirtschaft & Recht 27, Lüneburg.
- Kemfert, C./Gawel, E./Fischedick, M. et al. (2018): Klimaziel 2020 verfehlt: Zeit für eine Neuausrichtung der Klimapolitik?, in: Ifo Schnelldienst, Jg. 71 (01/2018), 3-25.
- Klagge, B./Arbach, C. (Hrsg.) (2013): Governance-Prozesse für erneuerbare Energien, Arbeitsbericht 5 der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover.
- Kröcher, U./Scheele, U. (2015): Energieregion Weser-Ems. Struktur, Entwicklung und Perspektiven der energiewirtschaftlichen Potenziale, Studie im Auftrag des Oldenburger Energieclusters OLEC und der Stadt Oldenburg, Oldenburg.
- Kühne, O./Weber, F. (Hrsg.) (2018): Bausteine der Energiewende, Wiesbaden: Springer VS.
- Landkreis Aurich (2018): Regionales Raumordnungsprogramm 2018. Beschreibende Darstellung, Aurich.
- Landkreis Emsland (2015): 1. Änderung des Regionalen Raumordnungsprogramms 2010 für den Landkreis Emsland (Sachlicher Teilabschnitt Energie), Nordhorn.
- LBEG Landesamt für Bergbau Energie und Geologie (2018): Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 2017, abrufbar unter: [www.lbeg.niedersachsen.de](http://www.lbeg.niedersachsen.de) => Energie und Rohstoffe => Energierohstoffe Erdöl und Erdgas.
- Lieblang, L. A. (2018): Ein Jahr danach: Erste empirische Ergebnisse der Ausschreibungen für Windenergie an Land gemäß EEG 2017, in: Zeitschrift für Energiewirtschaft, abrufbar unter: <https://doi.org/10.1007/s12398-018-0232-4>
- Matthes, F. C. (2016): Eingesparte Kosten für Energieimporte im Jahr 2015 und die Innovationseffekte durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland, Öko-Institut, Berlin.

- Matthes, F. C./Flachsbarth, F./Vogel, M. (2018): Dezentralität, Regionalisierung und Stromnetze. Meta-Studie über Annahmen, Erkenntnisse und Narrative für die Renewables Grid Initiative (RGI), Öko-Institut, Berlin.
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2018): Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 2017, Hannover.
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt Energie Bauen und Klimaschutz (2018): Energiewendebericht 2018, Hannover.
- NIT Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH (2014): Einflussanalyse Erneuerbare Energien und Tourismus in Schleswig-Holstein, Kurzfassung der Ergebnisse, Kiel.
- Peter, M./Bertschmann, D./Lückge, H. (2017): Metastudie nationale Energieszenarien und deutsche Energiepolitik, in: Climate Change (27/2017), hg. von Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Renn, O. (Hrsg.) (2017): Das Energiesystem resilient gestalten: Szenarien – Handlungsspielräume – Zielkonflikte, in: Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft, München.
- Ried, J./Braun, M./Dabrock, P. (2017): Energiewende: Alles eine Frage der Partizipation? Governance-Herausforderungen zwischen Zentralität und Dezentralität, in: Zeitschrift für Energiewirtschaft, Vol. 41 (3), 203-212.
- Roland Berger (2017): Abschlussbericht Dialog Energiewende und Industriepolitik, Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Berlin.
- Scheele, U. (2014): „Winning hearts and minds“ Akzeptanzförderung im Netzausbau durch Ausgleichszahlungen an Kommunen?, in: KommunalPraxis Spezial(4), 37-47.
- Schreier, N./Diez, W. (2015): Elektromobilität – Auswirkungen auf die Beschäftigung im After Sales, abrufbar unter: [https://www.emobil-sw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/After-Sales-Studie\\_RZ\\_Web.pdf](https://www.emobil-sw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/After-Sales-Studie_RZ_Web.pdf).
- Steffen, W./Rockström, J./Richardson, K. et al. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene, in: PNAS, 115(33), 8252–8259, abrufbar unter: <http://www.pnas.org/content/115/33/8252>.
- Timpe, C./Bauknecht, D./Flachsbarth, F./Koch, M. (2018): Transparenz Stromnetze. Stakeholder-Diskurs und Modellierung zum Netzausbau und Alternativen, hg. vom Öko-Institut, Freiburg.
- Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages (2017): Das „deutlich unter Zwei-Grad“-Ziel. Die Begrenzung der Erderwärmung auf 2 oder sogar 1,5 Grad Celsius. Nr. 27/17 Berlin.
- Umweltbundesamt (2018): Erneuerbare Energien in Deutschland. Daten zur Entwicklung im Jahr 2017, Hintergrundpapier, abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erneuerbare-energien-in-deutschland-2017>.