# Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse Handlungsfeld „Energie“

## Regionales Entwicklungskonzept für die Landesentwicklungsachse A 23 / B 5


**Verfasser:** ***Institut Raum & Energie***

**Dr. Michael Melzer**

**Katrin Fahrenkrug**


Stand: 15.08.2011


**Förderung:**

ZUKUNFTSprogramm Wirtschaft

*Investition in Ihre Zukunft*

Gefördert durch die Europäische Union, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), den Bund und das Land Schleswig-Holstein

# Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse Handlungsfeld „Energie“ im Rahmen des REK für die Landesentwicklungsachse A 23 / B 5

**Beauftragtes Gutachterteam:**

**Raum & Energie**
Institut für Planung, Kommunikation und Prozessmanagement GmbH
Hafenstraße 39, 22880 Wedel
Tel: 04103 - 160 41
Fax: 04103 - 29 81
Mail: institut@raum-energie.de
Web: www.raum-energie.de

**Georg & Ottenströer**
Immobilienwirtschaft | Regionalökonomie GbR
Bei den Mühren 70, 20457 Hamburg
Tel: 040 - 63 70 78 21
Fax: 040 - 41 33 88 34
Mail: info@georg-ic.de
Web: www.georg-ic.de

**Gertz Gutsche Rümenapp**
Stadtentwicklung und Mobilität GbR
Ruhrstraße 11, 22761 Hamburg
Tel: 040 - 85 37 37 41
Fax: 040 - 85 37 37 42
Mail: info@ggr-planung.de
Web: www.gertz-gutsche-ruemenapp.de

**Verfasser:**

*Institut Raum & Energie*

Dr. Michael Melzer

Katrin Fahrenkrug

**Das REK A 23 / B 5 wird gefördert mit Mitteln aus dem**

ZUKUNFTSprogramm Wirtschaft
*Investition in Ihre Zukunft*

Gefördert durch die Europäische Union, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), den Bund und das Land Schleswig-Holstein

# Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse Handlungsfeld „Energie“

## Inhalt

**1. Zusammenfassende Thesen** 2
**2. Windkraft** 4
2.1 Energieerzeugung einschließlich Wartung und Versorgung der Anlagen 4
**3. Energietransport / Netzinfrastruktur** 7
3.1 Grundsätzliche Aufgabenstellung 7
3.2 Höchstspannungsnetz 8
3.3 Hochspannungsnetz 10
3.4 Mittel- und Niederspannungsnetz 11
3.5 Exkurs: Smart Grids und Super Grids 12
**4. Energiespeicher** 13
4.1 Wasserstoffspeicherung 13
4.2 Druckluftspeicher 15
4.3 Batteriespeicherung 15
**5. Ergänzende Zukunftstechnologien** 17
5.1 Ausgangslage 17
5.2 Potenziale 17
5.3 Handlungsbedarfe / Hemmfaktoren 17
**6. Gas und Fernwärme** 18
6.1 Gasnetz 18
6.2 Fernwärmenetz 19
**7. Biomasse und Biogas** 20
7.1 Ausgangslage 20
7.2 Potenziale 21
7.3 Handlungsbedarfe / Hemmfaktoren 21
**8. Solarenergie** 22
8.1 Ausgangslage 22
8.2 Potentiale 22
8.3 Handlungsbedarfe 22
**9. Konventionelle Energieträger** 23
9.1 Ausgangslage 23
9.2 Potenziale 24
9.3 Handlungsbedarfe / Hemmfaktoren 24
9.4 Handlungsempfehlungen 25

# 1. Zusammenfassende Thesen

- ***Energie als regionale Kernkompetenz***

  Energie ist für die REK-Region einer der Bereiche / Kompetenzcluster mit den größten wirtschaftlichen Entwicklungs- und Wertschöpfungspotenzialen sowie endogenen Potenzialen / Fachkompetenzen. Dies betrifft vor allem die erneuerbaren Energien mit der Energieerzeugung sowie Entwicklungs- und Versorgungsinfrastruktur bei der Onshore- und Offshore-Windkraft, aber auch die konventionelle Energieerzeugung und die Standortqualität für energieintensive Industrie insbesondere an den Standorten Brunsbüttel, Heide, Lägerdorf sowie das bedeutsame Potenzial an Forschungs- und Entwicklungskapazitäten.

- ***Energie als Profilierungschance***

  Energie kann so ein wichtiger Faktor der regionalen Profilierung sein, der alle Teilräume einbezieht. Dies insbesondere, wenn die Kompetenz im Bereich Energieerzeugung durch imagebildende Anstrengungen in den Bereichen Energieeffizienz und E-Mobilität verbunden wird.

- ***Energie und maritime Wirtschaft als Kompetenzcluster***

  Energie verbindet sich über die Offshore-Technologie in hervorragendem Maße mit der maritimen Kompetenz der Region: Energiewirtschaft, Energieforschung und maritime Wirtschaft können so zu einem großen gemeinsamen Kompetenzcluster werden.

- ***Energie als Scharnier zu Hamburg***

  Energie kann auch ein zentrales Scharnier zur Metropole Hamburg werden: Für Testfelder und praktische Erprobung werden Standorte an der Westküste/in der Region benötigt. Hamburg benötigt als Umwelthauptstadt und zur Erreichung der gesetzten Klimaschutzziele “saubere Energien“. Diese werden in der Region bereit gestellt. Energienetze/Transporte aus der Region werden plausibel vielfach nach/über Hamburg gehen.

- ***Leitungsnetze als zentrale und längerfristige regionale Aufgabe***

  Angemessen leistungsfähige und verträgliche Transportwege (hier nicht Straßen, sondern Leitungsnetze) werden in den nächsten Jahren zur größten Herausforderung der Entwicklung und Nutzung erneuerbarer Energien gerade an der Westküste von Schleswig-Holstein werden. Der hier erzeugte Strom muss zu den Verbrauchern in den Ballungsräumen Hamburg, Ruhr etc. transportiert werden. In Anbetracht der vorhandenen Kapazitäten und der Zeithorizonte für neue Leitungen (Hauptproblem Dauer Genehmigungsverfahren) ist mit Engpässen zu rechnen, die nur eine teilweise Nutzung der erzeugten Energie erlauben. Dies hat zwar zunächst keine unmittelbaren regionalwirtschaftlichen Nachteile, dürfte aber die volkswirtschaftliche Akzeptanz des weiteren Ausbaus der Windenergie stark belasten und auch zu erheblichen Verzögerungen und Planungs- sowie Investitionsunsicherheiten führen. Eine zeitnahe und verträgliche Lösung ist nur möglich, wenn eine frühzeitige, partizipative Abstimmung der Trassen mit Bund und Land gewährleistet ist. Dies ist nur durch ein (längerfristig politisch getragenes) regio-

nales Engagement vergleichbar derjenigen für die Verkehrstrassen realistisch. Eine solche Positionierung liegt im Interesse der ganzen Region, da alle Teilräume von der Problematik der Trassenführung betroffen sind und da durch ein solches regionales Engagement auch die Interessen der Kreise Dithmarschen und Nordfriesland im REK angemessen gewichtet werden.

- ***Hafenkooperation als längerfristige Aufgabe***

  Es ist auch eine konzertierte und beständige Anstrengung erforderlich, dass die Häfen an der Westküste – und damit die ganze Region – bei Versorgung und Wartung der Offshore-Windparks ihre Chancen sichern. Die etablierte Hafenkooperation ist dafür die Basis, die weiterhin die volle politische Unterstützung der ganzen Region und des Landes benötigt.

- ***Zukunftstechnologie Stromspeicherung als regionale Chance***

  Die – nicht regelbare und somit nicht verbrauchsgerechte - Schwankungsbreite der Stromerzeugung über erneuerbare Energien, insbesondere Windenergie, macht die Speicherung von Strom sehr interessant und beinhaltet bedeutsame Wertschöpfungspotenziale. Die Region ist aufgrund der Standortvorteile in der Erzeugung von Windenergie (vorhandene Netzstruktur mit einer Vielzahl von Einspeisepunkten) sowie der etablierten Forschungskapazitäten für die weitere Erforschung, Erprobung und Anwendung entsprechender Verfahren (Batteriespeicherung ebenso wie Umwandlung bzw. Speicherung als Wasserstoff oder Methangas) in besonderem Maße prädestiniert. Da es sich hierbei um anspruchsvolle Vorhaben mit aufwändigen Genehmigungsverfahren handelt, die eine überregionale Bedeutung haben, ist auch hier eine intensive regionale Kooperation vordringlich.

- ***Gewerbesteuer aus Offshore-Parks***

  Erneuerbare Energien können nicht nur wirtschaftliches Wachstum generieren, sondern auch einen bedeutsamen Beitrag zum Gewerbesteueraufkommen leisten. Bei dieser Frage ist zu erwarten, dass die Systematik im Offshore-Bereich noch nicht endgültig ausgebildet ist. Die aktuelle Regelung ist für die Region insgesamt nur begrenzt befriedigend, da über den Finanzausgleich alle Gemeinden in Schleswig-Holstein an der von Helgoland erhobenen Gewerbesteuer partizipieren, während die Infrastrukturanforderungen vor allem an der Westküste zu erfüllen sind.

- ***Energieeffizienz zur Imagebildung***

  Als „flankierendes“ und imagebildendes Element sollte die ganze Region ihre Kommunen motivieren, Energieeffizienz (z.B. über Nahwärmenetze) mit Priorität zu verfolgen und pilothaft Maßnahmen zur Einführung der E-Mobilität zu ergreifen. In der Region gibt es dazu gute lokale Ansätze und Entwicklungskapazitäten.

# 2. Windkraft

## 2.1 Energieerzeugung einschließlich Wartung und Versorgung der Anlagen

### 2.1.1 Ausgangslage

Die REK-Region ist bezüglich der Energieerzeugung, insbesondere der Stromerzeugung aus Windkraft, sowohl in Schleswig-Holstein als auch im bundesweiten Kontext hervorragend aufgestellt.

***Onshore***

Bereits im Jahr 2009 waren alleine in Nordfriesland etwa 600 Windkraftanlagen mit insgesamt 600 MW Leistung installiert.[1] In Dithmarschen waren Anfang 2010 (Stand 10.03.2010) 759 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 540 MW in Betrieb und insgesamt 970 WKAs mit einer Gesamtleistung von 955 MW genehmigt (Angaben inkl. Repowering)[2]. In Steinburg sind aktuell 240 Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von 340 MW genehmigt (Stand Jan. 2011)[3]. In Pinneberg ist die Stromerzeugung aus Windkraft zu vernachlässigen.

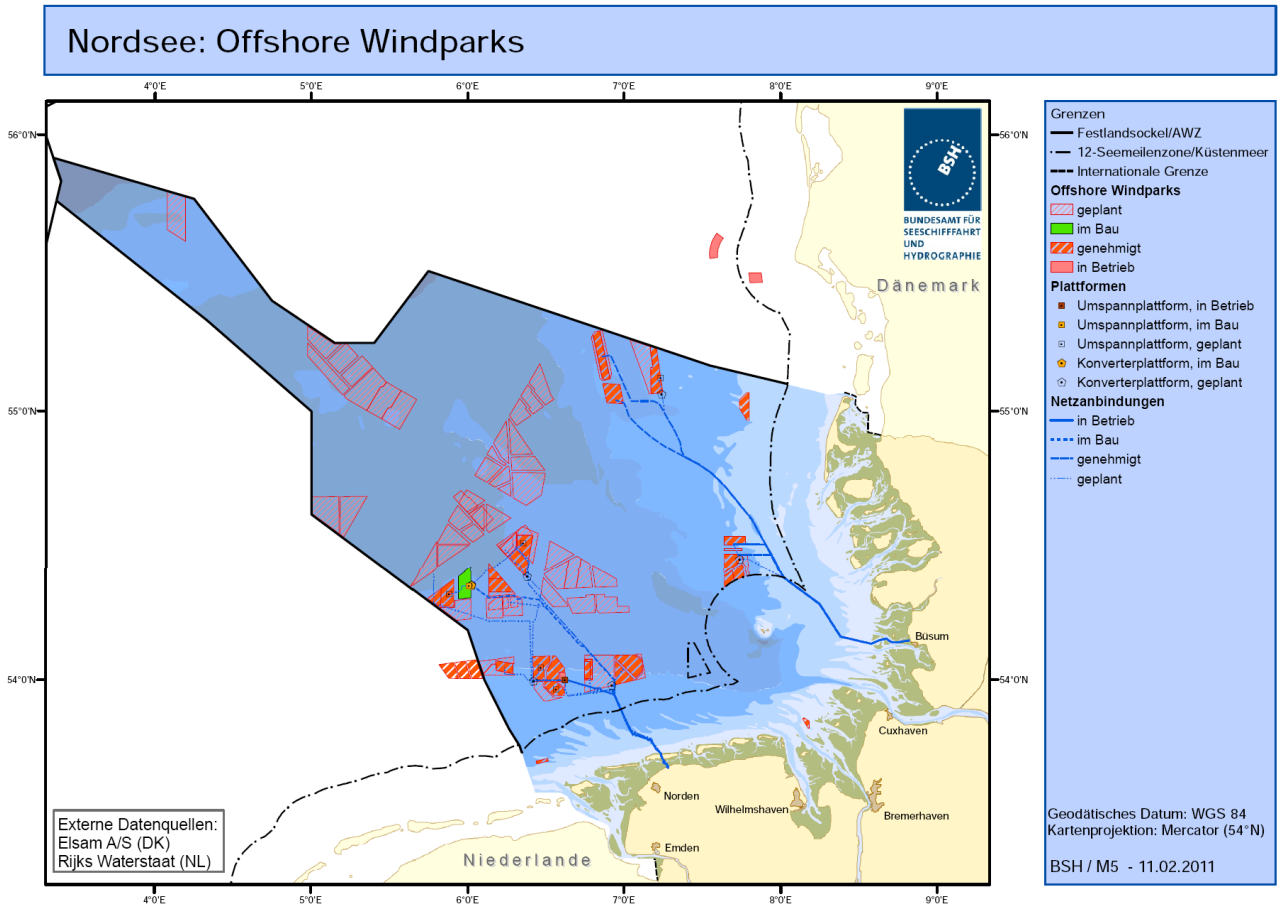
Nach Angaben der Landesregierung und der windcomm Schleswig-Holstein waren in den Firmen des Sektors Windenergie in Schleswig-Holstein schon im Jahr 2009 rund 7.000 Mitarbeiter beschäftigt, 3.000 davon allein im Kreis Nordfriesland.[4]

Windenergie trägt in einem hohen Maße zum Gewerbesteueraufkommen bei. Dies gilt auch für Windparks mit Firmensitz in anderen Regionen, da 70% der Gewerbesteuer auf das Anlage/Sachvermögen am Standort entfallen.

***Offshore***

**Windrad**
Quelle:
©iStockphoto.com/mevans

In der Nordsee wurden bereits siebzehn Offshore-Windparks genehmigt, davon sieben mit Netzanbindung in Schleswig-Holstein. Dies sind unter anderem die Parks des „Sylt-Clusters“ Sandbank 24, Butendiek, Dan Tysk und Nördlicher Grund sowie des „Helgoland-Clusters“ Amrumbank West, Nordsee Ost sowie Meerwind Süd und Ost. Die bereits genehmigten Windparks haben dabei eine maximale Leistung von 7,8 GW. Sie sollen über ein Gleichstromseekabel mit Anlandung in Büsum über den Netzeinspeisepunkt Büttel (Trasse bereits genehmigt) angeschlossen werden.[5]




**Genehmigte und geplante Windparks in der Nordsee**
Quelle: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/index.jsp

### 2.1.2 Wachstumspotenziale

#### *Onshore*

Der Netzbetreiber EON rechnet bis 2020 mit einer Verdrei- bis Vervierfachung der Windstromerzeugung in der Region, bedingt durch die Parallelität der Ausweisung neuer Eignungsgebiete und des Repowering.

#### *Offshore*

Laut der dena-Netzstudie II werden bis zum Jahr 2020 in der Nordsee Offshore-Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 12 GW installiert sein, alleine bis 2015 sollen demnach 7 GW Leistung installiert sein.[6]

Durch den Ausbau der Offshore-Windenergie bestehen für die Region neben dem Bau von Komponenten insbesondere Potenziale für eine langfristige Wertschöpfung durch die Errichtung der nötigen Infrastruktur für Service und Wartung der Offshore-Windparks. Das Wirtschaftsministerium in Schleswig-Holstein geht davon aus, dass in den nächsten Jahren im Bereich der Meeres-Windparks 10.000 neue Arbeitsplätze

entstehen.[7] Die Stiftung Offshore Windenergie geht sogar davon aus, dass ein langfristiger Beschäftigungseffekt von 20.000 bis 30.000 Arbeitsplätzen, vorrangig in den Küstenregionen, durch den Ausbau der Offshore-Windkraft eintritt.[8] Zudem werden pro errichtetem Windpark die Investitionen in Infrastruktur und Technik rund eine Milliarde Euro betragen und zusätzlich erhebliche Wertschöpfungspotenziale durch den Betrieb der Windparks und im Zuge von Service- und Wartungsaktivitäten generiert werden.[9]

Die Möglichkeiten, bei der Errichtung der Windparks (dem Bau von Komponenten) zu partizipieren, erfordern allerdings kurzfristig starke Anstrengungen. Hier haben sich Standorte in Niedersachsen und im Ausland in der Vergangenheit besser positioniert.

***Dies zeigt eindrucksvoll, wie wichtig eine klare regionale Positionierung – und dann eine konsequente Unterstützung und Förderung durch das Land – für die Wahrnehmung der gegebenen Entwicklungschancen ist!***

Große Bedeutung kommt hier der Entwicklung und Profilierung der Häfen zu. Als ein geeigneter Standort bietet sich im Untersuchungsgebiet zunächst Brunsbüttel, Kreis Dithmarschen, an. Die Hafenfläche eignet sich hinsichtlich der Flächenansprüche auch für das Handling von Großkomponenten. Zum anderen eignet sich der Hafen als Montagestützpunkt (Offshore-Base) für die Offshore-Windparks. So schätzt Wirtschaftsminister Jost de Jager, dass bei einem Ausbau Brunsbüttels als Produktions- und Logistikstandort dort etwa 1.000 Arbeitsplätze entstehen könnten.[10] In der windcomm-Studie wurden weiter die Häfen Büsum, Dithmarschen und Husum, Nordfriesland (allerdings gehandikapt durch Tideabhängigkeit) als potenzielle Servicebasishäfen bzw. Versorgungshäfen für mittlere Komponenten identifiziert. Dabei wäre Büsum als Basishafen für die direkte Versorgung Helgolands prädestiniert und Husum könnte die Serviceplattformen im Sylt- und Helgolandcluster auch mit mittleren Komponenten versorgen. Beide Standorte liegen nicht nur in geringer Distanz zu den geplanten Offshore-Windparks sondern verfügen auch über eine gute Verkehrsanbindung zum Fernverkehr sowie vorhandenen Flughäfen und können somit als vielversprechende Standorte für Servicezentren betrachtet werden.

Bezüglich des Windparks Meerwind, der sich hinsichtlich Wartung und Service bereits in der Standortplanung befindet, wird derzeit eine Basisstation auf Helgoland (Kreis Pinneberg) geplant.[11] Dort hat der Bund im August 2010 den Binnenhafen und bebaubare Flächen im Süden der Insel übertragen. Dort sollen die Kaianlagen ausgebaut werden sowie Hallen und Büros entstehen, wodurch bis zu 50 Arbeitsplätze entstehen sollen.[12]

Zudem kommen als Versorgungshäfen für Schnellläufer aufgrund ihrer geringen Distanz zum Sylt- und Helgolandcluster zusätzlich Hörnum und (mit geringerer Priorität) List auf Sylt, Wyk auf Föhr, Dagebüll und Nordstrand (alle Nordfriesland) in Betracht und bieten somit weitere Standortpotenziale für die REK-Region bezüglich der Versorgung der Offshore-Windparks.[13] Entscheidend ist dafür, dass mit der begonnenen Hafenkooperation eine transparente und verbindliche Prioritätensetzung erreicht wird.

Bei der Frage des Gewerbesteueraufkommens ist zu erwarten, dass die Systematik im Offshore-Bereich noch nicht endgültig ausgebildet ist. Die aktuelle Regelung ist

für die Region insgesamt nur begrenzt befriedigend, da über den Finanzausgleich alle Gemeinden in Schleswig-Holstein an der von Helgoland erhobenen Gewerbesteuer partizipieren, während die Infrastrukturanforderungen vor allem an der Westküste zu erfüllen sind.

### 2.1.3 Handlungsbedarfe und erste Handlungsempfehlungen

Bisher erfolgt die Fertigung und Verschiffung von Bauteilen für die Offshore-Windparks weitgehend an Standorten in Dänemark, den Niederlanden, Niedersachsen und Bremerhaven. Hier bestehen dringende Handlungsbedarfe in der Region, um gegenüber diesen Standorten nicht weiter auch im Bereich Wartung und Versorgung ins Hintertreffen zu geraten. [14]

Da sich die genehmigten Offshore-Windparks zum größten Teil noch nicht in der Feinplanung hinsichtlich der Standortwahl für die Wartungs- und Servicehäfen befinden, können sich die in Frage kommenden Standorte an der Westküste Schleswig-Holsteins noch positionieren. Hierfür müssen die infrastrukturellen Voraussetzungen geschaffen werden und der jeweilige Standort aktiv durch die lokale Politik und Wirtschaft beworben werden. Dazu ist eine verbindliche interkommunale Abstimmung vordringlich, um die vorhanden Potenziale optimal zu nutzen, Fördermittel und Investitionen zu konzentrieren und nicht durch gegenseitigen Wettbewerb die Chancen für die Gesamtregion zu mindern.

Die Maßnahmen müssen jedoch zeitnah erfolgen, da die Nutzung und der Ausbau von Kajen, Flächen und Hallen auf ihre Realisierbarkeit hin überprüft werden müssen und weitere Planungen eine gewisse Vorlaufzeit in Anspruch nehmen. Es gibt eine weitverbreitete Experteneinschätzung, dass bereits 2011 der point of no return für die Positionierung Schleswig-Holsteins ist.

# 3. Energietransport / Netzinfrastruktur

## 3.1 Grundsätzliche Aufgabenstellung

Da nur ein geringer Teil der zu erwartenden Energieerzeugung (EE-Erzeugungsschwerpunkte Nordfriesland und Dithmarschen) in der Region verbraucht werden wird, kommt dem Energietransport eine zentrale Bedeutung bei. Die aktuellen Netzkapazitäten sind darauf noch in keiner Weise vorbereitet und müssen zeitgerecht bereit gestellt werden. Dies ist jedoch allenfalls für Durchschnittswerte rentierlich und realistisch. Deshalb werden flankierend auch neue Speichertechnologien entwickelt werden müssen.

Grundsätzlich gilt jedoch, dass ohne neue (Höchstspannungs-) Leitungen kein effizienter Transport des Stromes zum Verbraucher in den südlichen Ballungsräumen möglich ist. Derartige Leitungen – insbesondere als Freileitungen - stoßen jedoch ihrerseits immer wieder auf Widerstände und beanspruchen sehr lange Genehmigungszeiträume. (Die Netzbetreiber können aber die Kosten der teureren Erdverkabelung nur umlegen, wenn sie dazu durch den Gesetzgeber verpflichtet werden.)

Die Region wird gemeinsam von der Entwicklung profitieren und sollte sich deshalb auch gemeinsam für die zügige und verträgliche Realisierung von Trassen entlang der neuen Verkehrsachse an der Westküste und verbindend zur A 7 einsetzen. Sie könnte sich dabei als Pilotregion für innovative Abstimmungsverfahren profilieren.

## 3.2 Höchstspannungsnetz

### 3.2.1 Ausgangslage

Das Höchstspannungsnetz hat eine Spannung von 380 bzw. 220 kV und verteilt die in den Großkraftwerken erzeugte Energie in Deutschland und ist zudem mit dem europäischen Verbundnetz gekoppelt.

Das Höchstspannungsnetz in Schleswig-Holstein wird durch die TenneT TSO GmbH betrieben. Zurzeit bestehen in der REK-Region 380-kV-Höchstspannungsleitungen vom Umspannwerk Audorf über Itzehoe nach Brunsbüttel und von Brunsbüttel nach Hamburg Nord sowie von Brokdorf zum Umspannwerk Dollern (Niedersachsen). Zudem besteht eine 220-kV-Leitung von Itzehoe nach Quickborn sowie eine 220-kV-Leitung von Hamburg Nord nach Dollern.[15]

**Freileitung 380-kV-Mast (Tragmast)**
Quelle: TenneT TSO GmbH

**Elbquerung der Trasse Hamburg/Nord-Dollern**
Quelle: Katrin Gottschalk

Auf Höchstspannungsebene zielt das 2009 in Kraft getretene Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) darauf ab, die Übertragungsnetze für die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien auszubauen und anzupassen. Für das Untersuchungsgebiet ist dabei der Neubau der 220-kV-Höchstspannungsleitung Kassø (DK) – Hamburg Nord – Dollern als relevantestes Projekt zu nennen. Für die 45 km lange Verbindung Hamburg Nord – Dollern wurde durch das EnLAG ein vordringlicher Ausbaubedarf festgestellt[16] und derzeit (Stand: Dezember 2010) läuft das Planfeststellungsverfahren. Die bestehende 220 kV-Leitung soll durch eine leistungsstärkere 380 kV-Leitung ersetzt werden, die auf der bisherigen Trasse durch den Kreis Pinneberg verlaufen soll.

Bezüglich der Netzanbindung der Offshore-Windparks plant der Netzbetreiber TenneT diese mit Hochspannungsgleichstromverbindungen (HGÜ) an das Höchstspannungsnetz anzuschließen.

So plant die Gesellschaft durch ihre Tochter TenneT Offshore GmbH die Errichtung einer 576 MW starken Netzanbindung für Windparks nahe Helgoland im Projekt HelWin1, die für das Jahr 2013 vorgesehen ist. Von dort aus wird die HGÜ-Verbindung mittels 85 km Seekabel bis Büsum und von dort aus via 45 km Landkabel bis zum Umspannwerk Büttel führen, wo der Strom in das Höchstspannungsnetz eingespeist werden soll.[17] Auch die Netzanbindung des Windparks vor Sylt (Offshore-Plattform SylWin) wird Offshore in diese HGÜ-Verbindung münden, so dass auch der dort erzeugte Strom im Umspannwerk Büttel in das Höchstspannungsnetz eingespeist wird.[18]

**Seeverlegung; Netzanschluss alpha ventus**
Quelle: TenneT TSO GmbH

**Transformatorstation BorWin alpha**
Quelle: TenneT TSO GmbH

### 3.2.2 Handlungsbedarfe und erste Handlungsempfehlungen

Die Notwendigkeit, den Bau einer neuen Höchstspannungsleitung an der Westküste ab 2020 zur Weiterleitung des dort erzeugten Windstroms zu den Verbrauchsschwerpunkten in Süd- und Westdeutschland in Angriff zu nehmen,[19] steht im Prinzip außer Frage. Allerdings bestehen noch erhebliche Schwierigkeiten hinsichtlich der notwendigen Planfeststellungsverfahren.

Beispiel: Gegen den Ausbau der Trasse Hamburg Nord – Dollern, die auch durch den Kreis Pinneberg führt, protestieren neben einer Quickborner Bürgerinitiative auch die lokale Politik und Verwaltung.[20] Der Ausbau wird jedoch unumgänglich sein, da die Netzverbindung Hamburg Nord – Dollern nach dem EnLAG einen vordringlichen Ausbaubedarf hat. Die zuständige Behörde für die Planfeststellung ist der Landesbetrieb für Straßenbau und Verkehr in Kiel, bei welcher die letztliche Entscheidung über den Bau der Trasse liegt. Jedoch werden die Träger öffentlicher Belange sowie der Vorhabenträger und betroffene Anlieger in Erörterungsterminen gehört.[21] Daher müssen sich der Netzbetreiber TenneT TSO, die Bürger sowie Politik und Verwaltung an einen Tisch setzen, um mögliche Alternativen (Erdverkabelung, Änderung der Trassenführung) hinsichtlich ihrer ökonomischen und ökologischen Vor- oder Nachteile gegenüber der geplanten Freileitung zu prüfen.

Zudem soll der Strom aus den Offshore-Windparks im in Bau befindlichen Umspannwerk in Büttel in das Höchstspannungsnetz eingespeist werden. Es gilt zu prüfen, ob dadurch weiterer Ausbaubedarf an Höchstspannungsleitungen erforderlich wird oder eine Einspeisung in die Verbindung Brunsbüttel – Hamburg Nord vorgesehen ist und welche Auswirkungen dies auf die Verbindung hätte. Hierbei gilt es zu beachten, dass die Netzkapazitäten in diesem Streckenabschnitt auch in hohem Maße von der weiteren Entwicklung bezüglich des Kernkraftwerks und der angedachten Investitionen in Kohlekraftwerke in Brunsbüttel abhängen. Das KKW Brunsbüttel wird nicht wieder ans Netz gehen, dagegen werden zwei 900 MW-Kohlekraftwerksblöcke gebaut werden (SüdWestStrom), was in etwa der doppelten Einspeise-Kapazität des KKW-Brunsbüttel (Netto-Nennleistung 770 MW) entspricht. Hinzu kommen die On- und Offshore-Kapazitäten aus EE sowie die Planung einer "Westküsten"-Höchstspannungsleitung mit 380 KV von der dänischen Grenze bis Brunsbüttel, die dann dort zusätzlich in die bestehenden Höchstspannungsleitungen münden würde. Die große Frage ist, ob die Kapazitäten dieser bestehenden Höchstspannungsleitungen dann noch ausreichen.

Hier sollte die REK-Region als ein Hauptbetroffener eine gemeinsame Positionierung gegenüber Bund und Land anstreben.

## 3.3 Hochspannungsnetz

### 3.3.1 Ausgangslage

Das Hochspannungsnetz arbeitet mit einer Spannung von 110 kv und dient der Versorgung von Großbetrieben als auch Ballungszentren. Es bezieht seine Energie entweder direkt aus Kraftwerken, die nicht in das Höchstspannungsnetz einspeisen oder über Umspannwerke, die den Strom aus dem Höchstspannungsnetz umwandeln.

Das Hochspannungsnetz wird in Schleswig-Holstein von der E.ON Netz betrieben.

Der Netzbetreiber E.ON Netz konstatierte beispielweise in der Netzregion Dithmarschen bereits 2010 Windkraftanlagen mit einer Windkraftleistung von etwa 850 MW. Da der Stromverbrauch der Region weit unter diesen Werten liegt, muss bei starkem Wind Strom in die verbrauchsstärkeren Gebiete geleitet werden. Bislang geschieht dies über zwei 110-kV-Leitungen zwischen Heide und Ostermoor sowie Heide und Itzehoe. Bis 2010 wurden etwa 490 MW mehr Windkraftkapazität installiert als mit den bisherigen Hochspannungsleitungen abtransportiert werden kann.

**Trassenverlauf der Hochspannungsleitung Breklum-Flensburg**
Quelle: E.ON Netz GmbH

Um diese Lücke zu schließen, plante E.ON Netz den Bau einer rund 32 km langen 110-kV-Freileitung zwischen Heide und Pöschendorf. Diese Planung wurde zwischenzeitlich eingestellt.[22]

In der Netzregion Nordfriesland rechnete E.ON Netz bereits 2010 mit einer Windkraftleistung von nahezu 1.000 MW. Die ausfallgesicherte ("n-1-sichere") Übertragungskapazität von 310 MW der bestehenden zwei 110-kV-Leitungen zwischen Niebüll und Flensburg sowie Husum und Audorf reicht somit längst nicht mehr aus. Bis 2010 wird voraussichtlich 670 MW mehr Windkraftkapazität installiert sein als mit den heutigen Hochspannungsleitungen abtransportiert werden kann. Daher baut der Netzbetreiber E.ON seit September 2010 eine etwa 27 km lange 110-kV-Freileitung zwischen Breklum und Flensburg. Damit wird die sichere Übertragungskapazität in Nordfriesland von 310 MW auf über 1.000 MW erhöht und somit ein sicherer Netzbetrieb weiterhin gewährleistet.[23]

### 3.3.2 Potenziale

Durch einen bedarfsgerechten Netzausbau kann gewährleistet werden, dass der Strom aus den Onshore-Windkraftanlagen vollständig in das Netz eingespeist wird und nicht durch das Einspeisemanagement Windenergieanlagen gedrosselt werden müssen und so faktisch Energie verloren geht.

### 3.3.3 Handlungsbedarfe

Es ist zu klären, wie nach dem Verzicht auf den Netzausbau Heide-Pöschendorf ein sicherer Netzbetrieb für die Netzregion Dithmarschen gewährleistet werden kann bzw. wie überschüssiger Strom aus EE abgeleitet werden kann, ohne die Erzeugung maßgeblich drosseln zu müssen.

## 3.4 Mittel- und Niederspannungsnetz

### 3.4.1 Ausgangslage

Das Mittelspannungsnetz wird durch Umspannwerke aus dem Hochspannungsnetz bedient. Die Mittelspannung kann zwischen 5 und 40 kv liegen und die Leitungen versorgen entweder Industriebetriebe direkt oder führen zu den Ortsnetztrafostationen, die die elektrische Energie auf Niederspannung (230 oder 400 Volt) transformieren und anschließend über Niederspannungsleitungen die Haushalte bedienen ( Der Bayer Industriepark und das Yara-Werk in Brunsbüttel werden direkt über das Hochspannungsnetz versorgt).

Größter Netzbetreiber im Bereich des Mittel- und Niederspannungsnetzes in Schleswig-Holstein ist aktuell die 2010 gegründete Schleswig-Holstein Netz AG. Nach der Zielsetzung bei Gründung sollen Anteilseigner zu 49.9% die Kommunen und zu 50.1% die E.ON Hanse AG sein, die ihrerseits zu 73.82% der E.ON Energie AG und zu 26.18% 11 Landkreisen in Schleswig-Holstein gehört (allerdings steht die letzt-

endliche Beteiligungsverteilung noch nicht fest, da sich mehrere Kommunen gegen eine Beteiligung entschieden haben). Durch die Schleswig-Holstein Netz AG werden rund 50% der Bevölkerung auf etwa 85% der Fläche Schleswig-Holsteins versorgt. Die übrigen Netze liegen in der Hand von Stadt- und Gemeindewerken.[24]

### 3.4.2 Potenziale

Im Rahmen der allgemeinen Verstärkung des Mittelspannungsnetzes ergeben sich insbesondere für die Kommunen Potenziale. So wird beispielsweise zwischen dem Umspannwerk Meldorf und Nindorf von der Schleswig-Holstein Netz AG ein neues 20 kV-Mittelspannungs-Erdkabel und gleichzeitig ein Lichtwellenleiter-Leerrohr verlegt. Die anliegende Gemeinde Wolmersdorf nutzt die Bauarbeiten, um die Verkabelung ihrer Straßenbeleuchtung auszutauschen. Zusätzlich werden 1,5 km Freileitungen außer Betrieb genommen und durch Erdkabel ersetzt.[25]

### 3.4.3 Handlungsbedarfe

Insbesondere auf Ebene der Mittel- und Niederspannungsnetze steht die Einspeisung Erneuerbarer Energien aus dezentralen Anlagen im Fokus. Die Landesregierung muss die Versorgungssicherheit gemäß der Energieaufsicht gewährleisten. Die Optimierung, Verstärkung und der Ausbau der Netze obliegt den lokalen Netzbetreibern.[26] Die Schleswig-Holstein Netz AG sieht alleine an der Westküste Schleswig-Holsteins einen Aus- bzw. Neubaubedarf von 13 Umspannwerken schon im Jahr 2011, um Strom aus den Erneuerbaren Energien zu integrieren (2010 lagen allein in den ersten sieben Monaten 7000 Anträge auf Einspeisung Erneuerbarer Energien vor, gegenüber 2600 Anträgen im gesamten Jahr 2008).[27]

Ein weiterer Handlungsbedarf besteht in der Umrüstung der Trafo-Stationen auf bidirektionale Stromversorgung, d. h. die Stationen müssen sowohl die Versorgung als auch die "Entsorgung", also Ableitung nicht direkt verbrauchten Stroms aus dem EE-Bereich verarbeiten zu können.

## 3.5 Exkurs: Smart Grids und Super Grids

Unter Smart Grid versteht man die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Stromerzeugern, Speichern, elektrischen Verbrauchern und Netzbetriebsmitteln in Übertragungs- und Verteilungsnetzen mit Hilfe moderner Kommunikationstechnologien mit dem Ziel eines wechselwirkend optimierten Einsatzes von Energieressourcen.

Im Bereich der Nordsee herrscht zudem die Vision eines Super Grids, welches vor allem den Strom aus den Offshore-Windenergieanlagen über große Entfernungen an die Verbraucher in Europa verteilt. Zudem soll durch eine weite geographische Ausdehnung von Großbritannien bis Norddeutschland oder der Wasserkraft Norwegens durch Deutschland bis zur Wasserkraft der Alpen Produktionsschwankungen minimiert werden. Ein solches Super Grid würde mit Gleichstrom arbeiten, um die Ener-

gie verlustarm über weite Strecken transportieren zu können. Am 3.12.2010 wurde durch die zehn Nordsee-Anrainer in Brüssel ein Memorandum of Understanding für eine Nordsee-Offshore-Initiative unterzeichnet. Durch diese soll ein Offshore-Windenergienetz in der Nordsee vorangetrieben werden indem die Offshore-Windparks miteinander und mit den Nordseeanrainer-Staaten vernetzt werden.[28]

# 4. Energiespeicher

## 4.1 Wasserstoffspeicherung

### 4.1.1 Ausgangslage

Nach einer Studie im Auftrag des Wirtschaftsministeriums in Schleswig-Holstein kann von den großen Stromspeichern – Druckluft-, Pump- oder Wasserstoffspeicher – nur die chemische Energiespeicherung durch Wasserelektrolyse ausreichende Kapazität bieten, um in Großspeichern relevante Überschüsse zu speichern. Hierbei soll überschüssiger Windstrom benutzt werden, um Wasser elektrolytisch in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff zu zerlegen. Während der erzeugte Sauerstoff industriell verwendet werden kann, ist der Wasserstoff ein sehr kompaktes Speichermedium. Pro Kubikmeter kann er 100-mal mehr Energie speichern als das Wasser in einem Pumpspeicher, 30-mal mehr als Druckluft. Lagern ließe sich das komprimierte Gas untertage in großen Salzkavernen, wie sie für die Speicherung von Erdgas auch in Deutschland genutzt werden.

| | | |
|---|---|---|
| **Pumpspeicher** | 1.970 MWh | 2GWh |
| **Druckluftspeicher** | 8.150 MWh | 8 GWh |
| **Wasserstoffspeicher** | 1.230.000 MWh | 1.230 GWh |

**Speicherbare Energie für Modell-Speicher mit jeweils 3.000.000 m³ Volumen**
Quelle: Crotogino, Hamelmann: Wasserstoff-Speicherung in Salzkavernen zur Glättung des Windstromangebots.

Der erzeugte Wasserstoff kann bei Bedarf rückverstromt oder – dem Erdgas beigemischt – in das Gasnetz eingespeist werden und könnte (als Langfristoption) aber auch im Verkehr genutzt werden. So ließen sich zwar nicht Schattenkraftwerke, wohl aber der sonst nötige noch massivere Netzausbau zum Ableiten der Windstrom-Spitzen vermeiden.[29]

### 4.1.2 Potenziale

Wasserstoff könnte nicht nur als Speichermedium dienen, sondern auch als Roh- und Brennstoff der Industrie zugeführt werden. Die Wasserstoff-Pipeline von der Raffinerie Hemmingstedt nach Brunsbüttel zeigt, dass dies bereits nach heutigem technischem Stand machbar ist. Zudem hat die Nutzung von mit regenerativen Energien

erzeugtem Wasserstoff durch die chemische Industrie einen deutlich besseren Wirkungsgrad als die Rückverstromung. Am Standort Brunsbüttel wird Wasserstoff in sehr großem Umfang von Yara, Sasol und Bayer als Grundstoff eingesetzt.

Die Nutzung des Wasserstoffs ist auch eng mit der Entwicklung von Brennstoffzellen zur Rückverstromung in der Energie- und Verkehrsbranche verknüpft. Auch wenn der Automobilsektor aktuell sehr stark auf die E-Mobilität setzt, experimentieren große Autobauer nach wie vor auch mit der Brennstoffzelle und Wasserstofftechnologie, Hier liegen Potenziale für die Region durch Forschung im Bereich der Wasserstoffelektrolyse und der Brennstoffzellen.[30]

Ebenfalls denkbar ist die Speicherung und Rückverstromung des Wasserstoffs in Salzkavernen mittels adiabater Druckluftspeicherung mit integriertem Wärmespeicher (Druckluftspeicherkraftwerke = CAES *Compressed Air Energy Storage).* Solche Anlagen sind bereits praxiserprobt (z.B. Huntdorf – Deutschland/EON oder McIntosh – USA). Der Nordsee-Küstenbereich bietet für diese Form der Energiespeicherung gute geologische Voraussetzungen. [31]

Eine weitere Option bilden Pumpspeicherkraftwerke. Ein solches ist ist in den Zementgruben in Lägerdorf in Planung.

### 4.1.3 Handlungsbedarfe und erste Handlungsempfehlungen

Bezüglich der Umwandlung von Strom aus Erneuerbaren Energien in Wasserstoff und dessen Rückumwandlung in Strom sind derzeit noch hohe Energieverluste festzustellen, was die Effizienz dieser Technologie massiv beeinträchtigt. So beträgt die Energieeffizienz bei der Wasserstoffelektrolyse einschließlich Rückverstromung derzeit zwischen 62 und 70 Prozent, es werden jedoch Potenziale bis zu 85 Prozent gesehen.[32] Auch wird es erst in einer Langfristoption möglich sein, geeignete Abnehmer für Wasserstoff zu finden, da die Technologie der Brennstoffzellen in der Verkehrsbranche erst am Anfang ihrer Erforschung steht und aufgrund der noch nicht gegebenen Serienreife für Privatfahrzeuge der Markt für Wasserstoff (an öffentlichen Tankstellen) sehr gering ist.[33]

Dennoch sollte sich die REK-Region dahin positionieren, dieses Zukunftsfeld zu besetzen und die Versorger zu entsprechenden Pilotvorhaben ermutigen.

Dabei wäre auch zu prüfen, ob diese Technologie sowohl für Offshore als auch Onshore-Strom zur Anwendung kommen soll oder ob im Offshorebereich die Einspeisung in das Netz Vorrang haben muss.

Allerdings sollte mit Vorrang die Nutzung des Wasserstoffs in der Industrie durch Modellvorhaben gefördert werden, da hier die besondere Standortgunst in Verbindung mit der vermutlich näher an der Wirtschaftlichkeit liegenden Anwendbarkeit eine gute Chance für die Region eröffnet.

## 4.2 Druckluftspeicher

### 4.2.1 Ausgangslage

In Norddeutschland sind Druckluftspeicher denkbar, die die Salzstöcke in der Norddeutschen Tiefebene als Energiespeicher nutzen: Mit Wasser lassen sich hier große Hohlräume ausspülen. Bei Stromüberangebot würde dann Luft komprimiert und unter hohem Druck in den Salzkavernen eingeschlossen. Steigt die Stromnachfrage, gewinnt man durch Entspannung der Druckluft in einer Turbine elektrische Energie zurück.

Nach Experteneinschätzung können Druckluftspeicher allerdings in naher Zukunft kaum größere Kapazitäten erschließen als die vorhandenen Pumpspeicher-Kraftwerke, rund sieben Gigawatt für die Dauer von sieben Stunden. Druckluftspeicher böten damit zwar eine Alternative für den Vorhalt wertvoller Regelenergie; angesichts der gegenwärtigen Ausbaupläne für Offshore-Windparks auf bis zu 25 Gigawatt werden sie das Speicherproblem nicht lösen können.

Für Druckluftspeicherkraftwerke (CAES) sind vor allem Salzkavernen mit Volumen über 500.000 m³ geeignet, die in geringer Tiefe (weniger als 800 m) liegen. Salzkavernen eignen sich besser zur schnellen Be- und Entladung als Aquifere. Geeignete Kavernen sind vor allem in Schleswig- Holstein und Niedersachen verfügbar und vereinzelt auch in südwestlichen Landesteilen von Mecklenburg-Vorpommern.[34]

### 4.2.2 Potenziale

Da diese Art der Energiespeicherung bisher noch nicht intensiv genutzt wurde und die geologischen Bedingungen in der Untersuchungsregion gegeben sind, bietet sich die Region als Entwicklungsstandort für diese Technologie an.

### 4.2.3 Handlungsbedarfe / Hemmnisse

Größere Sole-Mengen, die beim Aushöhlen der Kavernen anfallen, könnten zu Umweltbelastungen führen. Hinzu kommen konkurrierende Nutzungsinteressen, etwa zur Erdöl- und Erdgasspeicherung.

## 4.3 Batteriespeicherung

### 4.3.1 Ausgangslage

Man unterscheidet hauptsächlich zwischen Blei-Säure-Akkumulatoren und Lithium-Ionen-Akkumulatoren. Im Bereich der Erneuerbaren Energien unterstützen Blei-Säure-Akkumulatoren Photovoltaikanlagen, die als Inselsysteme betrieben werden. Der Vorteil der Blei-Säure-Batterien liegt vor allem in den geringen Kosten und der Breite möglicher Anwendungen. In einem Pilotprojekt in Bocholt in Nordrhein-Westfalen wurden zwei 1,5 MW-Windkraftanlagen erfolgreich mit einer 1,6 MW-Blei-

Säure-Batterie kombiniert, aus welcher zu Spitzenlastzeiten günstig Strom bereitgestellt werden kann. Die Speicherkapazität der Anlage, ohne die der Windpark in der relativ netzschwachen Region so nicht hätte gebaut werden können, beträgt 1,2 MWh.[35]

Lithium-Ionen-Batterien sollen zunehmend auch im Bereich der Erneuerbaren Energien genutzt werden. Lithium-Batterien lassen bei sehr hohen Energiedichten die größten Fortschritte hinsichtlich der Verlängerung der Lebensdauer der Batteriesystemen sowie der Kostenreduktion erwarten. Als Ziel wird bis 2012 eine Lebensdauer von 20, langfristig sogar von 40 Jahren angestrebt.[36] In Itzehoe werden aktuell Li-Batterien für die Kopplung mit PV-Anlagen zur Serienreife gebracht.

### 4.3.2 Potenziale

Eine Vor-Ort-Speicherung von Windkraftspitzen mittels Batteriespeicherung bietet für die Region durchaus Potenziale. Insbesondere das Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT) kann hier bedeutsame Forschungskompetenzen einbringen. Allerdings muss beachtet werden, dass mit dieser Technologie nur dezentral kleinere Speicherkapazitäten aufgebaut werden könnten. Dennoch kann diese Technologie mittelfristig – insbesondere in Verbindung mit der Entwicklung von smart grids (vgl. Ziffer 3.5) - erheblich zum regionalen Ausgleich des schwankenden Angebotes der Energie aus EE beitragen und so die Stromeinspeisung für überregionale Stromversorgung aus EE stabilisieren.

Zusätzliche Chancen verspricht eine Kombination dieser Forschung mit der Entwicklung der E-Mobilität.

### 4.3.3 Handlungsbedarfe / Hemmnisse

Um an den Entwicklungen bezüglich der Batteriespeicherung für Windkraft- aber auch Photovoltaikanlagen teilhaben zu können, müsste sich die Region dementsprechend positionieren. Dies muss durch Ausweisung von Testflächen und der Schaffung guter Ausgangspositionen für Forschungseinrichtungen geschehen. Als Hemmfaktor könnte sich allerdings erweisen, dass der Flächenverbrauch durch Windparks in der Region bereits recht hoch ist und die Potenziale für die Ausweisung neuer Testfelder daher begrenzt erscheint.

### 4.3.4 Handlungsempfehlungen

Aufgrund der Standortvorteile in der Erzeugung von Windenergie und den bisherigen Erfahrungen aus der Windkraftnutzung sowie der im ISIT konzentrierten Forschungskapazitäten bietet sich die Region als Test- und Entwicklungsstandort für die Batteriespeicherung und E-Mobilität an. Die vorhandene Netzstruktur stellt mit einer Vielzahl von Einspeisepunkten eine realistische Testumgebung für solche Technologien dar.

# 5. Ergänzende Zukunftstechnologien

## 5.1 Ausgangslage

Als Zukunftstechnologie ist im Zusammenhang mit der Region vor allem die Speicherung des Stroms aus Erneuerbaren Energien zu sehen, welche im vorangegangenen Abschnitt bereits ausführlich beleuchtet wurden. Des Weiteren kann die Weiterentwicklung der Technologien im Bereich der Windkraft (Onshore und Offshore) als potenzielles Handlungsfeld in der Region verstanden werden.

Laut einer windcomm-Studie ist im Bereich der Onshore-Windkraft in den letzten Jahren eine steigende Nachfrage nach Teststandorten zu verzeichnen. Die Bereitstellung von Teststandorten kann dabei einen entscheidenden Faktor für eine Betriebsansiedelung darstellen. Standortanforderungen für Testanlagen sind neben einer freien, hindernisfreien Umgebung, welche die freie Anströmung aus der Hauptwindrichtung gewährleistet, auch ein möglichst nahe gelegener Netzanschluss in das Hoch- und vor allem Mittelspannungsnetz sowie eine schwerlastbeständige Straßenanbindung und eine ausreichende Anzahl von Fachkräften vor Ort.[37]

## 5.2 Potenziale

Die küstennahen Kreise Nordfriesland und Dithmarschen weisen die höchsten Windstärken im Landesvergleich auf und eignen sich daher in besonderem Maße für die Ansiedelung von Testfeldern. Zudem besitzt die Region durch die Reputation von Testinstitutionen wie der Windtest „GL Garrad Hassan Deutschland GmbH“, der New Energy Husum oder der Husum WindEnergy ein gutes Renommee im Standortwettbewerb. Durch die Bereitstellung von geeigneten Testfeldern können die idealen Bedingungen für die Ansiedelung von Anlagenherstellern und deren Zulieferbetrieben sowie für die Ansiedelung von Unternehmen aus der Offshore-Branche geschaffen werden.[38] Dies bedeutet für die Region eine zusätzliche Wertschöpfung sowie die Stärkung als Kompetenzregion für die Windenergie.

## 5.3 Handlungsbedarfe / Hemmfaktoren

Sowohl Onshore- als auch Offshore-Testfelder können das Landschaftsbild massiv beeinflussen, insbesondere da die Anlagendimensionen insbesondere im Offshore-Bereich problematisch sind. Zudem ist die Errichtung von Testfeldern in Schwerpunkträumen für die Naherholung und den Tourismus nicht möglich. Die Konflikte zwischen den unterschiedlichen Raumansprüchen können letztendlich nur durch die Ausweisung von gesonderten Arealen seitens der Landesplanung in Kooperation mit den kommunalen Planungsträgern gelöst werden.[39]

# 6. Gas und Fernwärme

## 6.1 Gasnetz

### 6.1.1 Ausgangslage

Das Fernleitungsnetz für Gas in Schleswig-Holstein wird von der niederländischen Gasunie betrieben. Diese unterhält eine H-Gas-Verbindung (hoher Brennwert), die für den Hochdrucktransport ausgelegt ist. Diese verläuft vom dänischen Ellund über Rendsburg den östlichen Teil des Kreises Steinburg und anschließend über Elmshorn bis an die Elbe, wo diese bei Stade nach Niedersachsen gequert wird.[40]

**Gasunie Transsportnetz**
Quelle: Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG

Parallel zu dieser Pipeline betreibt die Dong Energie Pipelines GmbH ebenfalls eine 111 km lange Fernleitung von Ellund bis nach Quarnstedt nördlich von Hamburg, die mit der Pipeline der Gasunie auf dem größten Teil der Strecke eine Doppelpipeline bildet.[41]

Ein Großteil des Verteilungsgasnetzes in der Region wird durch die Schleswig-Holstein Netz AG betrieben, die das Gas aus dem Fernleitungsnetz bezieht. Das gesamte Leitungsnetz der Gesellschaft hat eine Länge von 26.500 km.[42] Ein Teil der Versorgungsgasnetze wird jedoch auch durch die jeweiligen Stadtwerke betrieben, die in diesem Fall der Schleswig-Holstein Netz AG nachgelagert sind und ihr Gas aus deren Netz beziehen. So betreibt beispielsweise die Stadtwerke Heide Netz GmbH ein Gasnetz mit einer Gesamtlänge von 251,9 km, davon 112,69 km Mitteldruck- und 139,21 km Niederdrucknetze. Dadurch werden ca. 35.000 Menschen mit Gas versorgt.[43]

### 6.1.2 Potenziale

Der weitere Ausbau der Versorgungsgasnetze kann möglicherweise mit anderen infrastrukturellen Maßnahmen, wie etwa der Verlegung von Stromkabeln oder eventu-

ell Fernwärmeleitung (bei Biogasanlagen) bzw. dem Straßenbau, einhergehen. Bei Fernleitungen sollte eine Bündelung mit Hoch- und Höchstspannungsleitungen oder Autobahnen in Betracht gezogen werden.

### 6.1.3 Handlungsbedarfe

Hinsichtlich der Gasnetze ist insbesondere von Relevanz, inwieweit die Zunahme im Bereich der Biogaserzeugung und deren Einspeisung (nach vorheriger Veredelung) in des Gasnetz möglicherweise Netzengpässe verursachen könnte.

Zudem ist zu prüfen inwieweit neue Gaspipelines auf dem Gebiet Schleswig-Holsteins notwendig sind, da die Gasnachfrage in Deutschland in den letzten zehn Jahren um ein Drittel gestiegen ist. Die Erdgasproduktion in der EU hingegen geht zurück und daher muss vermehrt auf Lieferungen aus Russland aber auch Norwegen (bisher jedoch über Ostfriesland) zurückgegriffen werden.

## 6.2 Fernwärmenetz

Da es sich bei der Untersuchungsregion vorwiegend um ländliche Räume handelt, kommen große Fernwärmenetze aufgrund der Übertragungsverluste nicht in Betracht. Allerdings bietet die gute Ausgangslage der Region bezüglich der Nutzung von Biomasse die Möglichkeit kleine, dezentrale Nahwärmenetze aufzubauen insofern diese ökonomisch und ökologisch vertretbar sind.

Im Kreis Dithmarschen ist bereits ein Nahwärmenetz in Glüsing installiert. Ein Nahwärmenetz in Linden ist teilinstalliert und wird weiter ausgebaut. Neue Biogasanlagen werden in Dithmarschen in der Regel von vorneherein mit Wärmenutzung konzipert. In Hennstedt wird bereits ein Gemüseanbaubetrieb mit der Abwärme dafür gebauter Biogas- und Holzhackschnitzelanlagen versorgt. Die Versorgung des Gewerbegebietes Heide/Hemmingstedt erfolgt wie auch diejenige des Gemüseanbaubetriebes Heide/Hemmingstedt über die Abwärme der Raffinerie Heide. In Brunsbüttel liefert ein Holzhackschnitzelkraftwerk Prozesswärme und -dampf für das Total Bitumen Werk.[44] Zudem wird per Fernwärme von der Sasol aus das LUV beheizt und weitere Leitungen für eine Versorgung von Elbeforum/VHS sind geplant.

Durch das Wedeler Heizkraftwerk (Kreis Pinneberg) mit 390 MW Wärmeleistung werden mittels Fernwärmeleitung 180.000 Haushalte mit Fernwärme versorgt. Allerdings ist die Zukunft des Kraftwerks nach der Errichtung des Kraftwerks Moorburg im Jahr 2012 weiterhin unklar.[45]

Zudem versorgen zahlreiche Stadtwerke begrenzte Gebiete mit Nahwärme. Ein Beispiel dafür sind die Stadtwerke Itzehoe, die mit drei Blockheizkraftwerken und einer Windkraftanlage neben dem Schwimmzentrum und dem Krankenhaus weitere nahegelegene öffentliche Gebäude, ein Hotelrestaurant, vier Schulen sowie mehrere hundert Wohnungen versorgen. Dabei wird der erzeugte Strom in das Versorgungsnetz eingespeist und die Wärme mittels Heizwasserleitungen an die Endverbraucher geliefert.[46]

# 7. Biomasse und Biogas

## 7.1 Ausgangslage

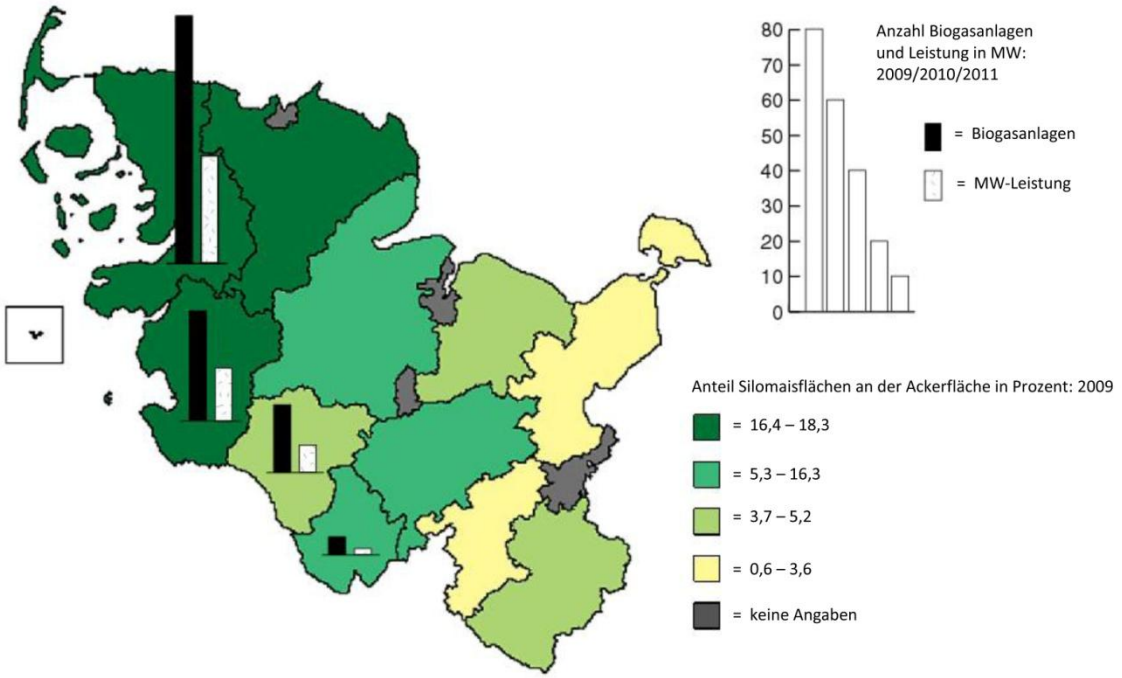
Im Untersuchungsgebiet ist vor allem der Kreis Nordfriesland in Bezug auf die Energieerzeugung aus Biogas sehr stark. Bereits 2007 gab es dort 34 Biogasanlagen mit einer Leistung von durchschnittlich jeweils mehr als einem MW Leistung. In den Kreisen Steinburg (16 Anlagen mit insgesamt 7,2 MW Leistung in Betrieb bzw. genehmigt und im Bau[47]) und Pinneberg (Jan. 2011: 5 Anlagen mit insgesamt ca. 2 MW installierter Leistung[48]) hat die Erzeugung von Energie aus Biogas hingegen eine geringere Bedeutung.[49] Im Kreis Dithmarschen hat sich die Anzahl der Biomasseanlagen von 2006 mit 16 Anlagen bis 2010 mit 31 Anlagen fast verdoppelt. Die elektrische Leistung erhöhte sich in diesen fünf Jahren von 10 auf 21 MW. Zudem sind in Hennstedt ein Holzschnitzelheizkraftwerk mit 7,7 MW thermischer Energie und 1,4 MW elektrischer Energie sowie in Brunsbüttel ebenfalls ein Holzhackschnitzelkraftwerk mit 7,5 MW elektrischer Energie und 15 MW Prozessdampferzeugung für die Total Bitumen Brunsbüttel GmbH in Betrieb. In Brunsbüttel besteht zusätzlich eine Anlage zur Erzeugung von Biodiesel aus Pflanzenölen (Kapazität 250.000 t / Jahr).[50]

Bezüglich der Fachkompetenz im Bereich Bioenergie ist die Gemeinde St. Michaelisdonn (als Bioenergieregion Burg-St. Michaelisdonn) hervorzuheben. Dort wird seit 1996 die älteste Biogasanlage Schleswig-Holsteins betrieben, mit welcher Pionierarbeit geleistet wurde. Insbesondere im Bereich Maschinentechnik und den dazugehörigen Materialfragen sowie im Bereich der einsetzbaren Biomassen und Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung wurde dort ein hohes Maß an Fachwissen generiert.[51]

Die Kehrseite der Medaille ist allerdings zwischenzeitlich auch zu spüren. „Vermaisung der Landschaft“ (ökologische Monokultur) ist ein Stichwort. So ist beispielsweise die Anbaufläche für Mais, der in Schleswig-Holstein den Hauptanteil der Biomasse stellt, von etwa 50.000 ha im Jahr 1990 auf über 122.000 ha im Jahr 2007 angestiegen. Die Auswirkungen auf das Landschaftsbild zeigen sich u.a. im veränderten Anteil des Dauergrünlandes an der Gesamtlandwirtschaftsfläche, z.B. in Eiderstedt von knapp 69 % = ca. 16.280 ha im Jahr 2000 auf 62,77 % = ca. 14.860 ha im Jahr 2007. Insbesondere in touristisch geprägten Gebieten wie Eiderstedt kann eine solche Nutzungsumwandlung Attraktivitätsverluste für das Landschaftsbild und damit für die Naherholung und den Tourismus bedeuten. Zudem führt der großflächige Anbau von Energiepflanzen zur Reduzierung der Biodiversität und entfaltet eine Barrierewirkung für wandernde Arten. [52]

Weitere Anzeichen der Nutzungskonkurrenz zwischen Landwirtschaft und Energiewirtschaft sind steigende Pachtpreise und ein zunehmendes Verkehrsaufkommen in der Fläche (Rohstofflieferung für die Biomasseanlage).

**Anteil der Silomaisflächen für die Biogaserzeugung an der Ackerfläche sowie Anzahl der Biogasanlagen und MW-Leistung für ausgewählte Kreise**




Darstellung: Institut Raum & Energie
Quelle: ife Kiel, Kreis Dithmarschen, Kreisverwaltung Pinneberg, Kreis Steinburg, AktivRegion Nordfriesland Nord

## 7.2 Potenziale

Besonders im ländlichen Raum bietet die Nutzung von Biomasse enorme Potenziale, sowohl zur Wärme- als auch zur Stromerzeugung. Ihre besonderen Vorzüge sind ihre kontinuierliche Verfügbarkeit, die sie für die Strombereitstellung grundlastfähig machen, sowie ihre flexible Einsetzbarkeit (Wärme, Strom, Kraftstoffe).[53] Zudem kann erzeugtes Biogas, anstatt zur Stromerzeugung vor Ort in einem BHKW verbrannt zu werden, durch die Einrichtung eines Anschlusspunktes an das Gasnetz in dieses eingespeist werden. Der Bundesgesetzgeber hat hierzu bezüglich des Biogasanteils an der Gasversorgung genaue Richtlinien festgelegt.[54]

Mittelfristig könnte auch die Nutzung biogener Reststoffe Potenziale bieten. Im Kreis Dithmarschen ist hierzu eine Potenzialstudie in Planung.

## 7.3 Handlungsbedarfe / Hemmfaktoren

In Bezug auf die Nutzung von Biomasse ist darauf zu achten, dass die Nutzungskonkurrenzen zwischen Nahrungsmittelproduktion einerseits und dem Anbau von Energiepflanzen (v.a. Raps und Mais) nicht weiter zunehmen. Zudem müssen Nutzungskonkurrenzen mit dem Naturschutz und dem allgemeinen Landschaftbild vermieden werden. Eine regional abgestimmte Gesamtstrategie könnte hier die Basis für einen

Ausgleich der unterschiedlichen Interessen (Landwirtschaft – Energiewirtschaft – Naturschutz – Verkehrsbelastung / Lebensqualität für die lokale Bevölkerung) sein.

# 8. Solarenergie

## 8.1 Ausgangslage

Zur Nutzung der Solarenergie werden zunehmend Photovoltaik (PV) -Freiflächen-Anlagen errichtet. Im Kreis Dithmarschen ist z.B. die Zahl der PV-Anlagen 2006-2010 von 572 auf 3.243 Anlagen exponentiell gestiegen[55].

Nach Angaben der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., welche jedoch nur die gemeldeten EEG-Analgen erfasst, erzeugen in Dithmarschen rund 2.000 Photovoltaikanlagen eine Höchstleistung von 69 MW Strom sowie 25 Biomasseanlagen 18 MW Strom.[56] In Nordfriesland sind demnach rund 2.800 Solarstromanlagen mit 98 MW Leistung sowie 73 Biomasseanlagen mit 30 MW Stromleistung vorhanden.[57] Für den Kreis Steinburg weist diese Quelle 488 Solarstromanlagen mit einer Gesamtleistung von 9 MW aus.[58] In Pinneberg werden lediglich 7,5 MW Strom aus Sonnenenergie erzeugt.[59] Allerdings muss bei diesen Zahlen berücksichtigt werden, dass nicht genehmigungspflichtige Anlagen möglicherweise nicht erfasst sind und somit die tatsächliche regionale Stromerzeugung aus diesen Energien abweichen kann.

| Kreise<br>Solarenergie | Nordfriesland | Dithmarschen | Steinburg | Pinneberg |
|---|---|---|---|---|
| Anzahl der Photovoltaikanlagen | 2.803 | 2.039 | 488 | 688 |
| Installierte Leistung (insges.)<br>(Stand 2010, Quelle*#) | 98,2 MW | 68,6 MW | 8,9 MW | 7,5 MW |

*# Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

## 8.2 Potentiale

Das Entwicklungspotenzial von (Freiflächen-) Großanlagen ist derzeit sowohl hinsichtlich möglicher Standorte als auch vor allem im Hinblick auf die Förderlandschaft weitgehend ausgeschöpft.

## 8.3 Handlungsbedarfe

Derzeit kein Handlungsbedarf.

# 9. Konventionelle Energieträger

## 9.1 Ausgangslage

Der Umbau des Energiemixes in Deutschland wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Konventionelle Energieträger werden daher insbesondere mit Blick auf die Absicherung der Grundlasten kurz- und mittelfristig eine wichtige Rolle spielen.

Bisher kam der Nutzung der Kernenergie unter den nicht regenerativen Energieträgern große Bedeutung zu.

Im Untersuchungsraum liegen die Kernkraftwerke Brunsbüttel (Betreiber: Vattenfall Europe) und Brokdorf (Betreiber: E.ON). Brunsbüttel ist inzwischen stillgelegt. Für Brokdorf ist eine Restlaufzeit bis 2021 vereinbart.

Das Energiekonzept des Landes Schleswig-Holstein setzt bei der verstärkten Nutzung Erneuerbarer Energien und Aufgabe der Nutzung der Kernenergie auf einen ausgewogenen Energiemix, da nach ihrer Auffassung die erneuerbaren Energien die konventionellen Energieträger bis 2020 noch nicht voll ersetzten können. Die folgende Tabelle zeigt, dass die Abnahme der Stromerzeugung durch Kernenergie verbunden ist mit einer Zunahme der Stromgewinnung aus Windkraft und Kohle / fossile Energieträger.

| | | **2005** | **2020** |
|---|---|---|---|
| **Stromerzeugung in Schleswig-Holstein (TWh)** | | ca. 35,0 | ca. 44,0 |
| darunter aus | Kohle / fossile Energieträger | 4,5 | **19,2** |
| | Kernenergie | **26,0** | 0 |
| | Wind | 4,0 | **20,5** |
| | Sonstige Primärenergieträger (Biomasse etc.) | ca. 0,5 | ca. 4,3 |

Quelle: Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2007): Schleswig-Holstein Energie 2020 Grünbuch. S. 3.

In der REK-Region ist derzeit nur ein Kohlekraftwerk angesiedelt. Am Standort Wedel, Kreis Pinneberg, wird von Vattenfall Europe aus Steinkohle Energie gewonnen. Die Nennleistung des Heizkraftwerkes Wedel liegt bei 260 MW Strom und 400 MW Fernwärme. Der Betrieb soll mit der Realisierung eines neuen Kohlekraftwerkes in Hamburg-Moorburg eingestellt werden.[60]

Ein weiteres Steinkohlekraftwerk ist mit einer Kapazität von 2 x 900 MW in Brunsbüttel geplant. Für dieses von der Südwestdeutschen Stromhandels GmbH (SWS) geplante Kohlekraftwerk liegt bereits ein rechtskräftiger Bebauungsplan vor und das Genehmigungsverfahren für die erste Teilgenehmigung befindet sich in der Endphase. Planungen der GETEC Energie AG für ein weiteres Kohlekraftwerk am Standort

Brunsbüttel wurden dagegen eingestellt..[61] Möglicherweise wird die Planung allerdings mit einem anderen Brennstoff wieder aufgenommen.

Brunsbüttel ist sowohl in der REK-Region als auch in Schleswig-Holstein ein idealer Standort für konventionelle Energiegewinnung. Zu den Standortvorteilen zählen:

- Flächenverfügbarkeit mit unmittelbarer Nähe zum Elbehafen Brunsbüttel (Anlieferung Rohstoffe über Elbe und Nord-Ostsee-Kanal)
- Voraussetzung für Kohlekraftwerksbau mit dem aktuell höchsten elektrischen Wirkungsgrad (Durchflusskühlung über Elbe möglich)
- geringe Entfernung zum Netzanschluss (Höchstspannungsnetz)
- Möglichkeit der Versorgung mit Betriebsstoffen und der Vermarktung von Reststoffen sowie potentielle Kunden (energieintensive Industrien) in unmittelbarer Nähe (Industriegebiet Brunsbüttel: ChemCoast Park)[62]

Weitere Hinweise für die Attraktivität Brunsbüttels als Standort zur Energiegewinnung geben die Ansiedlung einer Biodieselanlage und einer Sonderabfallverbrennungsanlage.[63]

Damit ist die REK-Region mit dem Standort Brunsbüttel sehr gut aufgestellt.

Darüber hinaus wird in der REK-Region Rohöl und Erdgas von der Lagerstätte Mittelplate (Nordsee) gefördert und in der über eine Pipeline angebundenen Landstation Dieksand, Kronprinzenkoog, ca. 15 km nordwestlich von Brunsbüttel, aufbereitet.[64]

## 9.2 Potenziale

Die REK-Region ist anerkannter Energiegewinnungsstandort sowohl im Bereich Erneuerbare Energien als auch bei den konventionellen Energieträgern. Die Region kann daher aktiv das Profil einer Energiekompetenzregion entwickeln. Der Kreis Dithmarschen als Energiekompetenzregion hat in seinem „Leitbild für die Energieregion Dithmarschen“ dieses Miteinander erneuerbarer und konventioneller Energie offensiv thematisiert.

## 9.3 Handlungsbedarfe / Hemmfaktoren

Die aktuelle Diskussion zum Verhältnis zwischen konventionellen und erneuerbaren Energien ist sehr differenziert. Einvernehmen sollte dahin bestehen, dass

- erneuerbare Energien eine starke Entwicklung erfahren und die Region hier überdurchschnittliche Chancen hat und
- konventionelle Energien mittelfristig als Brückentechnologie unverzichtbar sind und die Region auch in diesem Bereich sehr gut aufgestellt ist.

Hier gilt es, mit einem umfassenden Gesamtkonzept verschiedene Interessenslagen auszugleichen und Akzeptanz für ein Gesamtpaket „Energiekompetenz“ zu schaften.

## 9.4 Handlungsempfehlungen

Die Nutzung konventioneller Energieträger ist als ein wichtiger Baustein der Energiegewinnung / Energieversorgung in das Gesamtkonzept Energiekompetenzstandort zu integrieren.

Wedel, 15.08.2011, MM, KF

[1] Vgl. DailyGreen vom 05.09.2010: Nordfriesland will Windkraft aufstocken. [URL: http://www.dailygreen.de/2009/09/05/nordfriesland-will-windkraft-aufstocken-2257.html]

[2] Vgl. Kreis Dithmarschen: Fachdienst Bau und Regionalentwicklung: Energiestandort Kreis Dithmarschen vom 8.9.2008. S. 7 und Auskunft Kreis Dithmarschen, Fachdienst Bau und Regionalentwicklung.

3 Vgl. Auskunft Schleswig-Holsteinisches Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) / Außenstelle Itzehoe

[4] Vgl. http://www.schleswig-holstein.de/Portal/DE/LandLeute/ZahlenFakten/Wirtschaftsstandort/Kompetenzfelder/kompetenzfelder_node.html, Hrsg. Landesregierung Schleswig-Holstein, letzter Zugriff Feb. 2011 und windcomm schleswig-holstein netzwerkagentur windenergie (2009): Windland Schleswig-Holstein.

[5] Vgl. Deutsche Energie-Agentur: Windparks in der Nordsee [URL: http://www.offshore-wind.de/page/index.php?id=4761]. Zugriff: 10.12.2010.

[6] Vgl. dena-Netzstudie II – Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick 2025. Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse durch die Projektsteuerungsgruppe. Berlin 2010. S.6f.

[7] Vgl. NDR.de vom 23.08.2010: Helgoland soll Offshore-Windparks versorgen [URL: http://www.ndr.de/regional/schleswig-holstein/helgoland214.html]

[8] Vgl. Stiftung der deutschen Wirtschaft zur Nutzung und Erforschung der Windenergie auf See: Wind vom Meer für saubere Energie. Varel 2009. S. 14. [URL: http://www.ofw-online.de/fileadmin/img/proj/Offshore-Broschuere_2009.pdf]

[9] Vgl. windcomm: Offshore-Strategie für Schleswig-Holstein. S. 3.

[10] Vgl. NDR.de vom 03.09.2010: Windenergie soll 1.000 neue Jobs bringen [URL: http://www.ndr.de/regional/schleswig-holstein/brunsbuettel153.html]

[11] Vgl. windcomm: Offshore-Strategie für Schleswig-Holstein. S. 27.

[12] Vgl. NDR.de vom 23.08.2010: Helgoland soll Offshore-Windparks versorgen [URL: http://www.ndr.de/regional/schleswig-holstein/helgoland214.html]

[13] Vgl. windcomm: Offshore-Strategie für Schleswig-Holstein. S. 28.

[14] Vgl. windcomm: Offshore-Strategie für Schleswig-Holstein. S. 14ff.

[15] Vgl. Bericht über den Netzausbau der E.ON Netz GmbH 2008. S. 5. [URL: http://www.transpower.de/pages/tennettso_de/Transparenz/Veroeffentlichungen/Berichte_und_aktuelle_Informationen/Netzausbau_undbr_-zustand/pdf_berichte_service/ene_netzausbaubericht_2008.pdf]

[16] Vgl. Energieleitungsausbaugesetz vom 21. August 2009 (BGBl. I S. 2870) und Anlage (BGBl. I 2009, S. 2872)

[17] Vgl. TenneT TSO: HelWin1. Neue Verbindungen in der östlichen Nordsee. [URL:http://www.tennettso.de/pages/tennettso_de/Aufgaben/Offshore/Unsere_Projekte/HelWin1/100341_TEN_HUSUM_HelWin_DU.pdf] Zugriff: 30.11.2010.

[18] Vgl. http://www.tennettso.de/pages/tennettso_de/Aufgaben/Offshore/Unsere_Projekte/index.htm [Zugriff: 30.11.2010]

[19] Vgl. Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein: Energiepolitik für Schleswig-Holstein. Energiekonzept der Landesregierung vom März 2010. S. 26.

[20] Vgl. Quickborner Tageblatt vom 30.11.2010: Protestmarsch gegen riesige Strommasten [URL:http://www.quickborner-tageblatt.de/nachrichten/lokales/quickborn/artikeldetails/article/219/protestmarsch-gegen-riesige-strommasten.html]

[21] Vgl. Vgl. Tennet Pressemitteilung vom 8.11.2010: Leitungsausbau wird erörtert. [URL:http://www.tennettso.de/pages/tennettso_de/Presse/Pressemitteilungen/Aktuell/Pressemitteilung.htm?id=1449795]

[22] Vgl. http://www.eon-netzausbau.de/pages/eon-netzausbau_de/Projekte/Heide-Poeschendorf/Bedarf_im_Detail/index.htm [Stand:2010; Zugriff: 15.11.2010]

[23] Vgl. http://www.eon-netzausbau.de/pages/eon-netzausbau_de/Projekte/Breklum-Flensburg/Verfahrensstand/index.htm [Stand: 2010; Zugriff: 15.11.2010]

[24] Vgl. Schleswig-Holstein Netz AG 2010: Broschüre Schleswig-Holstein Netz AG. [URL: http://sh-netz.com/fileadmin/templates/content/PDF/Broschuere_SH_Netz_AG.pdf [Stand: 2010, Zugriff: 08.03.2011]]

[25] Vgl. E.ON Hanse Pressemitteilung vom 30.11.2010: Schleswig-Holstein Netz AG investiert 760.000 Euro in das Mittelspannungsnetz zwischen Meldorf und Nindorf. [URL: http://www.eon-hanse.com/pages/eha_de/Presse/Pressemitteilungen/Aktuelle_Presse/Pressemitteilung.htm?id=1451063]

[26] Vgl. Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein: Energiepolitik für Schleswig-Holstein. Energiekonzept der Landesregierung vom März 2010. S. 27.

[27] Vgl. E.ON Hanse Pressemitteilung vom 28.09.2010: Die Schleswig-Holstein Netz AG investiert bis 2014 rund 320 Millionen Euro in Ausbau und Erhaltung der Strom- und Gasnetze in Schleswig-Holstein. [URL: http://www.eon-hanse.com/pages/eha_de/Presse/Pressemitteilungen/Aktuelle_Presse/Pressemitteilung.htm?id=1447542]

[28] Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie Pressemitteilung vom 03.12.2010: Grenzüberschreitender Ausbau der Energienetze: Nordsee-Anrainer unterzeichnen Vereinbarung zu Offshore-Netz. [URL: http:/www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Presse/pressemitteilungen,did=372312.html]

[29] Vgl. Max-Planck-Institut für Plasmaphysik: Energieperspektiven Ausgabe 02/2008 Wasserstoff-Speicher. [URL: http://www.ipp.mpg.de/ippcms/ep/ausgaben/ep200802/0208_speicher_3.html]

[30] Vgl. Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein: Schleswig-Holstein Grünbuch Energie 2020. S. 48.

[31] Vgl. Crotogino, Hamelmann: Wasserstoff-Speicherung in Salzkavernen zur Glättung des Windstromangebots. S.5

[32] Vgl. HWWI Policy Report Nr. 9: Wasserstoff im Verkehr – Anwendung, Perspektiven und Handlungsempfehlungen. Hamburg 2008. S. 14.

[33] Vgl. Max-Planck-Institut für Plasmaphysik: Energieperspektiven Ausgabe 02/2008 Wasserstoff-Speicher.

[34] Vgl. dena: Abschlussbericht PSW-Integration EE.

[35] Vgl. Renews Spezial Ausgabe 29/April 2010: Strom speichern. Hrsg. von der Agentur für erneuerbare Energien. S. 16.

[36] Vgl. Renews Spezial Ausgabe 29/April 2010: Strom speichern. Hrsg. von der Agentur für erneuerbare Energien. S. 16.

[37] Vgl. windcomm: Offshore-Strategie für Schleswig-Holstein. S. 31f.

[38] Vgl. windcomm: Offshore-Strategie für Schleswig-Holstein. S 33f.

[39] Vgl. windcomm: Offshore-Strategie für Schleswig-Holstein. S. 32.

[40] Vgl. http://www.gasnetzkarte.de/index.html [Stand: 14.04.2008; Zugriff: 27.11.2010]

[41] Vgl. http://www.dongenergy-pipelines.de/de/uber%20uns/Pages/uberuns.aspx [Zugriff: 06.12.2010]

[42] Vgl. http://sh-netz.com/grundlagen-strom-gas/ueber-erdgas/transport/ [Zugriff: 07.12.2010]

[43] Vgl. Netzdaten Gas Stadtwerke Heide Netz GmbH 2009 [URL: http://85.214.123.126/netadvance2/show_document.php4?ctzid=2519]

[44] Vgl. Kreis Dithmarschen: Fachdienst Bau und Regionalentwicklung: Energiestandort Kreis Dithmarschen vom 8.9.2008. S. 17f.

[45] Vgl. Wedel-Schulauer Tageblatt vom 21.04.2010: Kraftwerk Wedel doch länger am Netz? [URL: http:/www.wedel-schulauer-tageblatt.de/nachrichten/home/top-thema/article/111/kraftwerk-wedel-doch-laenger-am-netz.html]

[46] Vgl. http:/www.stadtwerke-itzehoe.de/index.php?id=37 [Zugriff: 25.11.2010]

[47] Vgl. Auskunft Kreis Steinburg, Bauamt - Regionalentwicklung

[48] Vgl. Auskunft Kreis Pinneberg, Referat für Regionalmanagement und Europa

[49] Vgl. Beckmann, Sönke: Flächenbelegung durch Energiepflanzenanbau in Schleswig-Holstein. S. 17.

[50] Vgl. Kreis Dithmarschen: Fachdienst Bau und Regionalentwicklung: Biogasanlagen in Dithmarschen vom 25.11.2009 und Auskunft Kreis Dithmarschen: Fachdienst Bau und Regionalentwicklung.

[51] Vgl. Regionalentwicklungskonzept der BioEnergieRegion Burg – St. Michaelisdonn. S. 2 ff.

[52] Vgl. Beckmann, Sönke: Flächenbelegung durch Energiepflanzenanbau in Schleswig-Holstein. S. 14ff.

[53] Vgl. Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein: Energiepolitik für Schleswig-Holstein. Energiekonzept der Landesregierung vom März 2010. S. 12.

[54] Vgl. http://sh-netz.com/netz/gasnetz/bioerdgaseinspeisung/ [Zugriff: 30.11.2010]

[55] Vgl. Auskunft Kreis Dithmarschen, Fachdienst Bau und Regionalentwicklung

[56] Vgl. http://www.energymap.info/energieregionen/119/258.html [Stand: 02.11.2010]

[57] Vgl. http://www.energymap.info/energieregionen/119/477.html [Stand: 02.11.2010]

[58] Vgl. http://www.energymap.info/energieregionen/119/257.html [Stand: 02.11.2010]

[59] Vgl. http://www.energymap.info/energieregionen/119/485.html [Stand: 02.11.2010]

[60] Vgl. Norddeutscher Rundfunk, http://www.ndr.de/regional/dossiers/kohlekraft/hintergrund/kohlekraft2.html, Stand: 16.04.2010 und Vattenfall Europe AG (Hrsg.) (2010): Investition in Hamburgs Zukunft. Informationen zum Neubau des Steinkohlekraftwerks Moorburg.

[61] Vgl.egeb Telefoninterview 22.02.2011 und Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/klima_und_energie/20071207_ energie_uebersicht_kohlekraftwerke.pdf

[62] Vgl. egeb Telefoninterview 22.02.2011 und http://www.suedweststrom.de/kraftwerksprojekte/projekt-steinkohlekraftwerk-brunsbuettel.html, [Hrsg. Südwestdeutsche Stromhandels GmbH, letzter Zugriff: 22.02.2011]

[63] Vgl. egeb : Wirtschaftsförderung Entwicklungsgesellschaft Brunsbüttel mbH (Hrsg.) (2010): Chem-Coast Park Brunsbüttel Entwicklungskonzept

[64] Vgl. http://www.rwe.com/web/cms/de/202604/mittelplate/home, Hrsg.: RWE Dea AG, letzter Zugriff: 01.03.11.