

ABSCHLUSSBERICHT

33HH7018.01
26.05.2014
REV. E



POTENZIALUNTERSUCHUNG UND AUSBAUPROGNOSE ERNEUERBARER ENERGIEN IN SCHLESWIG-HOLSTEIN

im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

Kontrollblatt

Kunde	MELUR Schleswig-Holstein
Titel	Abschlussbericht
Projekt	Potenzialuntersuchung Erneuerbare Energien für Schleswig-Holstein
Phase	Revision
Projekt Nr.	33HH7018.1
Klassifikation	Bericht
Plan/Reg./Serien Nr.	
Dateiname	PSEESH-Abschlussbericht.docx
Ablageort	Hamburg Collaboration Platform
System	Microsoft Word 14.0
Verteiler extern	MELUR
Verteiler intern	KEJ, WS
Beiträge	M, K, B
Verantwortliche Geschäftseinheit	Pöry Deutschland GmbH, Standort Hamburg

Revisionen**Original****C**

Datum	20.12.2013
Verfasser/Position/Unterschrift	Klaus Zepter / Projektleiter /

Kontrolldatum	20.12.2013
Überprüft von/Position/Unterschrift	Bruce Dünker / Stv. Projektleiter /

D

Datum	19.05.2014
Verfasser/Position	Klaus Zepter / Projektleiter /

Kontrolldatum	19.05.2014
Überprüft von/Position	Christoph Euringer / Berater Biomasse

E

Datum	26.05.2014
Verfasser/Position/Unterschrift	Klaus Zepter / Projektleiter /

Kontrolldatum	26.05.2014
Überprüft von/Position/Unterschrift	Bruce Dünker / Stv. Projektleiter /

Änderung bei letzter Revision

Anlage 5 entfernt

Kontakt

Klaus Zepter, Dr. Ing
Borsteler Chaussee 51
22453 Hamburg
Tel. 040 692 00-0
Fax 040 692 00-190
klaus.zepter@poyry.com
www.poyry.com, www.poyry.de

Pöyry Deutschland GmbH

gez. i.V. Bruce Dünker

gez. i.V. Klaus Zepter

Haftungsausschluss

Dieser Bericht wurde von der Pöyry Deutschland GmbH für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (MELUR) erstellt.

Grundlage für diesen Bericht und die Ergebnisse sind die vom MELUR zur Verfügung gestellten Daten und Daten aus anderen Quellen wie in den Abschnitten 5 und 6 angegeben mit Stand Mitte 2013, sowie die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen Mitte 2013. Änderungen dieser Datengrundlage und Rahmenbedingungen können erheblichen Einfluss auf die tatsächlichen Entwicklungen haben.

Dritte können aus der Verwendung dieses Berichts keine Ansprüche gegen die Pöyry Deutschland GmbH geltend machen.

Inhalt

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	AUFGABENSTELLUNG	4
3	ANALYSEN UND ERGEBNISSE NACH ERZEUGUNGSART	5
3.1	Windenergie	5
3.2	Photovoltaik	14
3.3	Biomasse	26
3.4	Geothermie	35
3.5	Wasserkraft	37
4	GESAMTERGEBNIS PROGNOSE	41
5	DATENGRUNDLAGE UND DATENVERARBEITUNG	42
5.1	Wind.....	42
5.2	Photovoltaik	49
5.3	Biomasse	51
5.4	Geothermie	52
5.5	Wasserkraft	52
6	LITERATUR.....	56
6.1	Wind.....	56
6.2	Photovoltaik	56
6.3	Biomasse	57
6.4	Geothermie	57
6.5	Wasserkraft	57

Anlagen

- 1 Karte Gesamtübersicht Potenzial und Prognose
- 2 Karte Potenzial und Prognose Windenergie
- 3 Karte Potenzial und Prognose Photovoltaik
- 4 Karte Potenzial und Prognose Biomasse

Abkürzungen

AGGF	Gebäudegrundfläche
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
APV,Nutz	Nutzbare Photovoltaikfläche
BAF	Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
FFH	Flora-Fauna-Habitat
Fm	Festmeter
GIS	Geoinformationssystem
ha	Hektar (10.000 m ²)
kWp	Kilowatt-Peak (Spitzenleistung)
MELUR	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
MWe	Megawatt elektrische Leistung
MWp	Megawatt peak (Spitzenleistung)
NEP	Netzentwicklungsplan für die Übertragungsnetze
PV	Photovoltaik
RAV	Regelarbeitsvermögen / erzeugbare Strommenge
S-H	Schleswig-Holstein
SPA	Special protection areas (Europäisches Vogelschutzgebiet)
WEG	Windeignungsgebiet

1

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Potenzialuntersuchung wurde im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein erstellt. Im Rahmen der Untersuchung wurde das Potenzial der erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein ermittelt und eine Prognose der erwarteten Erzeugungsleistung bis zum Jahre 2023 erstellt. Die Betrachtung erfolgt aufgeteilt nach den Erzeugungsarten Windenergie, Photovoltaik, Biomasse, Geothermie und Wasserkraft.

Ziel der Studie ist es, eine Grundlage für die Ermittlung des erforderlichen Ausbaus der Stromnetze zur Weiterleitung der erzeugten elektrischen Energie zu bilden. Vor diesem Hintergrund haben sich die möglichen Beiträge von Geothermie und Wasserkraft als nicht relevant erwiesen. Die Betrachtung dieser Erzeugungsarten erfolgte daher vorwiegend qualitativ.

Der Ausbau der beiden Erzeugungsarten, welche den größten Anteil an der Erzeugungsleistung haben – Windenergie und Photovoltaik – ist stark von der Entwicklung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängig. Da diese derzeit nur sehr eingeschränkt vorhersehbar sind, wurden für die Prognose jeweils Minimal- und Maximal-Szenarien entwickelt und im Ergebnis separat ausgewiesen.

Das gesamte ermittelte Potenzial der Erzeugungsleistung für Strom aus erneuerbaren Energien aus Wind auf bestehenden Standorten und Windeignungsgebieten sowie PV und Biomasse beläuft sich auf 43,4 GW. Ein zusätzliches Potenzial für Windenergie in Höhe von 10,1 GW besteht auf den verbliebenen Weißflächen.

Die Prognose der gesamten installierten Erzeugungsleistung für Strom aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2023 beläuft sich auf 10 GW im Minimal-Szenario und 15,9 GW im Maximal-Szenario. Die Aufteilung auf die Erzeugungsarten ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Erzeugungsart	Leistung in MW			Potenzial
	Bestand 11/2012 PV 12/2012	Prognose 2023 MIN	Prognose 2023 MAX	
Windenergie in WEG und Repowering	3.370	6.867	10.468	11.814
Photovoltaik	993	2.944	5.100	30.811
Biomasse	276	329	329	755
Gesamt	4.639	10.140	15.897	43.380

Datengrundlage zum Erhebungszeitpunkt des Berichtes. Abweichungen zu anderen statistischen Erhebungen können aufgrund unterschiedlicher Erhebungszeitpunkte auftreten.

Die Schwerpunkte der erwarteten Erzeugungsleistung liegen in den Kreisen Nordfriesland, Dithmarschen, Schleswig-Flensburg, Ostholstein und Rendsburg-Eckernförde.

2**AUFGABENSTELLUNG**

Die Landesregierung Schleswig-Holstein hat sich den Ausbau der Erneuerbaren Energien, insbesondere der onshore Windenergie zum Ziel gesetzt. Zentrales Instrument ist dabei die Ausweisung neuer Windeignungsgebiete.

Zur energiepolitischen Herausforderung wird zunehmend der bedarfsgerechte Ausbau der Stromleitungen. Auf Bundesebene wird jährlich ein Szenariorahmen und darauf aufbauend ein Netzentwicklungsplan aufgestellt. Zur Fortschreibung des Szenariorahmens auf 2023 bedarf es belastbarer Angaben zur Entwicklung der Erneuerbaren Energien in den Ländern.

Ziel der Potenzialuntersuchung Erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein ist die Ermittlung einer nachvollziehbaren belastbaren Prognose über das Potenzial und den wahrscheinlichen Umfang der installierten elektrischen Leistung der Erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein im Jahr 2023. Diese Prognose ist nicht zu verwechseln mit den energiepolitischen Zielen der Landesregierung. In der Untersuchung ist nach verschiedenen Erneuerbaren Energieträgern (onshore Wind, Photovoltaik, Biomasse, Geothermie, Wasserkraft) zu differenzieren. Die Anlandung von offshore Wind ist nicht zu berücksichtigen.

Bei der onshore Windenergie sind die aktuellen Windeignungsflächen der Teilfortschreibung der Regionalpläne und die sogenannte Weißflächenkartierung der Landesregierung zu berücksichtigen. Die Karten werden in elektronischer Form vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

Für die Energiepolitik und Netzentwicklungsplanung des Landes ist eine räumliche Darstellung der installierten Leistung 2023 auf Landesebene, auf Kreisebene und auf Gemeindeebene erforderlich.

3 ANALYSEN UND ERGEBNISSE NACH ERZEUGUNGSART

In diesem Kapitel wird für die einzelnen Energie-Erzeugungsarten jeweils zunächst die angewendete Methodik zur Ermittlung der Potenziale und der Prognosen bis zum Jahr 2023 dargestellt. Diese bilden die Grundlage für die nachfolgend dargestellten Ergebnisse.

3.1 Windenergie

Die Potenzialanalyse Windenergie betrachtet folgende Flächen und Anlagenstandorte:

- die aktuell ausgewiesenen Windeignungsgebiete (WEG);
- Standorte von Bestandsanlagen außerhalb von Windeignungsgebieten zum Repowering;
- die nach dem letzten Regionalplanungsverfahren zur Ausweisung der Windeignungsgebiete verbliebenen Weißflächen.

Bei der Potenzialermittlung werden zwei verschiedene Ansätze verfolgt: Eine Betrachtung des spezifischen Flächenbedarfs von Anlagen bei WEG und Weißflächen, sowie eine Betrachtung der Anzahl und Leistung von Bestandsanlagen für das Repowering von Anlagen außerhalb der WEG und Weißflächen.

Die Prognose bezieht die historische Entwicklung, die aktuell vorliegenden Anträge für die Neuerrichtung von Anlagen und mögliche begrenzende Faktoren aus den Bereichen Technik, Produktion, Wirtschaft und politische Rahmenbedingungen mit ein.

3.1.1 Ausschlusskriterien

Folgende Flächen wurden für die Ermittlung des Potenzials und der Prognose ausgeschlossen

- Flächen, die nicht innerhalb der in Regionalplänen ausgewiesenen WEG oder den in der Weißflächenkartierung erfassten Flächen liegen. (Standorte von Bestandsanlagen außerhalb der WEG werden im Zusammenhang mit dem Repowering gesondert betrachtet.)
- Flächen mit einem Abstand kleiner als 140 m zu Freileitungen. Dies bedeutet, dass der Turm einer Anlage mit einem Rotordurchmesser von 120 m in einem Abstand von 200 m zur Freileitung stehen kann.¹
- Verbleibende Splitterflächen mit einer Größe von weniger als 1,4 ha. Dies ist die angenommene Mindest-Fläche, die für eine einzelne Anlage gebraucht wird, wenn die Rotorblattspitzen die Grenzen der Fläche nicht überstreichen sollen.

Nicht berücksichtigt wird in der Betrachtung, dass das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) in ausgewiesenen Anlagenschutzbereichen um Funkfeuer für die zivile Luftfahrt ein Bauverbot erlassen kann. Für ein Bauverbot ist immer eine Einzelfallprüfung durch das BAF erforderlich, daher kann kein pauschaler Ausschluss von mögli-

¹ Diese Werte wurden als mittlerer Wert aus den Abständen der Bestandsanlagen zu Freileitungen ermittelt. Die einschlägigen Normen DIN EN 50423-3-4 und DIN EN 50341-3-4 erlauben beim Einsatz von Schwingungsschutzmaßnahmen Abstände größer einem Rotordurchmesser zwischen Leitung und Rotorblattspitze.

chen Anlagenstandorten erfolgen. Hiervon ist im Wesentlichen der Kreis Ostholstein betroffen.

3.1.2 Potenzialermittlung

3.1.2.1 Potenzial innerhalb der WEG und Weißflächen

Für die Bestimmung des Potenzials innerhalb der WEG und Weißflächen wird ein Flächenansatz gewählt. Dafür wurde ein spezifischer Flächenbedarf pro Leistungseinheit (As_{Wind} [ha/MW]) durch Auswertung verschiedener Parameter der bestehenden WEG ermittelt. Nähere Erläuterungen zur Vorgehensweise bei der Auswertung finden sich in Abschnitt 5.1.3. Die signifikanteste Korrelation wurde mit der mittleren Windgeschwindigkeit in 80 m Höhe (V_{w80} [m/s]) gefunden: Der spezifische Flächenbedarf nimmt mit zunehmender mittlerer Windgeschwindigkeit gemäß folgender Formel ab:

$$As_{Wind} = 6,8 - 0,64 V_{w80}$$

Andere Korrelationen mit unter Anderem der Anlagenleistung, der Größe der WEG Fläche, dem Verhältnis von Fläche zu Umfang des WEG etc. wurden untersucht. Wegen der sehr großen Streuung wurden diese verworfen.

Nach Anwendung der Ausschlusskriterien und Bereinigung der verbleibenden Restflächen (Ar_{WEG}) wird das Potenzial (Pp_{Wind}) dann durch Summierung der Einzelflächen wie folgt ermittelt:

$$Pp_{Wind} = \sum Ar_{WEG} / As_{Wind}$$

Dabei wird davon ausgegangen, dass zur vollen Ausschöpfung des Potenzials alte Anlagen, die mit einem höheren spezifischen Flächenbedarf aufgestellt sind vollständig ersetzt werden. Einzelne WEG haben bereits im Bestand einen höheren Besatz als der ermittelte Durchschnittswert. In diesem Falle wird für die Potenzialermittlung der bestehende höhere Besatz beibehalten.

Ergebnis WEG

Aus den Flächen der ausgewiesenen Windeignungsgebiete von insgesamt 26.048 ha ergibt sich mit dem angesetzten spezifischen Flächenbedarf in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit ein Gesamtpotential von 11,4 GW.

Laut Information des MELUR kann es in den ausgewiesenen WEG noch Einschränkungen des vollständigen Ausbaus aus Denkmal- oder Umweltschutzgründen geben. Bezogen auf die Gesamtfläche und das Potenzial werden diese Einschränkungen jedoch als nicht signifikant angesehen und daher nicht berücksichtigt.

Ergebnis Weißflächen

Die nach der aktuellen Ausweisung der Windeignungsgebiete verbleibenden Weißflächen umfassen nach Abzug der Abstandsflächen zu Freileitungen eine Fläche von 22.285 ha. Mit demselben Ansatz für den spezifischen Flächenbedarf in WEG ergibt sich hieraus ein zusätzliches Potenzial von 10,1 GW.

Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die Weißflächen nicht die Planungstiefe der bereits ausgewiesenen WEG haben. Daher wäre im Rahmen eines evtl. durchzuführen-

den Regionalplanungs-Verfahrens noch mit einer Reduzierung dieser Flächen bei der Überführung in WEG zu rechnen.

3.1.2.2 Potenzial außerhalb der WEG² (Repowering)

Das Repowering außerhalb der WEG unterliegt dem Runderlass „Grundsätze zur Planung von und zur Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung bei Windkraftanlagen“ vom 26.11.2012 und den Regelungen des „Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein 2010“. Die wesentliche Anforderung daraus für die Bestimmung des Potenzials ist die geforderte Verringerung der Anzahl der Anlagen. Es ist mindestens eine Halbierung erforderlich. Diese Halbierung muss mit Anlagen innerhalb eines räumlich-funktional zusammenhängenden Landschaftsraumes erfolgen. Zusätzlich sind Anforderungen an die räumliche Lage mit Abständen zu Ausschlussgebieten, Bebauung und schutzwürdigen Nutzungen gestellt. Diese Anforderungen werden in der Analyse nicht berücksichtigt, da sie für die in dieser Studie geforderte Auflösung nach Gemeinden nicht signifikant sind. Diese Anforderungen sind, ebenso wie die an die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes auch nur ungenügend im GIS abzubilden.

Das Potenzial ergibt sich damit bei einem Ersatz bestehender Anlagen mit Anlagen der derzeit gängigen Größenklasse von 3 MW. Bei der geforderten Halbierung der Zahl der Anlagen würden alle Anlagen mit weniger als 1,5 MW Leistung durch neue Anlagen ersetzt werden.

Um repowern zu können, müssen mindestens zwei Anlagen still gelegt werden um eine neue Anlage zu errichten. Um den geforderten räumlich-funktionalen Zusammenhang zu berücksichtigen, wird angenommen, dass zwei Anlagen, welche für das Repowering rückgebaut werden, bis zu 2 km voneinander entfernt stehen.

Weiterhin wird davon ausgegangen, dass durch das Repowering eine Netto- Leistungserhöhung erzielt wird. Bei repowerten Anlagen $\geq 1,5$ MW wäre das nicht der Fall. Dabei wird vereinfachend angesetzt, dass die Möglichkeit zwei Anlagen unterschiedlicher Leistung (z.B. 1 x 0,6 MW und 1 x 2,4 MW) zu repowern nur an einer vernachlässigbaren Anzahl von Standorten besteht. Gründe hierfür wären z.B. Eigentumsverhältnisse und stark unterschiedliches Alter der Anlagen. Für eine genauere Betrachtung wäre es erforderlich, zu ermitteln, wo es außerhalb der WEG bzw. Weißflächen Anlagen gibt, die in einer entsprechend inhomogenen Aufstellung stehen und gemeinsame Eigentümer haben. Diese Frage ist für den Rahmen dieser Untersuchung zu detailliert.

² Hinweis zur Berücksichtigung von Weißflächen beim Repowering:

Grundsätzlich darf nur auf Flächen repowert werden, die alle harten Ausschlusskriterien erfüllen. Dieses sind per Definition die Weißflächen. Es dürfen alle Alt-Anlagen repowert werden, die mit Weißflächen innerhalb eines „räumlich-funktional zusammenhängenden Landschaftsraumes“ liegen. Die Definition eines solchen Landschaftsraumes ist abhängig vom Einzelfall und kann schwerlich über Algorithmen erfasst werden. Es wird vereinzelt auch noch geeignete Flächen geben, die bisher nicht als Weißfläche identifiziert sind. Vereinfachend wird daher davon ausgegangen, dass alle Alt-Anlagen in ein Repowering-Vorhaben nach Ziffer 3.5.2 Abs. 13 LEP einbezogen werden können. Somit stellt dann das Potenzial „Repowering außerhalb von WEG“ einen Teil des „Potenzials Weißflächen“ dar. Die Wahrscheinlichkeit der Realisierung des Repowering im Betrachtungszeitraum ist jedoch, im Gegensatz zu Neu-Anlagen auf Weißflächen, deutlich größer. Die Gesamtleistung des Repowering-Potenzials ist so gering, dass kein Abzug beim Weißflächenpotenzial gemacht wird.

Der gewählte Ansatz ist daher wie folgt:

- Identifizierung der Bestandsanlagen mit
 - einer Leistung kleiner als 1,5 MW und
 - einem Abstand zur nächsten Nachbaranlage kleiner als 2 km
- Halbierung der Anzahl dieser Anlagen
- Multiplikation der halbierten Anzahl mit 3 MW

Ergebnis Repowering

Außerhalb der WEG ergibt sich eine Gesamtzahl von 147 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 86 MW, welche die Kriterien für das Repowering erfüllen. Mit der geforderten Halbierung der Anlagenzahl ergeben sich daraus 73 neue Anlagen mit einer Gesamtleistung von 219 MW Leistung nach dem Repowering.

3.1.3 Prognose 2023

Einflussgrößen für die Prognose des Ausbaus bis 2023 sind zum einen die Entwicklung der Anlagenleistung, die Ausbaurate, Beschränkungen beim Repowering und eine räumliche Priorisierung. Zum anderen haben die politischen und allgemeinen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen Einfluss auf den tatsächlichen Ausbau.

3.1.3.1 Entwicklung der Anlagenleistung

Die durchschnittliche Leistung der neu errichteten Anlagen hat seit dem Beginn des Windenergie-Ausbaus aufgrund der technischen Entwicklung zugenommen. Derzeit liegt die mittlere Leistung der neu beantragten Anlagen bei ca. 3 MW (*Datenangaben MELUR*). Die größten Anlagen liegen bei 3,2 MW, Anlagen mit 2-2,5 MW sind jedoch durchaus noch Stand der Technik und aktuell beantragt.

Eine weitere signifikante Zunahme der Anlagenleistung wird für die Zukunft nicht erwartet, da die technische Entwicklung weitgehend ausgereizt ist. Es zeichnet sich eher eine Trendumkehr bei Anlagen an Land an, wonach Anlagen deutlich größer 3 MW praktisch nicht mehr eingesetzt werden (*Klinger, VDI-Nachrichten vom 15.02.2013, Seite 8*).

Daher wird eine moderate Steigerung der durchschnittlichen Anlagenleistung um ca. 10% bis 2023 für die Prognose angenommen. Dieses ist in Abbildung 1 illustriert.

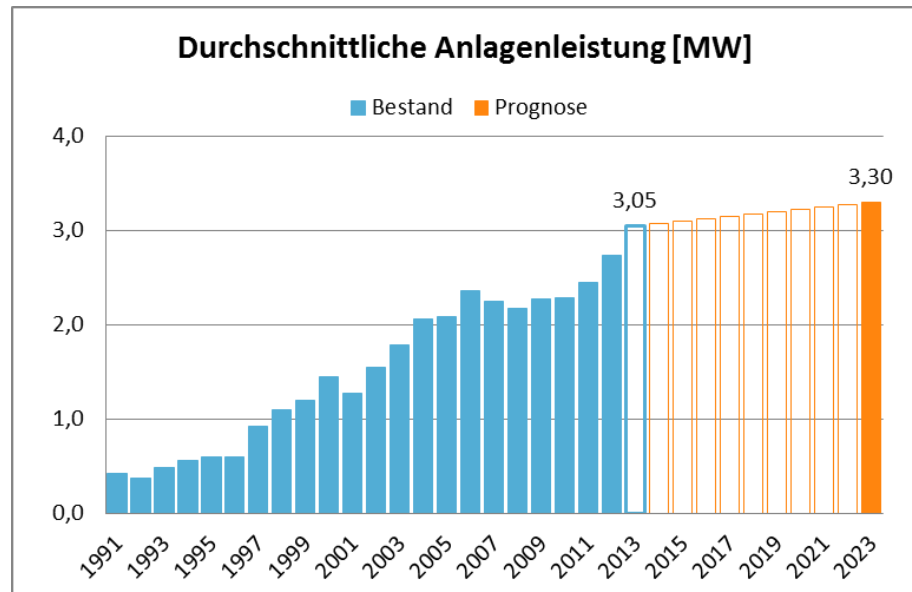


Abbildung 1: Historische Entwicklung und Prognose der mittleren Anlagenleistung

3.1.3.2 Ausbaurrate

Um die mögliche Bandbreite der zukünftigen Ausbaurrate abzuschätzen, wurden die folgenden Betrachtungen vorgenommen:

- Historische Entwicklung der jährlichen Neuerrichtung
- Aktuell vorliegende Genehmigungsanträge
- Mögliche begrenzende Faktoren

Historische Entwicklung der jährlichen Neuerrichtung

Für die Ermittlung der jährlichen Neuerrichtung aus historischen Daten ist die grundlegende Annahme, dass nicht die Leistung, sondern die Anzahl der in einem Jahr errichteten Anlagen die Grundlage bildet. Damit wird der technischen Entwicklung zu größeren spezifischen Anlagenleistungen Rechnung getragen. Abbildung 2 zeigt die Anzahlen der jährlich neu errichteten Anlagen seit 1991. Basis ist jeweils das Jahr der Genehmigung, da nicht in allen Fällen das Jahr der Inbetriebnahme bekannt ist.

Aus der Anzahl der jährlich neu errichteten Anlagen nach Inkrafttreten des ersten EEG im April 2000 (Jahre 2001 bis 2012) wurde ein Mittelwert von ca. 110 Anlagen pro Jahr ermittelt. Dieser Mittelwert beinhaltet das Jahr 2001 nach Einführung des EEG mit einer starken Konjunktur. Diese Situation ist ähnlich der derzeitigen, in der sich mit der neuen Ausweisung der Windeignungsgebiete und aufgrund der politischen Rahmenbedingungen eine ebenfalls starke Konjunktur im Zubau von Windkraftanlagen abzeichnet.

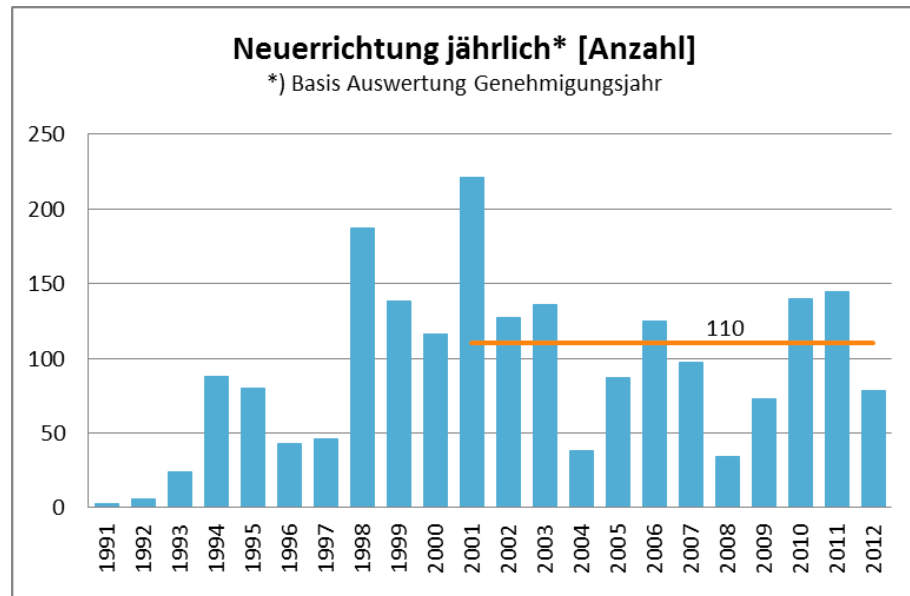


Abbildung 2: Anzahl jährlich neu errichteter Windkraftanlagen

Aktuell vorliegende Genehmigungsanträge

Gemäß Datenangaben des MELUR liegen Ende August 2013 Genehmigungsanträge für Anlagen mit einer Gesamtleistung von 1.350 MW vor. In den Folgejahren wird die jährliche Neuerrichtung voraussichtlich wieder fallen.

Das MELUR hat von den Netzbetreibern (Schleswig-Holstein Netz AG und E.ON Netz GmbH) die Information, dass Anfang 2013 für Schleswig Holstein Anträge neuer Netzanschlüsse für Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 3,5 GW vorliegen. Mit der mittleren Ausbaurate der letzten 10 Jahre und der angenommenen durchschnittlichen Anlagenleistung als Grundlage würde bis 2023 nur diese Leistung neu errichtet. Somit stellt dieser Zubau von 3,5 GW aus heutiger Sicht eine Untergrenze des möglichen Zubaus dar.

Mögliche begrenzende Faktoren

Mögliche begrenzende Faktoren für die zukünftige Ausbaurate bei Windkraftanlagen liegen in der Genehmigungskapazität, der Produktionskapazität, der Montagekapazität, den Montagebedingungen (Wetter), dem Netzausbau, der Finanzierung oder den politischen Rahmenbedingungen.

Tatsächlich stellt aus heutiger Sicht keiner dieser Faktoren eine rigide Begrenzung des Ausbaupotenzials dar:

- Die Behörden in Schleswig-Holstein haben das Personal zu Bearbeitung von Genehmigungsanträgen bereits aufgestockt und würden dieses bei Bedarf auch weiter aufstocken.
- Produktionskapazität ist für neue Anlagen auf dem weltweiten Markt ausreichend vorhanden.
- Auch die Montagekapazität in Deutschland ist für mehr als 1.000 Anlagen pro Jahr vorhanden.
- Bei den Wetterbedingungen gibt es in Schleswig-Holstein je nach Region durchschnittlich 240-290 Werkzeuge mit den üblicherweise für die Montage erforderlichen Windgeschwindigkeiten unter 8 m/s.

- Mit den aktuellen Netzausbauplänen werden bis 2023 alle ausgewiesenen Windeignungsgebiete einen Netzanschluss haben.

Die Möglichkeiten zur Finanzierung und die politischen Rahmenbedingungen könnten am ehesten mögliche Begrenzungen darstellen. Die politischen Rahmenbedingungen beeinflussen zum einen die Attraktivität von Investitionen in Windkraftanlagen. Zum anderen könnten auch Anreize gesetzt werden, welche die Verteilung des Neubaus von Windkraftanlagen innerhalb Deutschlands beeinflussen.

An guten Standorten, wie sie in Schleswig-Holstein vorhanden sind, ist die Wirtschaftlichkeit von Windkraftanlagen heute schon gegeben. Auch ohne eine EEG-Förderung wären die Standorte in Schleswig-Holstein für Windkraft bevorzugte Investitionsziele.

Da keine absoluten begrenzenden Faktoren identifiziert werden können, wird für die maximale Prognose davon ausgegangen, dass alle derzeit freien Flächen innerhalb von WEG bis 2023 belegt werden. Dieses entspricht einer neu installierten Leistung von 6,4 GW.

3.1.3.3 Repowering

Mit den nun ausgewiesenen WEG stehen so viele Flächen zur Verfügung, dass zunächst keine Notwendigkeit besteht durch Rückbau von Altanlagen Platz für neue Anlagen zu schaffen. Für das Repowering ist es zudem erforderlich, dass die Eigentümer bzw. Betreiber von bestehenden Windkraftanlagen das Kapital aufbringen, um ihre alten Bestandsanlagen zu ersetzen. Daher führen die Eigentumsverhältnisse bestehender Windkraftanlagen und Windparks zu Einschränkungen bei der Ausschöpfung des Potenzials (*Dietrich in VDI-Nachrichten/Ingenieur.de, 14.09.2012*). Aus diesen Gründen wird davon ausgegangen, dass Repowering im Wesentlichen zum Ersatz von Anlagen erfolgen wird, die ihre Soll-Betriebszeit von 20 Jahren erreicht haben. Bei den Anlagen, die dieses Kriterium erfüllen wird von einer Realisierung des Repowering von 50 % ausgegangen.

Repowering innerhalb von WEG

Innerhalb der WEG ergibt sich eine Gesamtzahl von 897 Anlagen, die bis 2023 eine Betriebszeit von 20 Jahren erreicht haben. Diese haben eine Gesamtleistung von 1,1 GW. Auf den durch die Altanlagen belegten Flächen können neue Anlagen mit einer Gesamtleistung von 2,5 GW errichtet werden. Dies entspricht einer Leistungssteigerung von 1,4 GW. Mit der angenommenen 50%igen Realisierung verbleiben 0,7 GW zusätzlich installierter Anlagenleistung.

Repowering außerhalb von WEG

Außerhalb der WEG könnten bis 2023 alle Anlagen ersetzt sein, die dann älter als 20 Jahre sind und weniger als 1,5 MW Leistung haben. Aufgrund der vorstehend genannten Einschränkungen gehen wir davon aus, dass auch diese nur zur Hälfte realisiert werden.

Außerhalb der WEG ergibt sich eine Gesamtzahl von 143 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 93 MW, die bis dahin ersetzt sein könnten. Mit der geforderten Halbierung der Anlagenzahl ergeben sich daraus 71 neue Anlagen mit einer Gesamtleistung von 214 MW. Dies entspricht einer netto Leistungssteigerung von 122 MW. Mit der angenommenen 50%igen Realisierung verbleiben lediglich 61 MW zusätzlich installierter

Anlagenleistung. Diese Zahl ist in Relation zum gesamten prognostizierten Ausbau vernachlässigbar. Für die räumliche Zuordnung der Prognose wird das Repowering außerhalb der WEG daher nicht berücksichtigt.

3.1.3.4 Räumliche Priorisierung

Mit der vorstehenden Einschränkung des Repowering bleiben zwei Flächenkategorien für die zukünftige Neuerrichtung von Windkraftanlagen:

- Restflächen innerhalb von bereits teilweise belegten WEG mit dem Vorteil der bereits vorhandenen Netzanbindung,
- Ausbau von bisher nicht belegten WEG mit dem Vorteil der größeren Freifläche und freien und damit optimalen Beplanbarkeit.

Betrachtet man die aktuell Ende 2012 und Anfang 2013 beantragten und im Genehmigungsverfahren befindlichen Anlagen (*Datenangaben MELUR*), stellt man fest, dass beide Flächenkategorien gleichermaßen vertreten sind. Somit ist hier keine Priorisierung abzusehen. Für die Prognose wird daher von einer gleichmäßigen Verteilung des prognostizierten Ausbaus auf die vorhandenen Freiflächen innerhalb von WEG ausgegangen.

3.1.4 Gesamtergebnis Wind

Die Verteilung des Potenzials und der Prognose bis 2023 im Bereich Wind ist in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Tabelle beinhaltet die folgenden Ergebnisse aus den vorhergehenden Abschnitten:

Potenzial

- Das Potenzial der WEG von 11,4 GW gemäß Abschnitt 3.1.2.1
- Das Potenzial des Repowering außerhalb von WEG in Höhe von 0,22 GW gemäß Abschnitt 3.1.2.2

Prognose

- Die Untergrenze der prognostizierten Bandbreite (Prognose Min.) für den Zubau gemäß Abschnitt 3.1.3.2 von ca. 3,5 GW.
- Die Obergrenze (Prognose Max.) für den Zubau ergibt sich aus folgenden Anteilen:
 - Belegung aller derzeit freien Flächen in den ausgewiesenen Windeignungsgebieten gemäß Abschnitt 3.1.3.2 in Höhe von 6,4 GW
 - Repowering gemäß Abschnitt 3.1.3.3 in Höhe von 0,7 GW.

Dieses entspricht für 2023 einer gesamten installierten Leistung zwischen 6,9 GW als untere und 10,5 GW als obere Grenze; ohne neue Windeignungsgebiete auf Basis des Bestandes in Höhe von 3,4 GW.

Das größte Potenzial findet sich erwartungsgemäß in den Kreisen Nordfriesland, Schleswig-Flensburg, Dithmarschen und Rendsburg-Eckernförde, wo in Küsten nahen Gebieten viele Windeignungsgebiete ausgewiesen sind. Entsprechend verteilt sich auch der erwartete Zubau im Wesentlichen auf diese Gebiete.

Tabelle 1: Ergebnis Windenergie für bestehende WEG und Repowering außerhalb von WEG

Kreis	Leistung in MW			Potenzial*
	Bestand 11/2012	Prognose* 2023 MIN	Prognose* 2023 MAX	
Dithmarschen	995	1.455	1.981	2.146
Flensburg	0	0	0	0
Hansestadt Lübeck	5	5	5	5
Herzogtum Lauenburg	46	177	267	280
Kiel	0	8	14	14
Neumünster	0	0	0	0
Nordfriesland	912	1.958	3.209	3.836
Ostholstein	426	873	1.290	1.495
Pinneberg	22	26	28	28
Plön	44	117	177	201
Rendsburg-Eckernförde	125	472	743	763
Schleswig-Flensburg	344	820	1.386	1.560
Segeberg	56	235	355	378
Steinburg	344	618	878	962
Stormarn	51	103	135	141
Gesamtergebnis	3.370	6.867	10.468	11.814

*) Auf den derzeit ausgewiesenen WEG zzgl. Repowering außerhalb WEG

3.2 Photovoltaik

Die Potenzialanalyse Photovoltaik berechnet das gesamte theoretisch nutzbare Flächenpotenzial (Dach- und Freifläche) in Schleswig-Holstein. Dabei werden der Anlagenbestand und das Ausbaupotenzial auf den möglichen freien Flächen betrachtet. Da es auf unterschiedlichen Flächenarten unterschiedliche Anforderungen gibt, wird wie folgt unterschieden in:

- Anlagenbestand auf den vorgenannten Flächenarten (Stand Dez. 2012)
- ein Ausbaupotenzial an Freiflächenanlagen unter den Voraussetzungen des EEG 2012 (unter Berücksichtigung des Ausbaudeckels von 52 GW in Deutschland)
- ein Ausbaupotenzial an Freiflächenanlagen außerhalb der aktuell geltenden Vergütungsregeln des EEG 2012
- Dachflächenausbaupotenzial

Zur Ermittlung des Ausbaupotenzials werden die in Abschnitt 3.2.1 genannten Flächen (Positivflächen) mit definierten Ausschlusskriterien (Negativflächen) verschnitten und die Bestandsanlagenleistung je Gemeinde in Abzug gebracht.

Die Prognose des Ausbaus bis 2023 erfolgt im Abschnitt 3.2.3. Hier wird eine Abschätzung des zu erwartenden Ausbaus anhand von aktuellen Studien und Entwicklungen durchgeführt.

3.2.1 Ausschlusskriterien / Vorranggebiete

Vorranggebiete gemäß EEG 2012

Im Folgenden wird das Potenzial für Freiflächen-Anlagen gemäß des derzeitigen § 32 EEG beschrieben. Die folgenden Kriterien für die Vergütungsfähigkeit werden auf Basis der vorliegenden Datengrundlage berücksichtigt:

- Bauliche Anlagen, die vorrangig zu anderen Zwecken als der Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie errichtet worden sind
- Flächen, für die ein Verfahren nach § 38 Satz 1 des Baugesetzbuches durchgeführt worden ist (Flächen mit Planfeststellung)
- Flächen, die im Bereich eines beschlossenen Bebauungsplans im Sinne des § 30 des Baugesetzbuches liegen, und
 - a) der Bebauungsplan vor dem 1. September 2003 aufgestellt und später nicht mit dem Zweck geändert worden ist, eine Anlage zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie zu errichten,
 - b) der Bebauungsplan vor dem 1. Januar 2010 für die Fläche, auf der die Anlage errichtet worden ist, ein Gewerbe- oder Industriegebiet im Sinne der §§ 8 und 9 der Baunutzungsverordnung ausgewiesen hat, auch wenn die Festsetzung nach dem 1. Januar 2010 zumindest auch mit dem Zweck geändert worden ist, eine Anlage zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie zu errichten, oder
 - c) der Bebauungsplan nach dem 1. September 2003 zumindest auch mit dem Zweck der Errichtung einer Anlage zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie aufgestellt worden ist und sich die Anlage auf Flächen befindet, die längs von Autobahnen oder Schienenwegen liegen, und sie in einer Entfernung bis zu 110 Metern, gemessen vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn, errichtet worden ist.
- Flächen im Bereich eines beschlossenen Bebauungsplans im Sinne des § 30 des Baugesetzbuches, der nach dem 1. September 2003 zumindest auch mit dem Zweck der

Errichtung einer Anlage zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie aufgestellt worden ist und sich

- auf Flächen befindet, die zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans bereits versiegelt waren, oder
- auf Konversionsflächen aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung befindet und diese Flächen zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans nicht
 - a) als Naturschutzgebiet im Sinne des § 23 des Bundesnaturschutzgesetzes oder
 - b) als Nationalpark im Sinne des § 24 des Bundesnaturschutzgesetzes rechtsverbindlich festgesetzt worden sind.

Aufgrund des Planungszeitraums für eine Freiflächen-Photovoltaikanlage und einem Mindestflächenbedarf von 2 ha (siehe Abschnitt 3.2.2), werden bei ehemaligen Flächen aus militärischer Nutzung nur die Standorte zu jeweils 50 % berücksichtigt, deren Schließungen bis 2014 beschlossen sind und ausreichend Freifläche zur Verfügung haben. Aufgrund dieser Annahmen werden die Patriot-Stellung Leck und das Munitionslager Enge-Sande berücksichtigt.

Bei der Berücksichtigung von Gewerbe-/Industriegebieten mit einem rechtskräftig gewordenen Bebauungsplan vor 2010 werden nur die unbebauten Flächen hinzugezählt, wenn der Belegungsgrad < 50 % beträgt. Teilbelegte Gewerbe- und Industrieflächen zeigen einen gewissen Nutzungsdruck, der mit dem Belegungsgrad steigt. Vorrangig sollen diese Flächen mit den entsprechenden Gewerbe- oder Industrienutzungen belegt werden, die auch in der Regel höhere Pacht- oder Kaufpreise zahlen als Betreiber von Photovoltaikanlagen. Daher kann davon ausgegangen werden, dass Gewerbe- bzw. Industriegebiete mit einem Belegungsgrad > 50 % aus wirtschaftlichen Gründen für eine Photovoltaiknutzung uninteressant sind.

Ausschlussflächen innerhalb und außerhalb des EEG 2012

Die vergütungsfähigen Flächen werden reduziert durch die Definition von Ausschlussgebieten gemäß technischer Grenzparameter und genehmigungsrechtlicher Vorgaben, auf denen keine Nutzung von Freiflächenphotovoltaik möglich ist.

Folgende Ausschlussgebiete für die Betrachtung des Ausbaus innerhalb und außerhalb des EEG 2012 für Freiflächenphotovoltaikanlagen werden berücksichtigt:

- vergütungsfähige Flächen, kleiner als 20.000 m² → unwirtschaftlich
- topographisch ungeeignete Gebiete mit Nordhängen ab 5 Grad (9 %) Neigung → technisch ungeeignet - unwirtschaftlich
- Nationalparks, Naturschutzgebiete und FFH-, SPA-Gebiete, Wasserschutzgebiet I/II → nicht genehmigungsfähig
- Überschwemmungsgebiete (Pinnau, Krückau, Stör, Trave, Alster, Bille) → technisch ungeeignet
- Boden-/ Kulturdenkmäler (Datengrundlage eher unvollständig) → nicht genehmigungsfähig
- Vorranggebiete gemäß Regionalplanung: Hochwasserschutz, oberflächennahe Rohstoffe, Naturschutz → widersprechende Nutzung/Eigenart nicht genehmigungsfähig
- Sondergebiete Bund gemäß Regionalplanung → nicht genehmigungsfähig
- Flächenbestand für Energiepflanzenanbau (Ansatz: Studie MELUR: 195.000 ha Anbaufläche 2020) → widersprechende Nutzung/Eigenart

- Gehölz und Waldflächen, Gewässer, Siedlungsflächen, Straßen und Bahnlinien
→ widersprechende Nutzung/Eigenart
- Leitungstrassen (110/380 kV Stromleitungen): Abstand 20 m beidseitig der Trasse (gemäß DIN EN 50341-1 VDE 0210-1:2010-04 Freileitungen über AC 45 kV) → nicht genehmigungsfähig
- Halligen und Inseln im Wattenmeer sowie Vordeichflächen → nicht genehmigungsfähig
- Küsten(schutz), Marschland, Deiche → nicht genehmigungsfähig
- Das Gesetz zur Erhaltung von Dauergrünland (Dauergrünlandgesetz – DGLG) verbietet die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland. Die daraus resultierenden Auswirkungen für die Nutzung als Photovoltaik-Freifläche sind noch unbestimmt und ermöglichen keine belastbare Berechnung, weshalb diese neue gesetzliche Regelung nicht berücksichtigt werden konnte.

3.2.2 Ausbaupotenzialermittlung

3.2.2.1 Ausbaupotenzial Freiflächen innerhalb des EEG 2012

Als Ergebnis der Analyse ergibt sich eine potentiell zur Verfügung stehende Fläche für Freiflächenphotovoltaikanlagen in Hektar (ha). Um das technische Gesamt-Potenzial in MWp (installierbare Anlagenleistung) zu errechnen, wird folgende Formel angewandt:

$$\text{Gesamtpotential} = 0,6[\text{MWp/ha}] * \text{potentielle Fläche [ha]}$$

Unter derzeit betriebstechnisch optimalen Anlagenauslegungen wird für 1 kWp eine Fläche von ca. 17 m² im Freiland benötigt.

Für 1.000 kWp dementsprechend 17.000 m². Auf 1 ha (10.000 m²) können somit rein rechnerisch 588 kWp = 0,588 MWp installiert werden. Aufgerundet kann man von 0,6 MWp pro ha ausgehen.

Um das Ausbaupotenzial zu ermitteln, wird von diesem Gesamt-Potenzial die Summe der bereits bestehenden Freiflächenphotovoltaikanlagenleistung subtrahiert (*Tennet und Bundesnetzagentur Stand Dez. 2012*). Da die Angaben über bereits angeschlossene Photovoltaikanlagen seitens des Übertragungsnetzbetreibers und der Bundesnetzagentur keine Unterscheidung zwischen Dach- und Freiflächenanlagen treffen, werden alle gelisteten Photovoltaikanlagen über 1 MWp Leistung als Freiflächenanlagen definiert. 1 MWp Leistung ist auf ca. 2 ha Fläche realisierbar. Ab dieser Flächengröße ist es erst wirtschaftlich eine Genehmigungsplanung mit ggf. Gutachten, Trassenplanung und -sicherung sowie Netzanschluss durchzuführen. Zudem stehen ab dieser Größe erst die Randkosten (Zaun, Wegebau, Bepflanzung, etc.) noch in einem wirtschaftlich vertretbaren Verhältnis.

Das Ergebnis ist das Potenzial des Ausbaus der Anlagenleistung auf Freiflächen in MWp innerhalb des EEG 2012. Nach Berechnung stehen innerhalb des EEG 2012 ca. 24.300 ha an Fläche zur Verfügung, woraus sich nach oben definierter Formel ein Potenzial von ca. 14,5 GW errechnen lässt.

3.2.2.2 Ausschlussflächen außerhalb des aktuell gültigen EEG 2012

Die Identifikation von Flächen erfolgt ausschließlich nach Negativkriterien, d. h. Flächen, die nicht als Ausschlussgebiete definiert sind (Auflistung siehe Punkt: Aus-

schlussflächen innerhalb und außerhalb des EEG 2012), bieten ein Potenzial zur Errichtung von Photovoltaikfreiflächenanlagen.

Ausbaupotenzial Freiflächen außerhalb des gültigen EEG 2012

Die Berechnung der technisch möglichen Gesamtleistung in MWp erfolgt nach folgender Formel:

$$\text{Gesamtpotential} = 0,6[\text{MWp/ha}] * \text{potentielle Fläche [ha]}$$

Von dem errechneten Gesamt-Potenzial werden die bereits bestehenden Freiflächenphotovoltaikanlagen (*Tennet und Bundesnetzagentur Stand Dez. 2012*) subtrahiert.

Das Ergebnis ist das Potenzial des Ausbaus der Anlagenleistung auf Freiflächen außerhalb der nach EEG 2012 Vorgaben bestimmten Ausbaufäche. Nach Berechnung stehen außerhalb des EEG 2012 ca. 687.200 ha an Fläche zur Verfügung, woraus sich nach oben definierter Formel ein Potenzial von ca. 412,3 GW errechnen lässt. Der Mobilitäts- und Umsetzungsfaktor für diese Flächen wird aufgrund unterschiedlicher Kriterien (z.B. Flächenverfügbarkeit, konkurrierende Nutzungen, gemeindliche Planungshoheit, Direkt- und Eigenvermarktung) deutlich unter 100% liegen (siehe Abschnitt 3.2.3.1),

3.2.2.3 Ausbaupotenzial Dachflächen

Bei der Berechnung des Dachflächen-Potenzials werden alle Gebäudestrukturen einer Bewertung für eine Eignung für die Errichtung von Photovoltaikanlagen unterworfen. Dabei kommen folgende Parameter zum Tragen:

- Abzug aller Grundflächen kleiner als 20 m² (belegbare Fläche ca. 10 m² = 1 bis 1,5 kWp) aufgrund wirtschaftlicher Nichteignung (in der Regel überproportional hohe Randkosten)
- Abzug von Gebäudeklassen, die, entsprechend den Erfahrungen aus realisierten Projekten, aufgrund ihrer Eigenart eine Nutzung für Dachflächenphotovoltaik ausschließen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Gebäude Nichteignung für Dachflächenphotovoltaik nach ALK (Automatisierte Liegenschaftskarte)

Gebäude ID	Gebäudeart
2742	auf Schienen verschiebbares Gewächshaus
2891	Aussichtsturm
0957	Bauteil
1381	Behelfsmäßiges Wohngebäude
2342	Dock
2619	Entwässerung
2725	Futtersilo
2572	Gasometer
2888	Gebäude für Botanik allgemein
2741	Gewächshaus
2882	Gewächshaus
2748	Gewächshaus allgemein
2611	Kläranlage
1006	Kleines untergeordnetes Gebäude

1196	Kontrollturm
2551	Öltank
2362	Parkdeck (offen)
2883	Pflanzenschauhaus
2343	Schleuse
1174	Schutzbunker
2363	Tiefgarage
1194	U-Bahnhof
2523	Umformer
2522	Umspannwerk
2921	Ungenutztes Gebäude
1005	Unterirdisches Gebäude
2515	Wasserbehälter
1913	Wassermühle oder Schöpfwerk
2514	Wasserturm
1911	Windmühle

Um eine Aussage über das Potenzial zu erhalten, werden folgende Berechnungsmethoden angewendet:

Berechnungsformel für die nutzbare Photovoltaikfläche (*nach LÖDL et al. 2010* (keine Unterscheidung hinsichtlich Steil- und Flachdach))

$$A_{PV,Nutz[m^2]} = 0,5 * A_{GGF}$$

$$A_{PV,Nutz[m^2]} = \text{Nutzbare Photovoltaikfläche in m}^2$$

$$A_{GGF} = \text{Fläche Gebäudegrundfläche}$$

Berechnungsformel für das gesamte Ausbaupotenzial in MWp (*nach CORRADINI et al. 2006*):

$$\text{Gesamtpotential [MWp]} = A_{PV,Nutz} * 150 \text{ W/m}^2$$

Der Ansatz von 150 Watt auf den Quadratmeter ergibt sich beim Einsatz von typischen 250 Watt Modulen mit einer Modulgrundfläche von 1,65 m²

Beispielrechnung:

- Gebäudegrundfläche A_{GGF} : 50 m² =>
- nutzbare PV Fläche $A_{PV,Nutz[m^2]}$: 50 m * 0,5 m = 25 m²
- Gesamt-Potenzial: 25 m² * 0,15 kW/m² = 3,75 kWp = 0,0037 MWp

Von dem errechneten Dachflächen-Potenzial wird die Summe der Leistung der bestehenden Photovoltaikanlagen auf Dachflächen abgezogen (*Quelle Tennet und Bundesnetzagentur Stand Dez. 2012*). Dabei werden alle gemeldeten Anlagen unter 1 MWp Leistung als Dachflächenanlagen angenommen (Begründung siehe auch 3. Absatz: Ableitung des Potenzials innerhalb des EEG 2012).

Das Ergebnis ist die potentielle Dach-Anlagenleistung in MWp (siehe Tabelle 5).

3.2.3 Ausbauprognose 2023

Die Prognose über den zu erwartenden Zubau von Photovoltaikanlagen und dessen räumlicher Verteilung bis zum Jahr 2023 erfolgt verbal-argumentativ.

3.2.3.1 Freiflächenphotovoltaik und deren Ausbau bis zum Jahr 2023

Das derzeit gültige EEG definiert Flächenkategorien und genehmigungsrechtliche Rahmenbedingungen innerhalb derer eine Vergütung auf 20 Jahre sichergestellt ist. Aktuell ist im Gesetz ein „Deckel“ von 52 GW installierter Anlagenleistung in Deutschland festgesetzt. *QUASCHING 2012* geht davon aus, dass zwischen 2014-2018 dieser Wert erreicht wird. In Ableitung der jährlichen Zubauraten in Deutschland der letzten Jahre von ca. 7 GWp, wird davon ausgegangen, dass bis Ende 2015 die angestrebten 52 GW an Photovoltaikleistung in Deutschland erstellt sein könnten. Wenn die installierte Anlagenleistung den Wert von 52 GW überschreitet, soll nach derzeitigen gesetzlichen Festlegungen keine Vergütung mehr für neuinstallierte Photovoltaiksysteme gezahlt werden. Der Einspeisevorrang für Erneuerbare Energien bleibt aber nach derzeitiger Gesetzeslage auch danach gesichert. Durch diese Rahmenbedingungen wird der Übergang von der Einspeisevergütung zur Direktvermarktung/Eigenverbrauch verstärkt in den nächsten zwei Jahren eingeleitet. Es werden sich lokale Märkte entwickeln, die sich neben verfügbaren Flächen vor allem auch am vorhandenen Absatz-Potenzial orientieren werden.

Die Auswahl geeigneter Flächen und deren Vermarktung als Energieerzeugungsfläche obliegen ab diesem Zeitpunkt vermehrt den Gemeinden (Planungshoheit) und Stromabnehmern. Insbesondere der regionale Energieversorger mit eigenem Versorgungsnetz hat gegenüber anderen Betreibern einen gewissen Vorteil Freiflächenanlagen zu betreiben. Neben günstiger Stromerzeugung (derzeit liegen die Stromgestehungskosten im Freiflächenbereich aufgrund der geringen Systempreise bei ca. Euro 0,10 / kWh) hat er direkten Einfluss auf die Laststeuerung und bereits ein großes Kundennetz. Erzeuger und Abnehmer sind eng beieinander.

Bei der Direktvermarktung/Eigenversorgung ist der Betreiber nicht mehr an die Flächenkategorien des EEG gebunden und kann theoretisch auf allen potentiellen Flächen eine PV Anlage errichten. Die kommunale Genehmigungsplanung und die potentiellen Einspeisepunkte sind dann wichtige Regulatoren für die Flächenauswahl und den regionalen Zubau. Regionale Dienstleister werden verstärkt in den Strommarkt eintreten. Bereits im Jahr 2014 wird die Anzahl der errichteten Anlagen außerhalb einer Vergütung zunehmen und in 2014 bereits die Vergütung aus dem EEG weitgehend überflüssig machen. Bei diesen Annahmen werden die derzeitigen Vergütungen des EEG, Strompreise und die aktuellen politischen Rahmenbedingungen unterstellt.

Die Obergrenze des Ausbaus der Freiflächen Photovoltaik bis 2023 wird angesichts bis dahin geringer Transport- und Speicheroptionen maßgeblich durch die regionale Nutzbarkeit des PV-Stroms bestimmt. Es wird sich die wirtschaftliche Obergrenze des Ausbaus an der fehlenden Vermarktungsfähigkeit orientieren, d.h. wenn Eigenverbrauch, Transport und Speicherpuffer-Potenzial erschöpft sind, ist jeder weitere Zubau von PV-Anlagen unrentabel.

Es wird davon ausgegangen, dass innerhalb des EEG im Zeitraum von Anfang 2013 bis Ende 2014 analog zu den Jahren 2010 und 2011 der Freiflächenanlagenausbau in Schleswig-Holstein jährlich ca. 100 MWp beträgt (vgl. *Energymap.info 2012*). Dabei werden folgende Annahmen gemacht:

Der Zubau innerhalb einer EEG Vergütung wird bis 2015 nahezu vollständig auslaufen. Anlagen mit Eigenverbrauch/Direktvermarktung werden ab 2013 und insbesondere ab 2014 die Anlagen mit EEG Vergütung ablösen. Weitere Entwicklungen in den Bereichen Stromspeicher, E-Mobility und Power-to-Gas werden den PV Zubau unterstützen. Nennenswerte Unterstützung wird aber aufgrund der Entwicklungszeiten erst ab 2016 erwartet.

Kumuliert bis 2015 beträgt der Ausbau innerhalb des EEG's demnach 200 MWp. Bei der Analyse werden die 200 MWp statistisch über den Anteil der jeweiligen Gemeinden an möglichen Potenzialflächen verteilt. Folgende Formel beschreibt den Ausbau pro Gemeinde bis Ende 2015:

$$Ausbau\prognose_{2015} = \frac{Potentialfläche(EEG)\ Gemeinde}{Potentialfläche(EEG)\ Schleswig - Holstein} * 200\ MWp$$

Spätestens ab dem Jahr 2015 wird die Direktvermarktung/Eigenverbrauch eine marktfähige Alternative zu der Einspeisevergütung darstellen und die Vergütung aus dem EEG verdrängen. Grund sind die anzunehmenden steigenden Strompreise und die verhältnismäßig günstigen Stromgestehungskosten von Freiflächenphotovoltaikanlagen, die sich vermutlich noch weiter verringern werden.

Somit wird bis 2023 mit einem Ausbau von jährlich bis zu 100 MWp gerechnet. Der Übergang vom Vergütungssystem des EEG zum Eigenverbrauch bzw. Direktvermarktung wird fließend stattfinden. 800 MWp können somit unter diesen Voraussetzungen bis 2023 zugebaut werden.

Der Ausbau wird sich dabei auf die Nähe von Abnehmern / Verbrauchern (z.B. Wohn-, Gewerbe- und Industriegebiete) und Einspeisepunkten (z.B. Umspannwerke) konzentrieren, da bei der dezentralen Direktvermarktung/Eigenverbrauch insbesondere die Kosten für die Netzeinspeisung erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben. Pro MWp Leistung des Photovoltaikparks erscheint unter optimalen Bedingungen eine Entfernung von maximal 1 km zu einem Einspeisepunkt wirtschaftlich darstellbar. Aufgrund der Tatsache, dass für die Biomasseprognose ein ähnlicher Flächenansatz zum Tragen kommt, ist von einer gewissen Flächenkonkurrenz auszugehen. Da Freiflächenphotovoltaik eine höhere Flächeneffizienz (Wirtschaftlichkeit) besitzt, wird vermutlich überwiegend die Photovoltaik dominieren. Windeignungsgebiete gemäß Regionalplanung werden als Potenzialflächen ausgespart, da die Windprojekte die potentiellen Flächen in der Regel durch die grundbuchliche Sicherung der finanzierenden Geldinstitute sperren. Eine Doppelnutzung wird daher schwierig und wird in dieser Betrachtung ausgeschlossen.

In Tabelle 3 sind die Ausschlussbedingungen aufgeführt.

Tabelle 3: Ausschlussbedingungen Freiflächenphotovoltaik außerhalb der EEG Vergütung

Bedingung Prognose 2023	Grund
Pro möglicher MWp Anlagenleistung maximal 1 km Entfernung zur Einspeisemöglichkeit (20 kV Netz oder Umspannwerk)	wirtschaftlich
Windeignungsgebiete gemäß Regionalplanung	Nutzungskonkurrenz

Unter Berücksichtigung dieser Parameter kann folgende Formel für jede Gemeinde angenommen werden;

$$Ausbau\text{prognose}_{2023} = \text{Ausbau\text{prognose}_{2015}} + \left(\frac{\text{Potentialfläche(außerhalb EEG) Gemeinde}}{\text{Potentialfläche(außerhalb EEG) Schleswig – Holstein}} \right) * 800 \text{ MWp}$$

Die Entwicklung von Photovoltaikstrom-Speicher, Power-to-Gas und E-Mobility können dabei der Photovoltaik einen weiteren Ausbauschub verschaffen und ggf. zur regionalen Veränderung des Ausbaus führen. Eine nennenswerte Unterstützung kann nach derzeitigem Entwicklungsstand vermutlich erst ab 2016 erwartet werden.

Der Übertragungsnetzausbau kann ebenfalls zu einer Erhöhung des PV Zubaus führen. Mit einem nennenswerten Netzausbau kann aber erst ab 2017 gerechnet werden (nach dem derzeit aufgestellten Bundesbedarfsplan) unter Berücksichtigung möglicher Planungsbeschleunigungen.

Die Analyse des Zubau-Potenzials von Freiflächenphotovoltaik in Schleswig-Holstein bis 2023 beträgt unter den erläuterten Voraussetzungen 1 GW. Die regionale Entwicklung wird sich dabei, insbesondere bei Anlagen außerhalb einer EEG Vergütung an den Stromabnehmern/Einspeisepunkten orientieren. Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass es insbesondere in den Kreisen Schleswig-Flensburg (175 MW), Rendsburg-Eckernförde (171 MW), Segeberg (116 MW), Ostholstein (109 MW) und Herzogtum Lauenburg (88 MW) vorrangig zu einem Photovoltaik Freiflächenanlagenzubau kommen kann.

Die Angaben zur Prognose 2023 stellen jeweils den Zubau inklusive des Bestands dar.

Tabelle 4: Freiflächenphotovoltaik Gesamtüberblick

Kreis	Bestand 12/2012	Prognose 2023	Potenzial
Dithmarschen	51	99	778
Flensburg	0	5	133
Hansestadt Lübeck	0	16	406
Herzogtum Lauenburg	0	88	1.236
Kiel	0	9	254
Neumünster	0	10	270
Nordfriesland	64	146	1.222
Ostholstein	5	114	1.427
Pinneberg	0	24	595
Plön	0	62	911
Rendsburg-Eckernförde	2	173	2.531
Schleswig-Flensburg	102	277	2.463
Segeberg	0	116	1.746
Steinburg	0	49	753
Stormarn	0	37	823
Gesamtergebnis	224	1.225	15.548

3.2.3.2 Dachflächenphotovoltaik und deren Ausbau bis zum Jahr 2023

Bei der Berechnung der Ausbauprognose bis 2023 wird ein Ausbau des Gebäudebestands mit einbezogen. Nach dem Statistischen Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2012 stieg zwischen 2004 und 2011 die Anzahl der Wohngebäude in Schleswig-Holstein jedes Jahr um durchschnittlich 0,6 %. Angaben über Nichtwohngebäude sind nicht vorhanden. Der Zubau von Gebäuden bis 2023 wird mit der durchschnittlichen Dachgröße ($A_{PV, Nutz}$) aus der Analyse multipliziert und die potentielle Photovoltaikleistung nach dem im Abschnitt 4.4.1 beschriebenen Verfahren berechnet. Dieser Wert wird mit dem technischen Potenzial addiert. Unter dem technischen Potenzial werden Abstandsflächen zu Schneefang, Dachkanten und Blitzschutz berücksichtigt.

$$Prognose\ I\ [MWp] = \text{technisches Potential} + \text{Ausbau Gebäude}$$

Bei der Prognose werden die Listen der in Schleswig-Holstein geschützten Objekte (Landes-Denkmalamt) berücksichtigt. Der Abzug der Denkmalgebäude erfolgt in der jeweiligen Postleitzahlregion nach folgender Formel:

$$Abzüge\ Denkmalschutz\ [MWp] = \left(\sum \text{geschützte Obj.} \cdot \phi A_{PV, Nutz} [m^2] \right) \cdot 150\ W/m^2$$

$$Prognose\ II\ [MWp] = Prognose\ I - Abzüge\ Denkmalschutz$$

Ebenso wird ein Eignungs- und Mobilisierungsfaktor unterstellt. Dieser gibt den Anteil an den geeigneten Dachflächen und deren mittelfristige Umsetzbarkeit (Mobilisierung) für die solare Nutzung an. Hierbei werden einschränkende Bedingungen berücksichtigt wie z.B.: Dachaufbauten, Alter des Daches, Zustand der Bausubstanz, Dachänderungen in den nächsten 20 Jahren, vorhandene Immobilien-Finanzierung, Eigentumssituation, Netzeinspeisung, Überzeugung des Eigentümers, Nutzung des Gebäudes, Dachstatik, Tatkraft des Eigentümers, usw. Klärle et al. 2011 geben einen Mobilisierungsfaktor für das Saarland von 50 % bis 2020 an.

Dieser Wert wird für Schleswig-Holstein aufgrund einer anderen Siedlungs-/Gebäude-Eigentumsstruktur bis 2023 als zu optimistisch angesehen. Wir gehen für Schleswig-Holstein von einem Mobilisierungsfaktor von 25 % als Variante **a** für eine maximale Ausbauprognose aus.

$$Prognose\ IIIa\ [MWp] = Prognose\ II \cdot 0,25$$

Bei der Gebäudephotovoltaik ist auch die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2012 in Verbindung mit dem Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) relevant. Diese werden auch dem Zubau der Solarthermie als „Konkurrenznutzung“ zur Photovoltaik auf Dächern eine gewisse Unterstützung geben. Allerdings bekommt die PV aufgrund der erheblichen Kostensenkungen einen wachsenden Marktanteil für den Betrieb von E-Heizungen und Wärmepumpen. Auch der Einsatz von Wärmespeichern im Rahmen von Power-to-Heat fördert eher den Ausbau der PV. Entscheidend wird der Gestehungspreis sein und hier ist derzeit die PV günstiger als die Solarthermie. Somit wird von keiner Zunahme des Zubaus Solarthermischer Anlagen ausgegangen.

Es wird daher von einem Ausbau der Solarthermie in Höhe von 5 % auf den ebenfalls für Photovoltaik nutzbaren Flächen ausgegangen:

$$Prognose\ IVa\ [MWp] = Prognose\ IIIa \cdot (1 - 0,05)$$

Der Wert von Prognose IVa wird als **finale Prognose Maximum** für 2023 angesehen (siehe Tabelle 5).

Aufgrund der weiterhin sinkenden Gestehungskosten für Photovoltaikstrom wird der Einsatz des PV Stroms zur Eigenversorgung immer lukrativer. Sowohl im Wohnbereich als auch in den nicht stromintensiven Gewerbe- und Industrieunternehmen ist bereits heute ein Strompreis durch selbsterzeugten PV Strom zu erzielen der unter dem des Strombezugs aus dem Netz liegt. Hieraus lässt sich ein verstärkter PV Ausbau auf den Dächern ableiten, der allerdings durch die Ankündigungen von möglichen Beteiligungen der PV Betreiber an den Netzbetriebskosten womöglich wieder eingebremst wird. Ein gänzlicher Ausbaustopp ist aber gesamtgesellschaftlich nicht darstellbar, so dass insgesamt davon ausgegangen wird, dass der PV Zubau im Dachbereich in gleicher Größenordnung wie in den letzten Jahren auch in den Folgejahren erfolgt.

Dabei wird ein Großteil der erzeugten Leistung direkt verbraucht und nicht ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Eine Unterstützung der Zubauraten können die PV-Dachanlagen durch geplante finanzielle Unterstützung von Klein-Speichern sowie der Wärmerichtlinie der EU bei Neubauten seit 2013 erfahren.

Eine erhebliche Unsicherheit bei der Zubaurate im Dachbereich besteht durch die derzeit nicht abschließend festlegbare Stromkostenentwicklung am Strommarkt. Überlegungen zu differenzierten Kostenstrukturen je nach Abnahmezeitpunkt können durchaus auch zu sehr geringen Bezugskosten in starken Erzeugungszeiten führen. Durch intelligente Abnahmemöglichkeiten und ggf. Speicherlösungen könnte auch eine deutlich geringere Zubaurate angenommen werden. In diesem Fall werden die Erzeuger auf derartige Abnahmemöglichkeiten reagieren und die Erzeugung, soweit möglich, in die teureren Zeiten verlegen bzw. durch Speichermöglichkeiten verschieben. Auch ist derzeit nicht abzuschätzen inwieweit sich die Netzanschlusskosten den veränderten Marktbedingungen anpassen werden.

Aufgrund von technisch notwendigen Umbauten (Zähler) und Entwicklungen (Speicher) sehen wir diese Entwicklungsmöglichkeit nicht vor 2016.

Unter diesen Annahmen gehen wir von einer restriktiven Variante **b** mit einem durchschnittlichen Mobilisierungsfaktor bis 2023 von 0,10 aus.

$$\text{Prognose IIIb [MWp]} = \text{Prognose II} * 0,10$$

Unter Berücksichtigung eines Ausbaus der Solarthermie in Höhe von 5 % auf den ebenfalls für Photovoltaik nutzbaren Flächen:

$$\text{Prognose IVb [MWp]} = \text{Prognose IIIb} * (1 - 0,05)$$

Der Wert von Prognose IVb wird als **finale Prognose Minimum** für 2023 angesehen (siehe Tabelle 5).

Aufgrund der unsicheren Marktbedingungen sehen wir die Zubaurate in der angegebenen Spanne von Prognose IVb bis IVa als realistisch an.

Die regionale Verteilung konzentriert sich dabei auf die siedlungsdichteren Kreise. Die größten Städte wie Kiel, Lübeck, Schleswig und Flensburg sind durch dichte Bebauung und Denkmalschutz in ihren tatsächlichen Ausbaumöglichkeiten begrenzt.

Die Angaben zur Prognose 2023 stellen jeweils den Zubau inklusive des Bestands dar.

Tabelle 5: Dachflächenphotovoltaik Gesamtüberblick

Kreis	Dachphotovoltaik Leistung in MW			
	Bestand 12/2012	Prognose 2023 MIN	Prognose 2023 MAX	Potenzial
Dithmarschen	152	170	282	1.096
Flensburg	4	34	84	336
Hansestadt Lübeck	7	75	189	774
Herzogtum Lauenburg	19	97	243	957
Kiel	5	70	175	692
Neumünster	8	38	95	374
Nordfriesland	182	211	352	1.374
Ostholstein	49	126	290	1.143
Pinneberg	24	133	332	1.306
Plön	20	73	181	715
Rendsburg-Eckernförde	79	175	420	1.654
Schleswig-Flensburg	131	173	376	1.482
Segeberg	31	139	345	1.354
Steinburg	39	92	227	894
Stormarn	19	113	284	1.112
Gesamtergebnis	769	1.719	3.875	15.263

3.2.4 Gesamtergebnis Photovoltaik

Freiflächen- und Dach-Photovoltaikanlagen zusammen genommen, lassen, unter den derzeitig abzuschätzenden Annahmen bis 2023, einen Zubau von 2,9 GW bis 5,1 GW erwarten. Die Verteilung auf die Kreise zeigt Tabelle 6. Die Prognose für das Jahr 2023 MIN und MAX beinhaltet den Bestand vom Dezember 2012.

Tabelle 6: Ergebnis Photovoltaik (Freiflächen und Dach)

Kreis	Leistung in MW			Potenzial
	Bestand 12/2012	Prognose 2023 MIN	Prognose 2023 MAX	
Dithmarschen	203	268	381	1.874
Flensburg	4	39	89	469
Hansestadt Lübeck	7	91	205	1.180
Herzogtum Lauenburg	19	185	331	2.192
Kiel	5	80	185	946
Neumünster	8	48	105	645
Nordfriesland	246	357	497	2.597
Ostholstein	54	240	404	2.570
Pinneberg	24	157	356	1.901
Plön	20	135	243	1.626
Rendsburg-Eckernförde	81	348	593	4.186
Schleswig-Flensburg	233	449	653	3.945
Segeberg	31	255	461	3.099
Steinburg	39	141	276	1.646
Stormarn	19	151	321	1.935
Schleswig-Holstein	993	2.944	5.100	30.811

Anders als beim Ausbau der Windenergienutzung ist die Nutzung der Solarenergie nicht auf die Ausweisung von Eignungsflächen beschränkt, wodurch der Prognoseerwartung ein deutlich größeres nutzbares Potenzial gegenüber steht. So erreicht das technisch mögliche Potenzial auf Freiflächen außerhalb der EEG-Regelung in Schleswig-Holstein 412 GW, die aber aufgrund verschiedener Kriterien (siehe 3.2.3.1) nicht vollständig realisiert werden können.

3.3 Biomasse

3.3.1 Potenzialermittlung

Das Biomasse-Potenzial Schleswig-Holsteins umfasst Sortimente der Land- und Forstwirtschaft sowie verschiedene biogene Abfälle bzw. Reststoffströme, siehe Tabelle 8. Die Potenzialermittlung von Pöyry basiert auf existierenden Studien zum Gesamtaufkommen an Biomasse. Hierbei ist insbesondere die Studie „Energiepotential aus Biomasse und Versorgungsbeitrag für das Jahr 2020“ des MELUR Schleswig Holstein zu nennen (2011), siehe Tabelle 7.

Tabelle 7: Ausgewählte Biomassepotenziale Schleswig-Holstein

Biomassefraktion	Energieertrag [PJ/a]
Energiepflanzen	31,9
Stroh	13,6
Gülle	9,6
Ext. Grünland	1,3
Bioabfall	0,6
Erfasste Grünabfälle	0,4
Grünschnitt Straßenrand	0,3
Weitere organische Reststoffe	7,4

Quelle: "Energiepotential aus Biomasse und Versorgungsbeitrag für das Jahr 2020" (MELUR 2011)

Für die Rohstoffsortimente die in Biogasanlagen zur Energieerzeugung genutzt werden wurde die Methanausbeute berechnet und der Energiegehalt des Gases angegeben. Angaben zu Biomassepotenzialen für Verbrennungsanlagen beziehen sich auf den unteren Heizwert des Rohstoffs.

Auf Basis der heutigen Landnutzung wurden die landwirtschaftlichen Biomassepotenziale auf Kreisebene projiziert. Dazu wurde auf die Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010 und des Statistischen Amtes für Hamburg und Schleswig-Holstein (2012) zurückgegriffen.

Tabelle 8: Zuordnung der Biomassesortimente

Energetische Nutzung in	Landwirtschaft	Forstwirtschaft	Sonstiges
Verbrennungsanlage	Stroh (Weizen, Gerste, Roggen, Triticale, Hafer, Raps)	Stammholz (zur energetischen Nutzung)	Treibsel
	Landschaftspflegematerial (von extensiv genutztem Grünland)	Industrieholz (zur energetischen Nutzung)	Klärschlamm
		Waldrestholz	Tierische Nebenprodukte
		Knick-/ Straßenpflegeholz	Altholz
Biogasanlage	Energiepflanzen (Mais, Zuckerrübe, Ganzpflanzen-silage /Gras)		Biogene Fraktion im Restabfall
	Gülle (Rinder, Schweine, Geflügel)		Fettabscheider-inhalte
	Grünabfälle		
	Bioabfälle (Biotonne)		

Die Datengrundlage für die Berechnung der energetischen Potenziale von Waldrestholz bildet die 2. Bundeswaldinventur aus dem Jahr 2002 (BWI 2). Den Berechnungen liegt

dabei das nachhaltig nutzbare Potenzial aller Baumarten zugrunde. Das Energiepotenzial von Knicks wurde auf Basis der Studie „Grünabfall- und Schnittholzverwertung in Schleswig Holstein unter Klimaschutzaspekten“ (2011) kalkuliert. Alle Berechnungen erfolgten für das Bundesland Schleswig Holstein, ohne Hamburg. Eine detaillierte Beschreibung der Berechnung erfolgt in Abschnitt 3.3.1.2.

3.3.1.1 Biomassepotenziale Agrar und Sonstige

Das gesamte Biomassepotenzial aus Agrar- und sonstiger Biomasse in Schleswig Holstein beläuft sich auf 690 MWe. Davon können 462 MWe in Biogasanlagen genutzt werden und 228 MWe in Verbrennungsanlagen, siehe Tabelle 9.

Bei Betrachtung auf Kreisebene sind die Kreise Dithmarschen (66 MWe), Nordfriesland (97 MWe), Rendsburg-Eckernförde (109 MWe), Schleswig-Flensburg (129 MWe) und Segeberg (58 MWe) besonders hervorzuheben. Diese Kreise beinhalten zwei Drittel des Gesamtpotenzials.

Landwirtschaftliche Haupt- und Nebenprodukte machen den Großteil des Gesamtpotenzials aus. Energiepflanzen (318 MWe), Stroh (145 MWe) und Gülle (119 MWe) bilden dabei mehr als 80% des Gesamtaufkommens. Im Bereich der Abfälle und Reststoffe ist vor allem Altholz (30 MWe) zu nennen.

Tabelle 9: Bioenergie-Potenziale 2023 - Agrar und Sonstige

	Energiepflanzen ohne Raps [MWe]	Stroh [MWe]	Gülle [MWe]	Ext. Grünland [MWe]	BioAbfälle [MWe]	Grünabfälle ohne AAA-Straßen [MWe]	Biomasse im Restabfall [MWe]	Altholz [MWe]	Treibsel [MWe]	Klärschlamm [MWe]	Fettscheiderinhalte [MWe]	Tierische Nebenprodukte [MWe]	Biogaspotenzial [MWe]	Verbrennungspotenzial [MWe]	Gesamtpotenzial Agrar & Sonstige [MWe]
Dithmarschen	30,0	12,9	12,5	1,8	0,7	0,5	1,0	2,8	0,3	0,8	0,1	2,4	44,7	21,0	65,8
Flensburg	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5
Kiel	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,6	0,7	1,3
Hansestadt Lübeck	1,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0	0,1	0,0	0,4	2,0	1,3	3,3
Herzogtum Lauenburg	18,7	14,5	4,3	0,5	0,6	0,4	0,8	2,5	0,3	0,7	0,1	2,1	25,0	20,5	45,4
Neumünster	0,8	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	0,4	1,5
Nordfriesland	45,6	13,7	22,0	2,9	1,0	0,7	1,4	4,1	0,4	1,1	0,2	3,5	70,9	25,7	96,6
Ostholstein	7,8	23,5	3,8	0,5	0,7	0,5	0,9	2,7	0,3	0,7	0,1	2,4	13,8	30,1	43,8
Pinneberg	9,1	2,7	4,1	0,7	0,3	0,2	0,4	1,3	0,1	0,3	0,1	1,1	14,2	6,3	20,5
Plön	12,8	14,6	5,1	0,5	0,5	0,4	0,7	2,1	0,2	0,6	0,1	1,8	19,6	19,9	39,5
Rendsburg-Eckernförde	57,0	17,9	18,7	2,2	1,1	0,7	1,4	4,3	0,4	1,2	0,2	3,7	79,1	29,6	108,7
Schleswig-Flensburg	75,1	16,1	23,9	1,9	1,0	0,7	1,4	4,0	0,4	1,1	0,2	3,5	102,3	27,0	129,3
Segeberg	28,6	11,8	8,6	0,9	0,7	0,5	0,9	2,6	0,3	0,7	0,1	2,3	39,3	18,5	57,8
Steinburg	22,2	6,5	12,0	1,5	0,5	0,4	0,7	2,1	0,2	0,6	0,1	1,8	35,9	12,6	48,5
Stormarn	8,4	10,3	3,6	0,4	0,4	0,3	0,5	1,5	0,2	0,4	0,1	1,3	13,2	14,0	27,2
Schleswig-Holstein	317,7	145,0	119,2	13,9	8,0	5,3	10,4	30,8	3,2	8,3	1,2	26,7	461,9	227,9	689,8

3.3.1.2 Biomassepotenziale Waldrestholz und Knicks

Energiepotenzial Waldrestholz 2023 - Berechnungen

In einem ersten Schritt wurde das prognostizierte oberirdische Biomasse-Potenzial des ausscheidenden Bestandes (nachhaltig nutzbares Potenzial) berechnet. Von diesem Gesamtpotenzial wurden in einem zweiten Schritt die s. g. verwertbaren Sortimente (Stamm- und Industrieholz) sowie die entsprechenden Ernteverluste abgezogen. Diese Differenz entspricht dem s. g. theoretischen Waldrestholzpotenzial. Eine Reduzierung dieses theoretischen Waldrestholzpotenzials aufgrund möglicher ökologischer und ökonomischer Restriktionen (z. B.: Bodenschutz, Befahrbarkeit, Naturschutz usw.) wurde nicht vorgenommen.

Für die Umrechnung der Waldrestholzvolumen in Energiegehalte wurde ein Wassergehalt von 20 % unterstellt. Der Brennholzbedarf privater Haushalte wurde nicht berücksichtigt. Auswertungen des Holzmarktberichtes 2010 und 2011 des BMELV haben gezeigt, dass dieses Sortiment zu einem sehr großen Teil im Industrie- und Stammholz bereits enthalten ist.

Energiepotenzial Knicks 2023

Basis für die Kalkulation sind alle Knicks in Schleswig Holstein, inklusive den Knicks entlang von Straßen (Bezugsjahr 2010). Nach Angaben der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein ist mit Mengen von 10-20 Fm Hackschnitzel pro 100 lfd Meter Knick und Jahr zu rechnen. Entsprechend wurde mit einem durchschnittlichen Ernteaufkommen von 15 Fm Hackschnitzel pro Jahr und 100 Laufmeter kalkuliert. Für die Umrechnung der Volumen in Energiegehalte wurde ebenfalls ein Wassergehalt von 20 % unterstellt. Eine Steigerung der Erntemengen und somit der Energie-Potenziale für das Jahr 2023 wurde nicht angenommen.

Das gesamte Biomassepotenzial aus Waldrestholz und Knicks in Schleswig Holstein beträgt knapp 64 MWe und spielt somit nur eine untergeordnete Rolle im Bereich Biomasse. Die beiden Kreise Rendsburg-Eckernförde und Schleswig-Flensburg weisen die höchsten Potenziale an Waldrestholz/ Hackschnitzel aus Knicks auf. Sie beinhalten mehr als ein Drittel des gesamten Potenzials in Schleswig Holstein.

Tabelle 10: Biomassepotenziale Waldrestholz und Knicks

Kreise	Waldrestholz und Knicks Elektrische Leistung [MWe]
Dithmarschen	2,9
Flensburg	0,7
Kiel	0,9
Lübeck	1,4
Neumünster	0,3
Herzogtum Lauenburg	5,3
Nordfriesland	6,6
Ostholstein	4,9
Pinneberg	1,9
Plön	4,8

Rendsburg-Eckernförde	9,3
Schleswig-Flensburg	13,8
Segeberg	3,6
Steinburg	4,1
Stormarn	3,0

3.3.1.3 Gesamtpotenzial

Das Potenzial aus Agrar- und sonstiger Biomasse im Jahr 2023 beträgt 689,8 MWe, siehe Tabelle 9. Dieses Potenzial teilt sich wiederum in 461,9 MWe für die Nutzung in Biogasanlagen und 228 MWe zur Verbrennung. Forstliche Biomasse und Hackschnitzel aus Knicks summieren sich auf ein Gesamtpotenzial von 63,5 MWe, siehe Tabelle 10. Das gesamte Biomassepotenzial beläuft sich somit auf ca. 755 MWe (328,6 MWe und 426,1 MWe), siehe Tabelle 11, wovon 292 MWe (27,6 MWe und 264,2 MWe) in Verbrennungsanlagen und 463 MWe (300,8 MWe und 161,9 MWe) in Biogasanlagen genutzt werden können.

3.3.2 Prognose 2023

3.3.2.1 Basisannahmen

Die Prognosen zum Zubau elektrischer Erzeugungsanlagen basieren auf einem Basis-Szenario, das auf den folgenden Annahmen des MELUR und Daten des Landesamts für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume beruht.

Annahmen MELUR:

Das MELUR erwartet folgende weitere Entwicklungen im Bereich der Stromerzeugung aus Biomasse:

- Das nachhaltig nutzbare Stoffpotenzial für die Biogaserzeugung ist bereits weitgehend ausgeschöpft, so dass davon ausgegangen wird, dass die Stromerzeugung nur noch leicht gesteigert werden kann.
- Das MELUR erwartet und befürwortet, dass Bestandsanlagen sukzessive auf flexiblen Betrieb umgerüstet werden und unterstützt entsprechende Rahmensetzungen. Damit steigt die installierte Leistung bei einer entsprechenden Senkung der Volllaststunden. Da sich dieser Effekt derzeit nicht genau quantifizieren lässt, wird in der vorliegenden Potenzialschätzung die installierte Leistung für Fahrweise im Grundlastbetrieb ausgewiesen. Wie stark und wie schnell es zu der befürworteten Flexibilisierung kommt, wird über Rahmensetzungen des Bundes gesteuert, hier sind neben EEG auch Baurecht, Gewässer- und Immissionsschutzrecht zu nennen, die die Umrüstung auf flexible Fahrweise derzeit erschweren.
- Insbesondere in den Kreisen Nordfriesland und Schleswig Flensburg wird es keinen oder nur geringfügigen weiteren Zubau von Biogasanlagen bzw. eine Steigerung der installierten BHKW-Leistung im Rahmen der Flexibilisierung geben.
- Es wird ein elektrischer Wirkungsgrad von 36 % für Biogasanlagen angenommen (auf Basis der Bestandsanlagen Stand 2012)
- Für die Ausbaurate von Verbrennungsanlagen wird von 5 % pro Jahr bis 2015 ausgegangen. Danach wird kein weiterer Zubau erwartet.

- Für die Potenzialabschätzung werden nur Biogas- und Holzverbrennungsanlagen betrachtet. Hinzu kommt die Stromerzeugung aus dem biogenen Abfallanteil bei der Müllverbrennung sowie aus Deponie- und Klärgas. Aus diesen Biomasse-Arten wurden 2012 rund 0,25 TWh Strom erzeugt, d.h. zu der Stromerzeugung aus nativer Biomasse kommt noch einmal rund 10 % aus Abfall- und sonstigen Reststoffen hinzu. Das Potenzial und der zu erwartende Stromversorgungsbeitrag werden sich in den nächsten 10 Jahren nicht erheblich verändern.

Die Annahmen zum Zubau von Biogasanlagen stellen einen niedrigen und eher konservativen Wert dar, der vor dem Hintergrund des realisierten Biogasanlagenzubaues der Jahre 2012 und 2013 (Fachverband Biogas 2013) plausibel und realistisch erscheint. Zudem hat Schleswig Holstein als Bundesland mit der viertgrößten installierten Kapazität an Biogasanlagen (Fachverband Biogas 2013) bereits einen hohen Anlagenbestand, der ein starkes Wachstum in den nächsten Jahren unwahrscheinlich erscheinen lässt.

Die derzeit in Schleswig-Holstein installierte elektrische Leistung von Biomasseanlagen wird in den kommenden Jahren voraussichtlich weniger durch neue Anlagen, sondern eher durch Effizienzmaßnahmen bzw. BHKW-Erweiterungen bestehender Anlagen erhöht. Die eingesetzten Biomassemengen werden sich voraussichtlich nicht oder nicht erheblich erhöhen. Durch effizientere Anlagen wird sich der Biomasse Bedarf tendenziell reduzieren.

Die gesamte installierte Leistung von Biomasseanlagen in Schleswig-Holstein machte 2011 und 2012 lediglich knapp 7 % der installierten EE-Leistung aus. Der Anteil der Biomasse an der installierten EE-Leistung wird mit dem erwarteten weiteren Zubau von Wind Onshore und Photovoltaik zukünftig weiter sinken. Die Kalkulation mit höheren Zubauraten für Biogas- und Verbrennungsanlagen im Basis-Szenario hätte somit keinen deutlichen Effekt auf den prognostizierten Gesamtbestand von über 13 GW erneuerbarer Energien, siehe Tabelle 13. Selbst eine Verdoppelung des angenommenen Zubaus von Biomasseanlagen würde das Gesamtpotenzial um weniger als 0,5% beeinflussen

Alle weiteren Annahmen für das Basis-Szenario basieren auf Literaturquellen oder Pöyry Expertenwissen.

Annahmen Pöyry:

Zur Umrechnung von Primärenergie zur Anlagenkapazität wurden folgende Annahmen unterstellt:

- Laufzeit von 8.050 Stunden für Biogasanlagen, durchschnittlicher Wirkungsgrad von 36 %
- Laufzeit von 6.500 Stunden für Verbrennungsanlagen, durchschnittlicher Wirkungsgrad von 25 %

Der elektrische Wirkungsgrad der Verbrennungsanlagen ist gutachterlich geschätzt worden, da keine detaillierten Informationen zu den Einzelanlagen vorlagen. Dieser Wert kann in der Praxis und insbesondere bei Kleinanlagen deutlich niedriger liegen. Durch Repowering und einen generellen technischen Fortschritt ist zu erwarten, dass der Wirkungsgrad neuer oder durch Repowering verbesserter Anlagen über dem Wirkungsgradwert von 36% liegen kann. Diese Verbesserung des Wirkungsgrades betrifft den Zubau von 47 MWe (16% der installierten Kapazität in 2023, siehe Abschnitt 3.3.2.2) und hat damit nur einen sehr geringen Einfluss auf den gesamten durchschnittlichen Wirkungsgrad und wird daher im Folgenden nicht berücksichtigt.

Die FNR nimmt für Biogasanlagen eine Laufzeit von 7.900-8.200 Stunden pro Jahr an (FNR2012). Für die vorliegende Studie wird der Mittelwert von 8.050 Stunden verwendet. Bei den Verbrennungsanlagen sind die jährlichen Betriebsstunden der MELUR Studie (2011) entnommen. Durch die Einführung der Flexibilitätsprämie ist eine Absenkung der Strom-Volllaststunden zu erwarten.

Es gibt in Schleswig-Holstein Potenzial für ökonomisch und energiewirtschaftlich bedarfsgerechte Stromeinspeisung aus bestehenden Biomasseanlagen, dessen Nutzung durch geeignete Anreize mobilisiert werden könnte. Allerdings ist dieses quantitativ nicht sehr bedeutend, da in Schleswig-Holstein das Potenzial, Strom aus Biomasse zu erzeugen im Verhältnis zur Stromerzeugung aus Wind und Sonne nicht sehr hoch ist (siehe Basisannahmen oben).

Aufgrund des geringen Anteils an der Gesamtleistung und der Unwägbarkeiten hinsichtlich der Entwicklung der Rahmenbedingungen wurde eine mögliche, bedarfsangepasste Bioenergieproduktion nicht berücksichtigt. Durch die Festpreisvergütung des EEGs hatten Betreiber den Anreiz, eine möglichst hohe Auslastung ihrer Anlagen sicher zu stellen. Mit der 2012 neu eingeführten Flexibilitätsprämie wurde ein Anreiz zur bedarfsangepassten Strom-Einspeisung für Anlagenbetreiber geschaffen, dessen Wirkungsverlauf im energiewirtschaftlichen Gesamtkontext noch nicht quantifizierbar ist.

3.3.2.2 Zuordnung zu geeigneten Gebieten

Biogas

In 2011 waren ca. 253 MWe installiert. Um die prognostizierte Gesamtkapazität von 300 MWe im Jahr 2023 zu erreichen, müssen 47 MWe zugebaut werden. Dieser Zubau wurde im Verhältnis der Höhe des Biomassepotenzials (zur Biogasproduktion) einzelnen Kreisen zugeordnet. Der Zubau wurde im Verhältnis des freien Biomassepotenzials ($\text{freies Biomassepotenzial} = \text{Biomassepotenzial 2023} - \text{installierte elektrische Leistung}$) des Kreises zu freiem Biomassepotenzial in Schleswig Holstein verteilt. Kreisen mit negativem Potenzial wurde dementsprechend keine zusätzliche Kapazität zugeteilt. Das Biomassepotenzial bezieht sich hierbei nur auf Biomassesortimente, die in Biogasanlagen genutzt werden können.

Verbrennung

Für Verbrennungsanlagen wurde eine jährliche Zubaurate von 5 % bis zum Jahr 2015 unterstellt. Bei einem momentanen Bestand von 22,9 MWe entspricht dies bis zum Jahr 2023 einem Zubau von 4,8 MWe. Die Verteilung der Verbrennungsanlagen erfolgte analog zur Verteilung der Biogasanlagen auf die Landkreise.

3.3.2.3 Anlagenbestand und Zubau

Der Anlagenzubau im Basis-Szenario erfolgt analog zur Vorgehensweise in Abschnitt 3.3.2.2.

Nordfriesland und Schleswig-Flensburg sind die Kreise mit der größten installierten Leistung von Biogasanlagen in ganz Schleswig Holstein. In diesen Kreisen wird kein weiterer Zubau erwartet. Die Hansestadt Lübeck ist bereits heute auf Biogassubstrate aus anderen Kreisen angewiesen, hier wird ebenfalls kein Zubau erwartet. Die Kreise mit dem höchsten ungenutzten Potenzial sind Rendsburg-Eckernförde, Dithmarschen,

Segeberg und Steinburg. In diesen Kreisen wird, im Anhalt an Abschnitt 3.3.2.2, auch der höchste Biogasanlagenzubau erwartet.

Die Kreise mit den höchsten ungenutzten Biomassepotenzialen für die Verbrennung sind Rendsburg-Eckernförde, Schleswig Flensburg, Ostholstein und Nordfriesland, hier liegt das ungenutzte Potenzial bei über 30 MWe, siehe Tabelle 11. In diesen Kreisen wird, im Anhalt an die Methodik von Abschnitt 3.3.2.2, der höchste Zubau von Verbrennungsanlagen erwartet. Aufgrund der geringen Biomassepotenziale in den Kreisen Flensburg, Kiel, Hansestadt Lübeck und Neumünster wird hier kein Zubau erwartet.

3.3.2.4 Verbleibendes Potenzial

Im Jahr 2023 werden vom Gesamtpotenzial von 753 MWe, siehe 3.3.1.3 entsprechend den Annahmen im Basis-Szenario 327 MWe genutzt, siehe Tabelle 11. Damit verbleibt ein ungenutztes Potenzial von 426 MWe. Dieses ist am höchsten in den Kreisen Nordfriesland (41 MWe), Rendsburg-Eckernförde (76 MWe) und Schleswig-Flensburg (61 MWe).

Vom Gesamtpotenzial für Verbrennungsanlagen (292 MWe) werden 264 MWe nicht genutzt. Die größten ungenutzten Potenziale befinden sich in Ostholstein (33 MWe), Rendsburg-Eckernförde (37 MWe) und Schleswig-Flensburg (39 MWe). Eine Rohmaterialunterversorgung liegt in keinem Kreis vor.

Vom Gesamtpotenzial für Biogasanlagen (462 MWe) werden 162 MWe nicht genutzt. Hier sind vor allem Dithmarschen (22 MWe) Rendsburg-Eckernförde (39 MWe) und Steinburg (19 MWe) zu nennen. Unterversorgung besteht im Kreis Hansestadt Lübeck (1 MWe).

Tabelle 11: Bioenergie – Prognose 2023 der elektrischen Leistung in MWe

	Verbrennung*					Biogas**					Gesamt			
	Bestand Verbrennungsanlagen [MWe]	Prognostizierter Zubau bis 2023 [MWe]	Biomasse-Prognose 2023 [MWe]	Verbleibendes ungenutztes Potenzial [MWe]		Bestand Biogasanlagen [MWe]	Prognostizierter Zubau bis 2023 [MWe]	Biomasse-Prognose 2023 [MWe]	Verbleibendes ungenutztes Potenzial [MWe]		Bestand Biomasseanlagen [MWe]	Prognostizierter Zubau bis 2023 [MWe]	Biomasse-Prognose 2023 [MWe]	Verbleibendes ungenutztes Potenzial [MWe]
Dithmarschen	8,4	0,3	8,7	15,2		14,7	8,0	22,7	22,0		23,1	8,3	31,4	37,2
Flensburg	0,0	0,0	0,0	1,0		0,0	0,1	0,1	0,1		0,0	0,1	0,1	1,1
Kiel	0,0	0,0	0,0	1,7		0,0	0,2	0,2	0,4		0,0	0,2	0,2	2,1
Hansestadt Lübeck	0,8	0,0	0,8	1,9		3,1	0,0	3,1	-1,1		3,8	0,0	3,8	0,8
Herzogtum Lauenburg	1,1	0,4	1,5	24,2		12,0	3,5	15,5	9,5		13,1	3,9	17,0	33,7
Neumünster	0,0	0,0	0,0	0,8		0,0	0,3	0,3	0,8		0,0	0,3	0,3	1,6
Nordfriesland	0,3	0,6	0,9	31,5		61,6	0,0	61,6	9,3		61,9	0,6	62,5	40,8
Ostholstein	1,5	0,6	2,1	32,8		10,7	0,8	11,5	2,3		12,2	1,4	13,6	35,1
Pinneberg	2,0	0,1	2,1	6,1		2,5	3,1	5,6	8,6		4,5	3,2	7,7	14,7
Plön	0,2	0,4	0,6	24,0		10,8	2,3	13,1	6,5		11,0	2,8	13,8	30,4
Rendsburg-Eckernförde	1,6	0,7	2,3	36,7		25,4	14,3	39,7	39,4		27,0	15,0	42,0	76,0
Schleswig-Flensburg	1,4	0,7	2,1	38,6		80,0	0,0	80,0	22,3		81,4	0,7	82,3	60,9
Segeberg	4,5	0,3	4,8	17,3		16,0	6,2	22,2	17,1		20,5	6,5	27,0	34,4
Steinburg	1,1	0,3	1,4	15,5		10,5	6,8	17,3	18,6		11,6	7,1	18,7	34,1
Stormarn	0,0	0,3	0,3	16,7		6,0	1,9	7,9	5,3		6,0	2,2	8,2	22,0
Schleswig Holstein	22,9	4,8	27,6	264,2		253,3	47,5	300,8	161,9		276,1	52,2	328,6	426,1

*) Verbrennungsanlagen: elektrischer Wirkungsgrad 26% bei 6500 Stunden Laufzeit pro Jahr

**) Biogasanlagen: elektrischer Wirkungsgrad 36% bei 8050 Stunden Laufzeit pro Jahr;

3.4 Geothermie

3.4.1 Ausschlusskriterien

Aus der räumlichen Verteilung des Geothermie-Potenzials und der geringen möglichen Zahl von geothermischen Kraftwerken ergeben sich keine relevanten Ausschlusskriterien. Innerhalb einer Gemeinde, die geothermisches Potenzial hat, wird in der Regel ein möglicher Standort für eine Anlage zu finden sein.

3.4.2 Potenzialermittlung

Die möglichen geothermischen Potenziale sind nach den beiden Verfahren

- Hydrothermales System, mit der Nutzung der vorhandenen warmen Thermalwässer
- Petrothermales System, bei dem die Nutzung des warmen Gesteines durch Einbringen und Förderung von in der Regel Wasser erfolgt.

unterteilt.

Grundsätzlich wird der Nutzungsgrad bei beiden Systemen von den beiden Faktoren

- Förderrate des aufgewärmten Wassers
und
- Temperatur des Wassers

bestimmt. Eine wirtschaftliche Nutzung der geothermischen Ressource zur Stromerzeugung ist ab einer Temperatur von 110°C bei einer Mindestförderrate von 60 l/s möglich. Anmerkung: In Abhängigkeit von den Investitions- und Bohrkosten sowie den Kosten für den Betrieb der Anlage (im Wesentlichen Stromkosten) ist die Grenze der Wirtschaftlichkeit von Fall zu Fall zu berechnen.

Die Förderrate hängt dabei im Wesentlichen von der Gesteinsformation ab, ausgedrückt durch die Permeabilität (Porigkeit des Gesteines). Untersuchungen haben gezeigt, dass mit zunehmender Tiefe diese Permeabilität abnimmt und damit auch die erzielbare Förderrate. Für eine mögliche, aber noch nicht unbedingt wirtschaftliche Nutzung wird eine Permeabilität > 20% bei einer Mächtigkeit des Gesteines von > 20 m angesetzt.

Auf der anderen Seite steigt die Temperatur des Gesteins, und damit auch des vorhandenen oder eingepressten (Thermal-) Wassers mit zunehmender Tiefe mit einem mittleren Wert von 3,0 - 3,5°C pro 100 m an.

Die geologischen Untersuchungen in Schleswig-Holstein haben folgendes ergeben:

Hydrothermales System

Eine ausreichende Permeabilität liegt bis zu einer Tiefe von ca. 2500 m vor. Diese positiven Befunde lassen sich für einige Bereiche in Schleswig-Holstein ansetzen (siehe Geothermie-Atlas). Bei dieser Tiefe weist das nutzbare Thermalwasser jedoch eine Temperatur von 70 – 85°C auf. Diese Temperatur ist für eine Stromerzeugung nicht nutzbar.

Petrothermales System

Hier gilt zunächst das Vorgesagte. Der Geothermie-Atlas weist Temperaturen von bis zu 240°C aus. Es sind jedoch in der Regel extrapolierte Werte, die jedoch auf Grund der anzunehmenden Permeabilität in den Tiefen bis 5000 m mit heutigen Verfahren nicht nutzbar erscheinen. Eine Erhöhung der Porigkeit des Gesteins ließe sich durch mechanische und chemische Maßnahmen erreichen. Diese Maßnahmen sind derzeit in Deutschland nicht bevorzugt. Auch die wirtschaftliche Darstellbarkeit ist eher in Frage zu stellen.

Potenzial

Selbst unter der Annahme, dass an Standorten mit geeigneten Formationen ein geothermisches Kraftwerk erstellt werden könnte, erscheinen nicht mehr als drei Anlagen mit einer anzunehmenden Gesamtleistung von insgesamt 10 bis 12 MW realistisch.

3.4.3 Prognose 2023

Eine belastbare Prognose mit einer Standort-Zuweisung ist aufgrund des geringen Potenzials nicht machbar. Aufgrund der im Vergleich zu Wind und PV geringen möglichen Leistung ergibt sich auch kein für den Ausbau der Stromnetze relevantes Resultat.

Obwohl der Geothermie-Atlas geologische Potenziale in weiten Bereichen von West- und insbesondere Ost-Schleswig-Holstein ausweist, sind diese gegebenenfalls für die thermische Nutzung (Fern-/ Nahwärme bei entsprechend vorhandenen Nutzern, z. B. in der Nähe von größeren Städten oder Gemeinden) wirtschaftlich darstellbar. Die Nutzung zur Stromerzeugung ist aus heutiger, technischer Sicht aufgrund der hohen Investitionskosten und der geringen Flexibilität im Anlagenbetrieb nicht wirtschaftlich umsetzbar. Daher wird bis 2023 keine Stromerzeugung aus Geothermie in Schleswig-Holstein erwartet.

3.5 Wasserkraft

Bei der Beurteilung des Wasserkraftpotenzials können grundsätzlich die folgenden Potenziale berücksichtigt werden:

- Niederschlagspotenzial (potentielle Energie des Niederschlags, ermittelt über Topographie des Einzugsgebiets und mittlere Niederschlagsfracht)
- Abflussflächenpotenzial (potentielle Energie des zum Abfluss kommenden Niederschlags, ermittelt über Topographie des Einzugsgebiets und mittlere Niederschlagsfracht unter Berücksichtigung der Verdunstung)
- Abflusslinienpotenzial (potentielle Energie des Gerinneabflusses, ermittelt über Gefälle und mittlere Abflussfracht in Fließgewässern)

Diese theoretischen Potenzial-Obergrenzen müssen in weiterer Folge abgemindert werden, um technisch realisierbare Potenziale zu erhalten. Eine typische Vorgehensweise zeigt die Skizze in Abbildung 1: Das effektive Linienpotenzial kann über empirische Fallhöhenutzungsgrade ermittelt werden, Wirkungsgrade sowie der Anlagen-Nutzungsgrad (der den Anteil der nutzbaren Volllaststunden im gesamten Jahr abbildet) können aus Werten von bestehenden Anlagen angesetzt werden (Anderer et al. 2010). Das so ermittelte gesamte technische Potenzial wird dann auf der Grundlage von Nutzungseinschränkungen aufgrund konkurrierender Nutzungen oder aufgrund ökologischer Kriterien eingeschränkt, um das realisierbare Potenzial zu erhalten. Ein weiterer wesentlicher Faktor für die Umsetzbarkeit eines Projektes ist die Wirtschaftlichkeit, welche das tatsächlich realisierbare Potenzial weiter einschränkt.

Eine alternative Methode beruht auf der Aufsummierung der Potenziale einzelner möglicher bzw. günstiger Standorte für eine zusätzliche Wasserkraftnutzung (Wagner und Rindelhardt 2008).

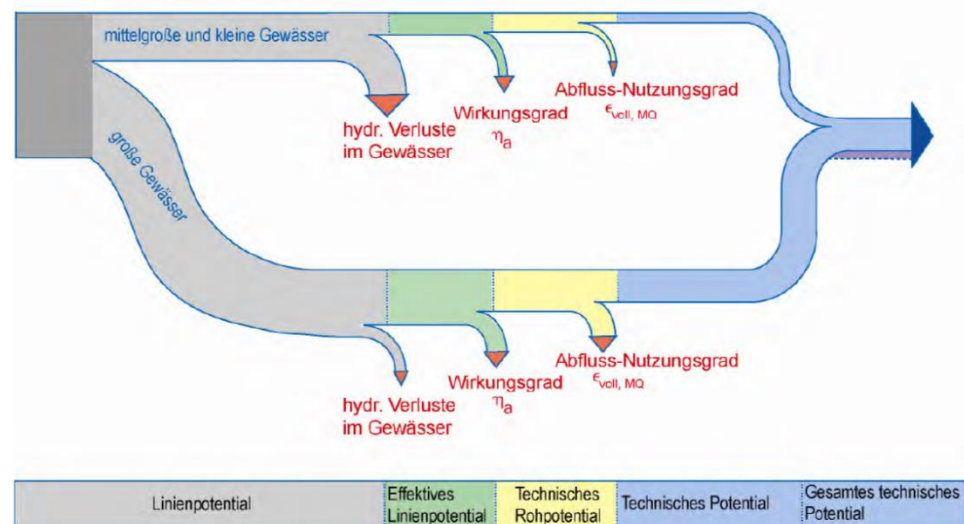


Abbildung 3: Vorgehensweise der Ermittlung des technischen Wasserkraftpotenzials (Anderer et al. 2010)

Da Wasserkraft in der vorliegenden Untersuchung eine untergeordnete Rolle spielt, wurde hier keine eigene detaillierte Potenzialberechnung und Prognose durchgeführt. Stattdessen wird die räumliche Verteilung der wesentlichen Eingangsgrößen Topographie, Niederschlag, und Abfluss dargestellt. Andererseits wird auf Angaben aus bestehenden Potenzialuntersuchungen für Deutschland (Wagner und Rindelhardt 2008, Anderer et al. 2010) zurückgegriffen.

In der Zusammenschau von topographischen und klimatischen Gegebenheiten ergibt sich für das Wasserkraftpotenzial eine ungünstige Kombination: in den Gebieten mit höheren Niederschlägen und Abflüssen im Westen ergeben sich aufgrund der geringen Höhenunterschiede sehr niedrige Fallhöhen, in den Gebieten mit etwas stärker ausgeprägtem Relief im Osten entstehen aus schwächeren Niederschlägen geringere Abflüsse.

Eine weitere Einschränkung für mögliche Wasserkraft-Standorte ergibt sich durch den ausgedehnten Bereich des Tideeinflusses. In diesen Gebieten besteht theoretisch das Potenzial, den Tidehub durch Gezeiten- oder Strömungskraftwerke auszunutzen. Im Rahmen dieser Studie wurden dazu keine näheren Untersuchungen durchgeführt.

Weitere Erläuterungen und Karten zu diesen Gegebenheiten finden sich in Abschnitt 5.5.

Bestand

Derzeit erhalten in Schleswig-Holstein 21 Wasserkraftanlagen Vergütung nach dem EEG. Tabelle 12 führt Standorte und installierte Leistung dieser Anlagen sowie deren Betreiber und das Jahr ihrer Inbetriebnahme an. Die Lage aller Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von mehr als 20 kW ist in Abbildung 4 dargestellt.

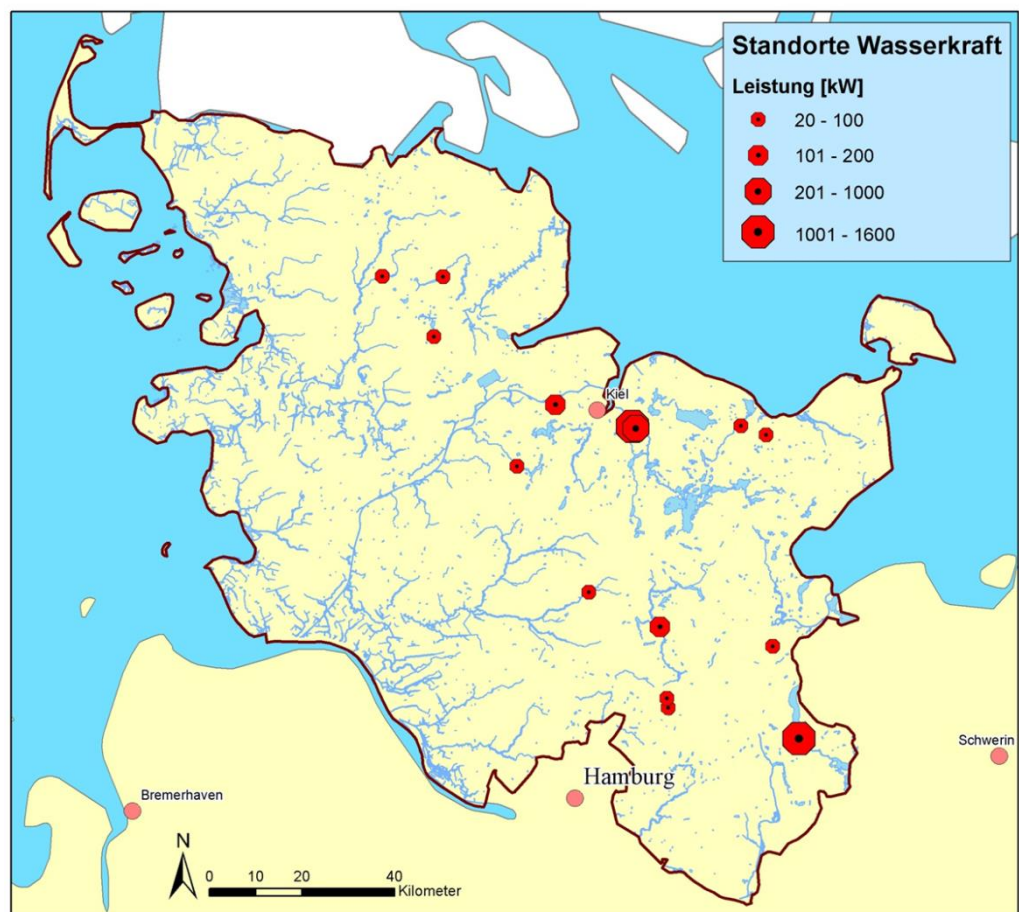


Abbildung 4: Standorte der Wasserkraftwerke > 20 kW in Schleswig-Holstein

Deutlich erkennbar ist, dass die bestehenden Anlagen sich ausschließlich im östlichen Landesteil befinden, in dem relevante Geländehöhenunterschiede auftreten. Nur zwei Kraftwerke weisen eine installierte Leistung von mehr als 1 MW auf (Farchau am Schaalseekanal bei Ratzeburg im Süden Schleswig-Holsteins und Raisdorf 1 im

Schwentinental bei Kiel). Nur drei weitere Anlagen haben Leistungen von mehr als 100 kW. Die Summe der installierten Leistung aller 21 Anlagen beträgt 4,16 MW.

Diese Liste deckt sich weitestgehend mit den Angaben von *Wagner und Rindelhardt (2007)*, die für Schleswig-Holstein einen Bestand von 19 Anlagen mit insgesamt 4 MW anführen, wovon ebenfalls zwei Anlagen mit einer Leistung von mehr als 1 MW ausgewiesen werden. Da das Kraftwerk in Lübeck in Tabelle 12 erst 2009 in Betrieb genommen wurde, stimmen die Angaben bis auf eine Anlage mit einer Leistung kleiner 1 MW überein.

Tabelle 12: Bestehende Wasserkraftwerke in Schleswig-Holstein

Standort	Installierte Leistung [kW]	Inbetriebnahme	Betreiber
Farchau	1.600	2000	Schleswig-Holstein Netz AG
Schwentinental	1.050	1936	SWKiel Netz GmbH
Schwentinental	720	1909	SWKiel Netz GmbH
Quarnbek	175	1906	SWKiel Netz GmbH
Traventhal	144	2000	Schleswig-Holstein Netz AG
Lübeck	75	2009	Stadtwerke Lübeck Netz GmbH
Helmstorf	60	1907	Schleswig-Holstein Netz AG
Blekendorf	40	2002	Schleswig-Holstein Netz AG
Süderfahrenstedt	40	1991	Schleswig-Holstein Netz AG
Bollingstedt	37	1976	Schleswig-Holstein Netz AG
Heidmühlen	35	1998	Schleswig-Holstein Netz AG
Lasbek	30	1991	Schleswig-Holstein Netz AG
Tremsbüttel	25	1992	Schleswig-Holstein Netz AG
Warder	25	2000	Schleswig-Holstein Netz AG
Selk	25	1958	Schleswig-Holstein Netz AG
Oeversee	20	2000	Schleswig-Holstein Netz AG
Scharbeutz	18	1987	Schleswig-Holstein Netz AG
Hobbersdorf	16	2000	Schleswig-Holstein Netz AG
Schafflund	15	1996	Schleswig-Holstein Netz AG
Gudow	8	1996	Schleswig-Holstein Netz AG
Schleswig	1	2000	Schleswiger Stadtwerke GmbH
Gesamt S-H	4.159		

Potenzial

In gängigen Betrachtungen zum Wasserkraft-Potenzial in Deutschland steht das Regelarbeitsvermögen (RAV / erzeugbare Strommenge) und nicht die installierte elektrische Leistung im Vordergrund.

Wagner und Rindelhardt (2008) weisen das zusätzliche Wasserkraft-Potenzial für einzelne Bundesländer und in zwei Stufen aus. Die als „Zubau 1“ bezeichnete erste Stufe basiert auf Angaben der Bundesländer zu zusätzlichen Möglichkeiten der Stromgewinnung. Für Schleswig-Holstein werden hier keine möglichen Projekte angeführt. „Zubau 2“ basiert auf Untersuchungen möglicher bzw. günstiger Standorte, wobei auch

Standorte berücksichtigt sind, die „derzeit aber nur eine geringe Verwirklichungschance haben“ (*Wagner und Rindelhardt* 2008, S.79). Für Schleswig-Holstein wird dabei als zusätzliches Wasserkraftpotenzial ein RAV von 32 GWh/Jahr ausgewiesen. Zusammen mit dem angegebenen derzeitigen RAV von 6 GWh ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 38 GWh/Jahr. Das ausgewiesene zusätzliche Potenzial von 32 GWh beträgt mehr als das Fünffache des bereits ausgebauten Potenzials. Dieses muss als Wert an der Obergrenze des realisierbaren Wasserkraftausbaus angesehen werden. Aus einer überschlägigen Umrechnung entspräche das einem Potenzial von ca. 22 MW zusätzlicher Leistung.

Es ist davon auszugehen, dass nicht alle Zubau-Projekte auch wirtschaftlich umsetzbar sind. Das tatsächlich realisierbare Potenzial ist daher vermutlich deutlich geringer. Im Verhältnis zum Potenzial und der Prognose von Windenergie und Photovoltaik ist diese Zahl vernachlässigbar und ohne Einfluss auf den Ausbau der Übertragungsnetze. Eine Prognose für den Bereich Wasserkraft wird daher nicht abgegeben.

4 GESAMTERGEBNIS PROGNOSE

Tabelle 13 fasst das Gesamtergebnis der Prognose bis zum Jahr 2023 für die drei maßgebenden Erzeugungsarten Windenergie, Photovoltaik und Biomasse zusammen. Weil die Biomasse nur einen geringen Beitrag liefert und die Photovoltaik relativ gleichmäßig verteilt ist, sind die Schwerpunkte der erwarteten Erzeugungsleistung durch die Windenergie bestimmt. Sie liegen vorwiegend in den Kreisen Nordfriesland, Dithmarschen, Schleswig-Flensburg, Ostholstein und Rendsburg-Eckernförde.

Tabelle 13: Gesamtergebnis Prognose 2023

Kreis	Leistung in MW						
	Windenergie		Photovoltaik		Bio- masse	Gesamt	
	MIN	MAX	MIN	MAX		MIN	MAX
Dithmarschen	1.455	1.981	268	381	31	1.754	2.393
Flensburg	0	0	39	89	0	39	89
Hansestadt Lübeck	5	5	91	205	4	100	214
Herzogtum Lauenburg	177	267	185	331	17	379	615
Kiel	8	14	80	185	0	88	199
Neumünster	0	0	48	105	0	48	105
Nordfriesland	1.958	3.209	357	497	63	2.378	3.769
Ostholstein	873	1.290	240	404	14	1.127	1.708
Pinneberg	26	28	157	356	8	191	392
Plön	117	177	135	243	14	266	434
Rendsburg-Eckernförde	472	743	348	593	42	862	1.378
Schleswig-Flensburg	820	1.386	449	653	82	1.351	2.121
Segeberg	235	355	255	461	27	517	843
Steinburg	618	878	141	276	19	778	1.173
Stormarn	103	135	151	321	8	262	464
Gesamtergebnis	6.867	10.468	2.944	5.100	329	10.140	15.897

5 DATENGRUNDLAGE UND DATENVERARBEITUNG

Ein Ziel der vorliegenden Potenzialstudie ist eine realistische Darstellung der räumlichen Verteilung der Potenziale Erneuerbarer Energien sowie eine Prognose der installierten Leistung im Jahr 2023 auf Gemeinde- und Kreisebene.

Das jeweilige Potenzial für einen Energieträger ist von zahlreichen Einflüssen abhängig und viele davon besitzen einen direkten Raumbezug. Im Rahmen der Potenzialstudie werden daher räumliche Abhängigkeiten untersucht und für die Analyse dann die entsprechenden Fachdaten angefordert bzw. recherchiert und anschließend verarbeitet und ausgewertet.

Im ersten Schritt erfolgt die Erfassung der Bestandsanlagen, deren Weiterverarbeitung mit GIS-Werkzeugen sowie eine statistische Auswertung. Die derart ermittelten Raum- und Sachdaten liefern Erkenntnisse, die in die Methodik zur Potenzialabschätzung und Prognoseableitung einfließen.

Potenzial und Ausbau der Erneuerbaren Energien werden dann in Einzelaspekten, bezogen auf die kleinsten sinnvollen räumlichen Einheiten abgeschätzt und anschließend für die Gebietseinheiten Kreis und Gemeinde aggregiert.

5.1 Wind

5.1.1 Datengrundlage

Amtliche Geobasisdaten Schleswig-Holstein - © VermKatV-SH (Topographische und liegenschaftsrelevante Geobasisdaten) der Vermessungs- und Katasterverwaltung Schleswig-Holstein

Weißflächen - Staatskanzlei des Landes Schleswig-Holstein, Abt. StK 3 – Landesplanung, Bereich Rauminformation & Kartographie

Windeignungsgebiete - Staatskanzlei des Landes Schleswig-Holstein, Abt. StK 3 – Landesplanung, Bereich Rauminformation & Kartographie

Winddaten - Deutscher Wetterdienst, Klima- und Umweltberatung, Abteilung KU 11 B

Windkraftanlagen (30.11.2012) - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat 72: Fachinformationssysteme, Berichtswesen

Windkraftanlagen mit Offenen Genehmigungsverfahren (21.02.2013) Anlagen mit Offenen Genehmigungsverfahren Stand 21.2.2013: Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

5.1.2 Datenverarbeitung

Die Eingangsdaten werden zunächst auf Plausibilität geprüft. Für die Standortdaten der Windkraftanlagen bzw. der Windeignungsgebiete (Abbildung 5) und Weißflächen ergibt die Prüfung Anlass für folgende Korrekturen:

- Identifizierung und Herausnahme offensichtlich bereits rückgebauter Anlagen anhand:
 - der Bemerkungen in den Standortdaten
 - des Abstands zu benachbarten Anlagen
 - eines manuellen Abgleichs mit Google Earth
 - Herausnahme der Offshore Anlagen
 - Korrektur offensichtlich falscher Leistungsangaben (z.B. 1500 MW => 1,5 MW)
 - Abzug von Abstandflächen zu Freileitungen mit einem Abstandsmaß von 140 m

Die gelieferten GIS-Daten erhalten durch Geodatenverarbeitung eine Reihe an Zusatzinformation:

- Pro Anlagenstandort:
 - mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m und 80 m Höhe über Grund (Abbildung 6)
 - Abstand zur Nachbaranlage
- Lage (Kreis, Gemeinde, Windeignungsgebiet, Weißfläche)
- Pro Windeignungsgebiet und Weißfläche:
 - Anzahl der Bestandsanlagen innerhalb des Gebiets
 - Summe der installierten Leistung
 - Bestimmung der Flächenbelegung durch Bestandsanlagen (Ø 360m)
 - Bestimmung der Restfläche (Abzug von Splitterflächen)
 - Durchschnittliche, mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m und 80 m Höhe
 - Mittlerer Abstand der Bestandsanlagen
 - Verschiedene Flächengrößenverhältnisse

Als Splitterflächen werden Flächenstücke definiert, die so klein sind, dass darauf keine zusätzliche WKA installiert werden kann. Als Grenze wurde eine Größe von < 1,4 ha gewählt.

Abbildung 7 zeigt beispielhaft einen Kartenausschnitt mit den Ergebnissen der vorgenommenen Datenzuweisung und -korrekturen.

Die Ergebnisdaten werden statistisch ausgewertet und für die Ableitung des methodischen Ansatzes berücksichtigt. Entsprechend dieses Ansatzes werden jeder Einzelfläche ein Potenzial und eine Ausbauprognose zugewiesen, die wiederum für die Aggregation der Angaben auf Gemeinde- und Kreisebene verwendet werden.

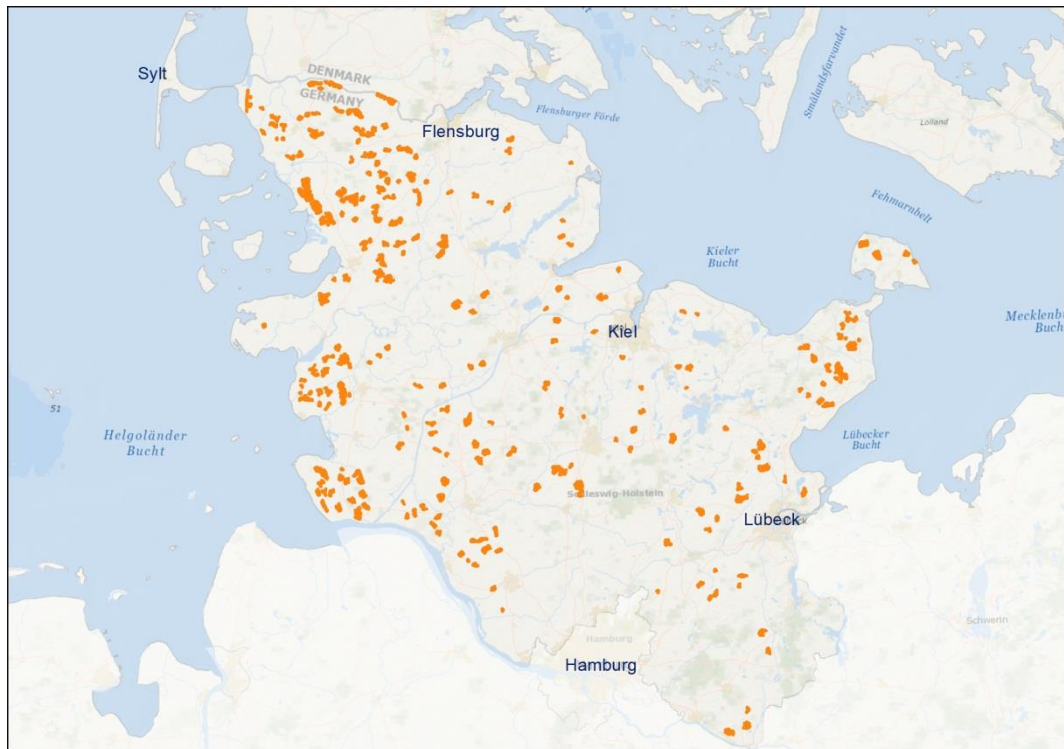


Abbildung 5: Lage der Windeignungsgebiete

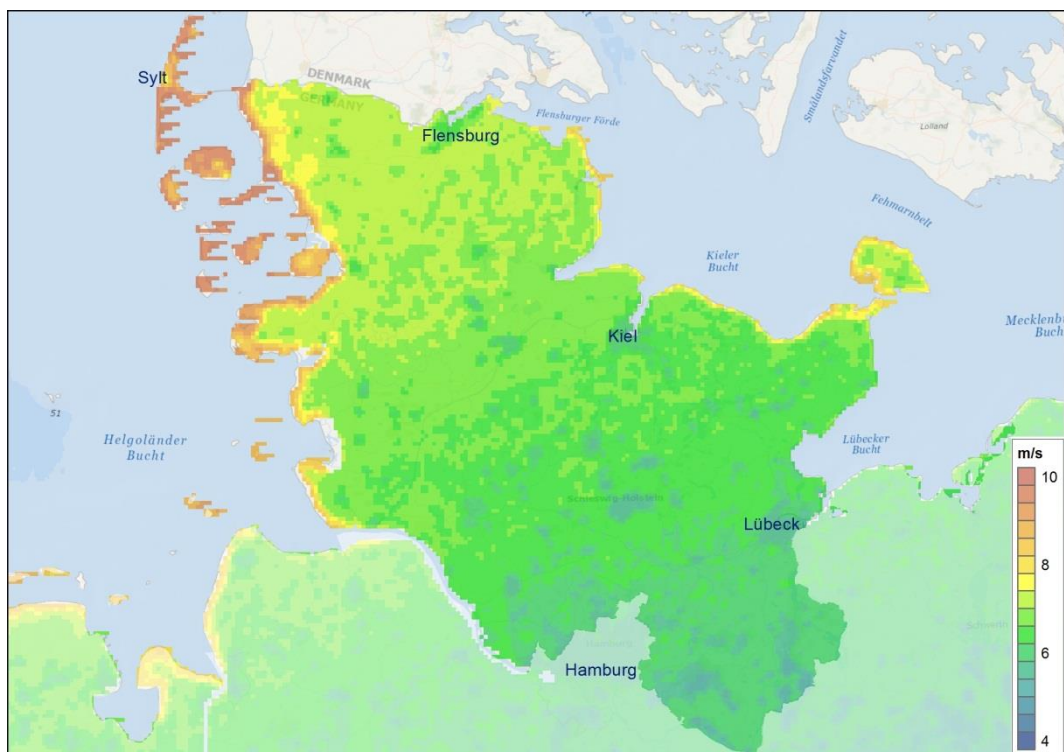


Abbildung 6: mittlere Windgeschwindigkeit in 80m Höhe über Grund

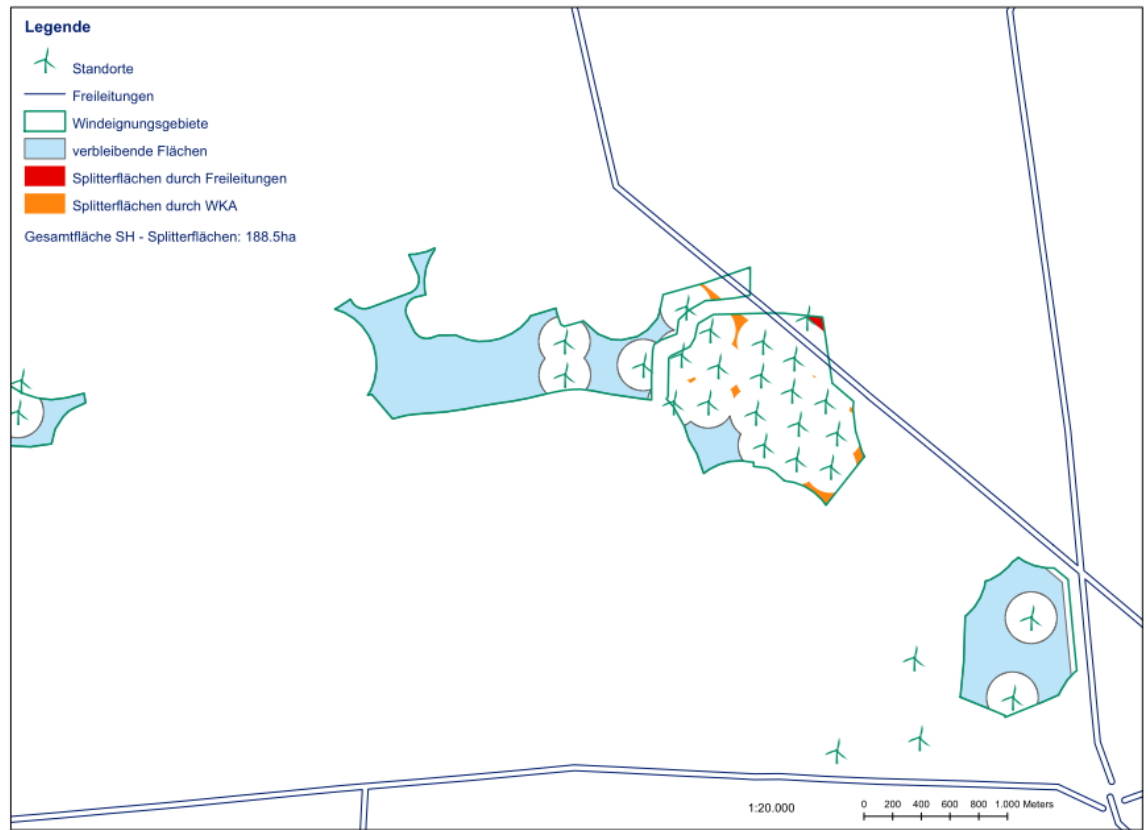


Abbildung 7: Windweignungsgebiete nach Geodatenverarbeitung

5.1.3 Statistische Auswertung spezifischer Flächenbedarf Windkraftanlagen

Die Ermittlung der auf einer Fläche möglichen installierten Leistung von Windkraftanlagen erfolgt über einen Flächenansatz. Basis für die Berechnung ist dabei ein spezifischer Flächenbedarf pro installierte Leistungseinheit (ha/MW). Dieser spezifische Flächenbedarf ist abhängig von den lokalen Gegebenheiten einer Fläche für einen Windpark. Topografie, Windhöffigkeit, Anlagengröße, Bodenverhältnisse und weitere Parameter und Randbedingungen spielen dabei eine Rolle. Im Rahmen der Planung für einen Windpark wird unter Berücksichtigung dieser Parameter und Randbedingungen eine optimierte Belegung einer Fläche ermittelt. Im Rahmen dieser Potenzialstudie kann eine solche Betrachtung nicht für jedes WEG bzw. jede Weißfläche durchgeführt werden.

Datenauswertung

Um zu einem für das Land S-H realistischen Ansatz für den spezifischen Flächenbedarf zu gelangen, wurden die Daten bestehender Anlagen in Windeignungsgebieten ausgewertet. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

- Ein spezifischer Flächenbedarf lässt sich nur aus vollständig belegten WEG ermitteln.
- Die spezifische Flächenbelegung des WEG wurde durch Teilen der Fläche des WEG durch die summierte Anlagenleistung ermittelt.
- Um ältere WEG mit möglicherweise nicht optimaler Flächenbelegung weitestgehend auszuschließen wurden im weiteren nur die WEG betrachtet, auf denen die mittlere installierte Leistung der installierten Anlagen gleich oder größer als 1,5 MW ist.

- Die gefundenen spezifischen Flächenbelegungen wurden auf ihre Korrelation mit folgenden Randbedingungen untersucht:
 - mittlere Windgeschwindigkeit in 80 m Höhe
 - mittlere Anlagenleistung innerhalb des WEG
 - Fläche des WEG
 - Verhältnis von Umfang zu Fläche des WEG (um mehr oder weniger „günstige“ Formen von WEG-Flächen zu berücksichtigen)

Korrelation mit mittlerer Windgeschwindigkeit in 80 m Höhe

Abbildung 8 zeigt die Verteilung des spezifischen Flächenbedarfes über die Windgeschwindigkeit. Es ergibt sich eine deutliche Streuung des spezifischen Flächenbedarfs. Es lässt sich jedoch ein leichter Trend zu geringerem spezifischen Flächenbedarf mit höherer Windgeschwindigkeit erkennen. Dieses ist auch physikalisch und wirtschaftlich plausibel.

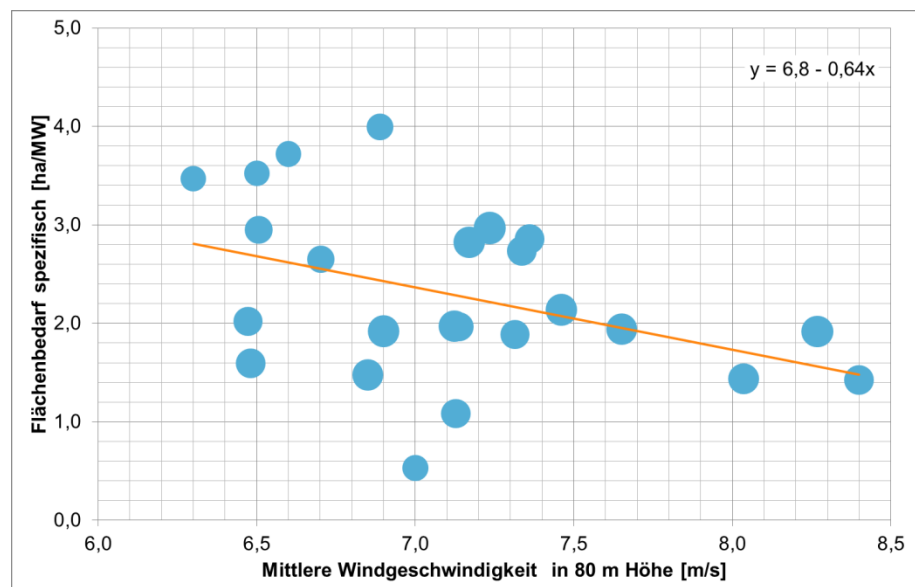


Abbildung 8: Korrelation spezifischer Flächenbedarf mit mittlerer Windgeschwindigkeit in 80 m Höhe

Korrelation mit mittlerer Anlagenleistung innerhalb des WEG

Abbildung 9 zeigt die Verteilung des spezifischen Flächenbedarfes über die mittlere Anlagenleistung. Die Streuung ist so groß, dass hier keine signifikante Korrelation festgestellt werden kann.

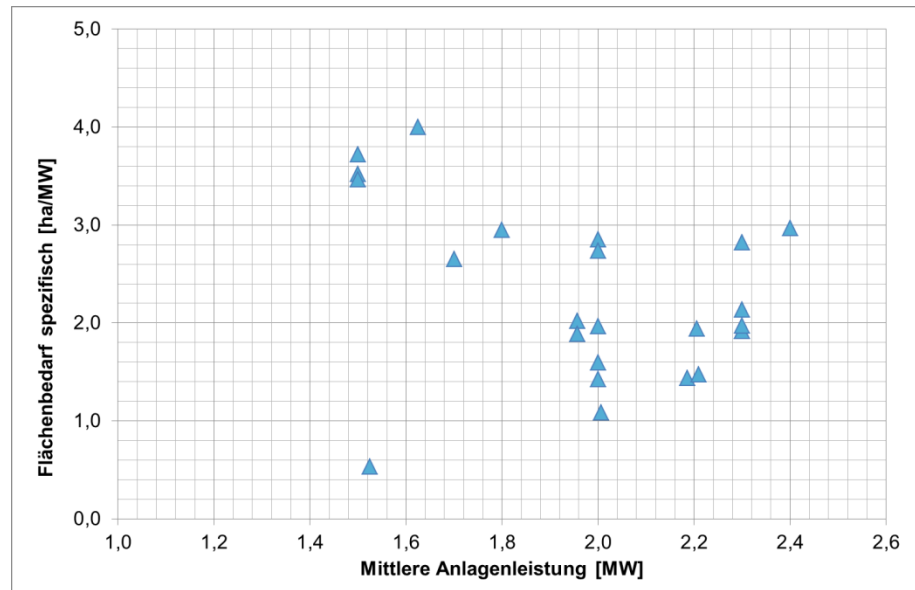


Abbildung 9: Korrelation spezifischer Flächenbedarf mit mittlerer Anlagenleistung innerhalb des WEG

Korrelation mit Fläche des WEG

Abbildung 10 zeigt die Verteilung des spezifischen Flächenbedarfes über die Fläche des WEG. Die Streuung ist so groß, dass hier keine signifikante Korrelation festgestellt werden kann. Im Mittel ergibt sich ein spezifischer Flächenbedarf von ca. 2,2 ha/MW.

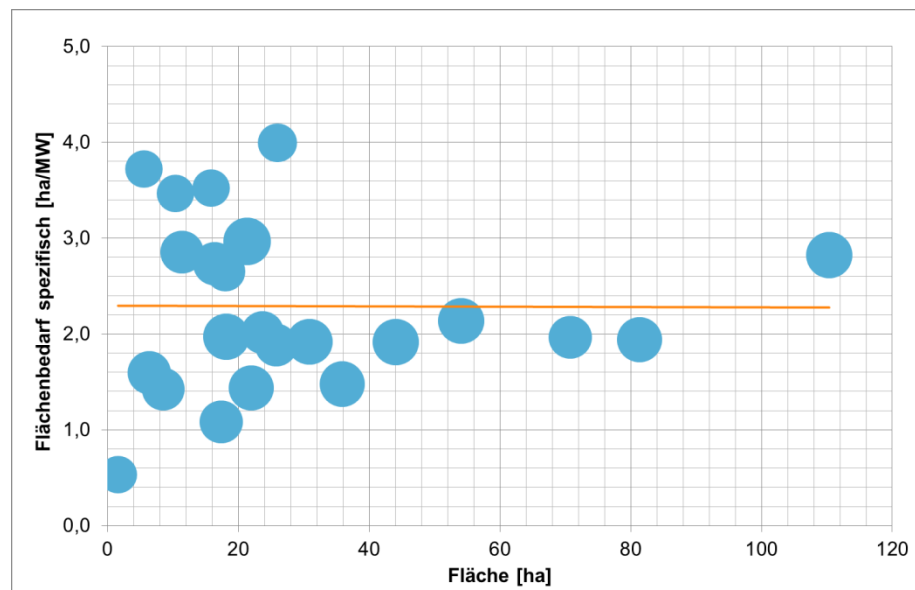


Abbildung 10: Korrelation spezifischer Flächenbedarf mit Fläche WEG

Korrelation mit Verhältnis von Umfang zu Fläche des WEG

Abbildung 11 zeigt die Verteilung des spezifischen Flächenbedarfes über das Verhältnis von Umfang zu Fläche des WEG. Ziel ist es, zu erfassen, ob Flächen, die eine mehr oder weniger günstige Form haben, eine unterschiedliche Belegungsichte haben. Die Streuung ist so groß, dass hier keine signifikante Korrelation festgestellt werden kann.



Die "Flächeneffizienz" ist im Wesentlichen physikalisch bedingt durch die gegenseitige Beeinflussung von Anlagen. (entziehbarer Anteil der Strömungsenergie, Drall-/Wirbelbildung). Das zeigt sich auch an der Analyse der Flächenbelegung, wo es keine signifikanten Unterschiede zwischen alten und neuen Windparks bzw. kleinen und großen Anlagen gibt.

Allein durch eine relativ zu den Invest- und Betriebskosten höhere Einspeisevergütung würde sich eine dichtere Aufstellung wirtschaftlich darstellen lassen. Dieses wird nicht erwartet.

5.2 Photovoltaik

5.2.1 Datengrundlage

Altlasten - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume

Amtliche Geobasisdaten Schleswig-Holstein - © VermKatV-SH (Topographische und liegenschaftsrelevante Geobasisdaten) der Vermessungs- und Katasterverwaltung Schleswig-Holstein

Anlagenstammdaten – Tennet

<http://www.tennet.eu/de/fileadmin/downloads/Kunden/csv-datei-anlagenstammdaten---inbetriebnahmen-bis-31.12.2011.zip>

Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Ressortkopfstelle Geobasisdaten im GIS-Zentrum in Dez. 42

Baudenkmäler -

http://www.schleswig-holstein.de/LD/DE/KulturdenkmaleSH/VerzeichnisKulturdenkmale/Denkmallisten/LfD_DListe_gesamt_bis2007__blob=publicationFile.pdf

Flächennutzungspläne - Staatskanzlei des Landes Schleswig-Holstein, Abt. StK 3 – Landesplanung, Bereich Rauminformation & Kartographie

Geologische Übersichtskarte von Schleswig-Holstein

-<http://www.lgb-rlp.de/fileadmin/extern/stratigraphie/slw/slw-geo.jpg>

Landesentwicklungsplan 2010 - Staatskanzlei des Landes Schleswig-Holstein, Abt. StK 3 – Landesplanung, Bereich Rauminformation & Kartographie

Natura 2000 Gebiete - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat 72: Fachinformationssysteme, Berichtswesen

Schutzgebiete - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat 72: Fachinformationssysteme, Berichtswesen

Windeignungsgebiete - Staatskanzlei des Landes Schleswig-Holstein, Abt. StK 3 – Landesplanung, Bereich Rauminformation & Kartographie

5.2.2 Datenverarbeitung

Die Zusammenstellung und Geodaten-Verarbeitung der Ausgangsdaten folgt der in Abschnitt 3.2.1 beschriebenen Methodik. Getrennt nach Frei- und Dachflächen werden hierzu Geodaten erzeugt, die die jeweiligen Potenzialflächen darstellen.

Die Angaben zum Bestand werden über Postleitzahlen den Gemeinden zugewiesen.

Für die Freiflächenanlagen werden von den Bereichen mit möglicher Nutzung für Photovoltaikanlagen alle identifizierten Tabuflächen abgezogen. Zusätzlich erfolgt eine Einteilung nach EEG-Förderfähigkeit. Die Gesamtleistung der Ausbauprognose wird nach Flächenanteil auf alle Potenzialflächen projiziert.

Für Dachanlagen erfolgt die Ausbauprognose für jede potenziell geeignete Einzelfläche auf Basis der Gebäudegrundrisse.

Jeder Potenzialfläche (Dach und Freifläche) wird so ein Potenzial und eine Ausbauprog-
nose zugewiesen, die wiederum für die Aggregation der Angaben auf Gemeinde- und
Kreisebene verwendet werden.

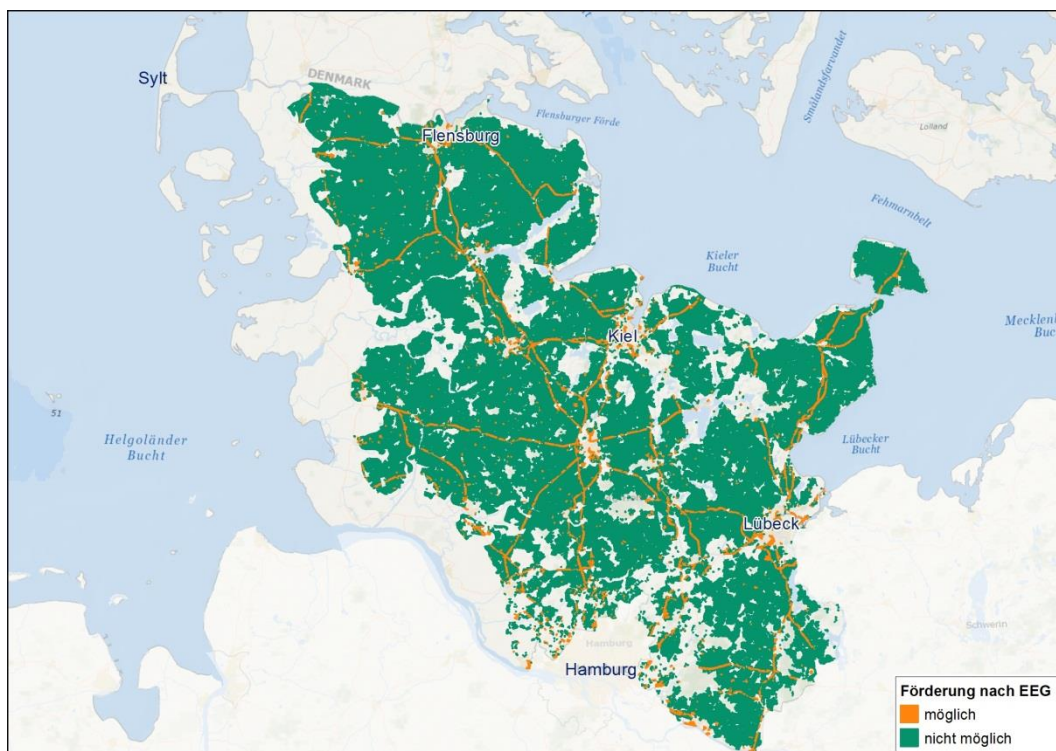


Abbildung 12: Freiflächenpotenziale

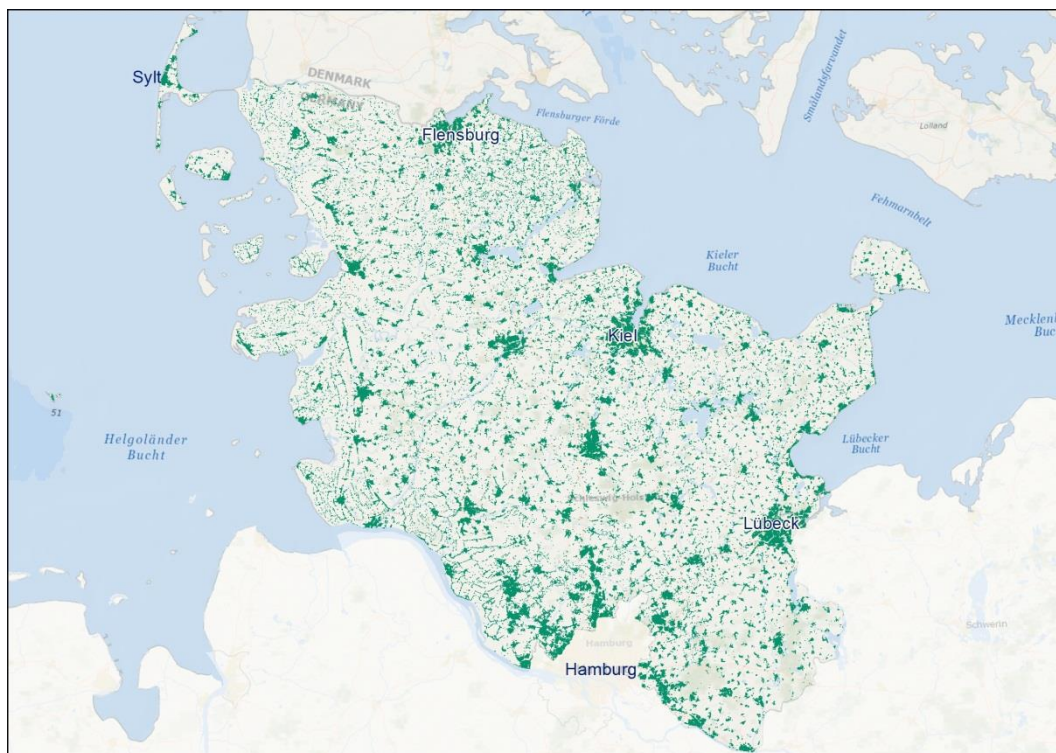


Abbildung 13: Dachflächenpotenziale

5.3 Biomasse

5.3.1 Datengrundlage

Amtliche Geobasisdaten Schleswig-Holstein - © VermKatV-SH (Topographische und liegenschaftsrelevante Geobasisdaten) der Vermessungs- und Katasterverwaltung Schleswig-Holstein

Standorte Biomasseanlagen (30.11.2012) - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Dezernat 72: Fachinformationssysteme, Berichtswesen

Energiepotenzial aus Biomasse und Versorgungsbeitrag für das Jahr 2020 - Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

5.3.2 Datenverarbeitung

Die Angaben zum Anlagenbestand können über die Standortliste exakt verortet und auf die Verwaltungseinheiten bezogen werden. Das Gesamtenergiepotential sowie die Ausbauprognose werden vorliegenden Angaben zu Biomasse entnommen und deren räumliche Verteilung in Abhängigkeit zu potenziellen Vorkommensflächen der Ausgangsmaterialien abgeleitet. Die Angaben zu Energiepotenzialen der einzelnen Ausgangsstoffe sind entweder landesweit, ROG- oder kreisweise ausgewiesen. Sofern die Angaben nicht kreisweise vorliegen, erfolgt die Projektion nach Flächenanteil der jeweiligen Landnutzung, welcher das entsprechende Ausgangsmaterial zuzuweisen ist. Hierzu werden landwirtschaftliche Flächen, Nadel-, Misch- und Laubwälder sowie Knicks getrennt voneinander nach Biogas- und Verbrennungsanlageeignung ausgewertet. Diese Einzelpotenziale werden kreisweise summiert. Der prognostizierte Zubau erfolgt weitestgehend auf Basis der Daten zu Anlagen im Genehmigungsverfahren, der verbleibende Ausbau wird in Abhängigkeit der noch freien Potenziale über die Kreise verteilt.

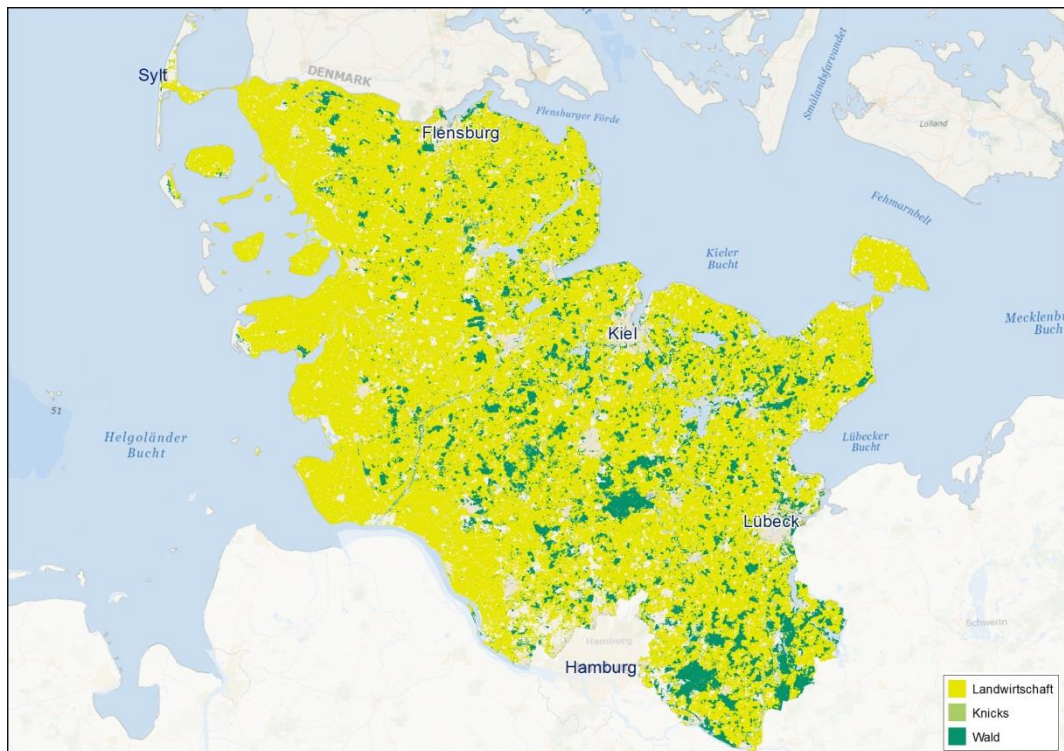


Abbildung 14: Landnutzungstypen

5.4 Geothermie

Als Datengrundlage wird die Ausarbeitung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein herangezogen. Die Ergebnisse des Endberichtes werden in den “Geothermie-Atlas zur Darstellung möglicher Nutzungskonkurrenzen zwischen CCS und Tiefer Geothermie“ übernommen, der vom LIAG veröffentlicht werden wird.

5.5 Wasserkraft

5.5.1 Naturräumliche Gegebenheiten in Bezug auf Wasserkraftnutzung

Die Karte der Geländehöhenverteilung in Schleswig-Holstein (Abbildung 15) zeigt die insgesamt sehr geringen Höhenunterschiede. Im westlichen Landesteil an der Küste zur Nordsee liegt ein Großteil des Gebietes unter 25 m Seehöhe. Etwas höhere Erhebungen befinden sich im Osten und Süden Schleswig-Holsteins. Die deutlich erkennbare höchste Erhebung ganz im Osten ist der Bungsberg mit 168 m. Östlich von Hamburg liegt mit der Hahnheide ein weiterer größerer Höhenzug, der bis auf 99 m Seehöhe reicht.

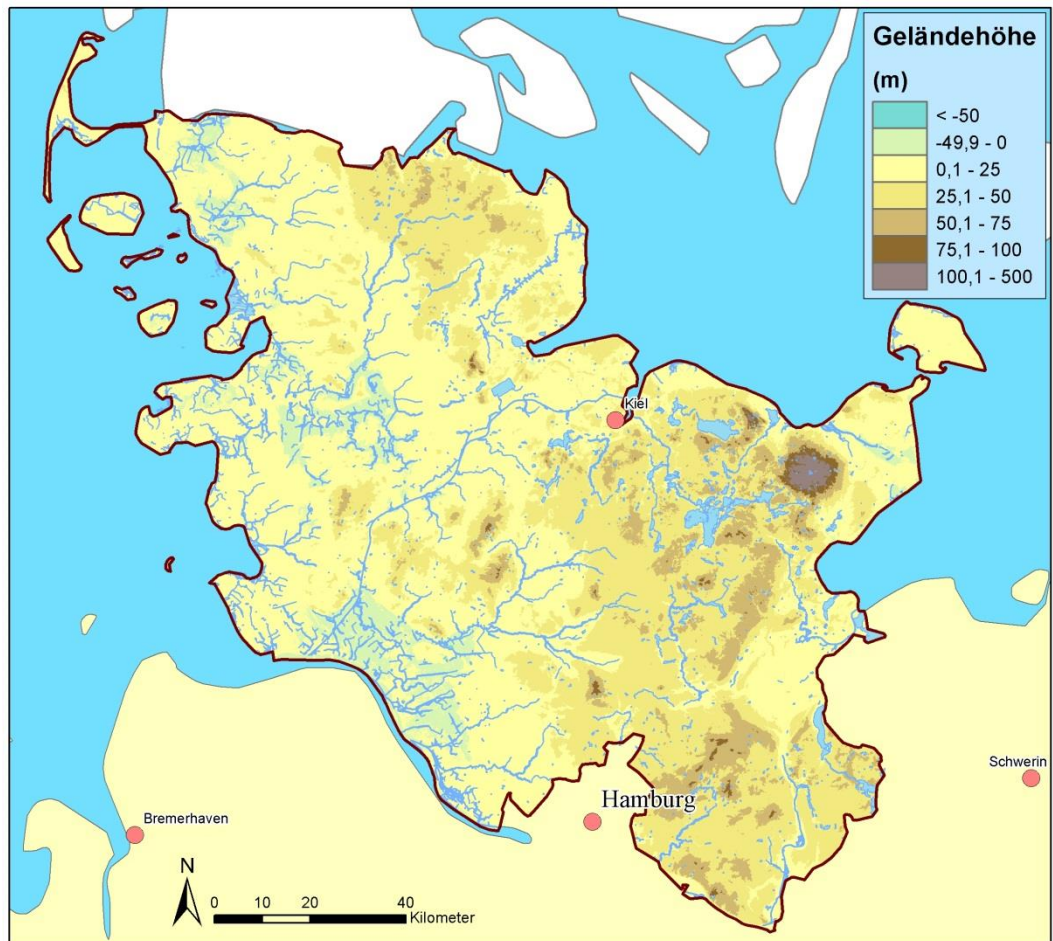


Abbildung 15: Geländehöhenverteilung

Abbildung 16 und Abbildung 17 zeigen Karten der Niederschlags- und Abflusshöhenverteilung aus dem Hydrologischen Atlas Deutschlands (BfG 2012). Es ist ein deutlicher Ost-West-Gradient erkennbar: im Westen werden Jahresniederschlagssummen von bis zu 1000 mm (und stellenweise darüber) erreicht, im Osten liegen die Jahressummen

nur zwischen 600 und 800 mm (Abbildung 3). Die mittlere jährliche Abflusshöhe liegt dementsprechend im Westen zwischen 300 und 600 mm und im Osten bei 200 bis 400 mm.

In der Zusammenschau von topographischen und klimatischen Gegebenheiten ergibt sich für das Wasserkraftpotenzial eine ungünstige Kombination: in den Gebieten mit höheren Niederschlägen und Abflüssen im Westen ergeben sich aufgrund der geringen Höhenunterschiede sehr niedrige Fallhöhen, in den Gebieten mit etwas stärker ausgeprägtem Relief im Osten entstehen aus schwächeren Niederschlägen geringere Abflüsse.

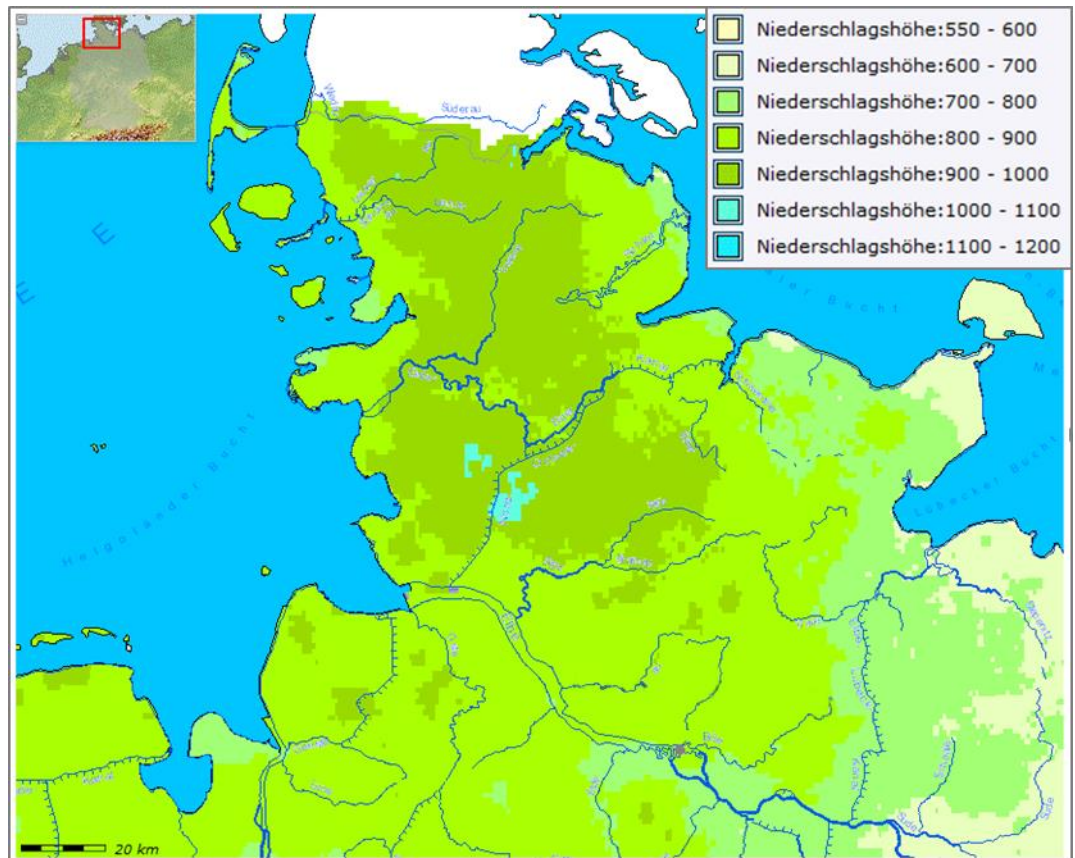


Abbildung 16: Mittlerer jährlicher Niederschlag (BfG 2012)

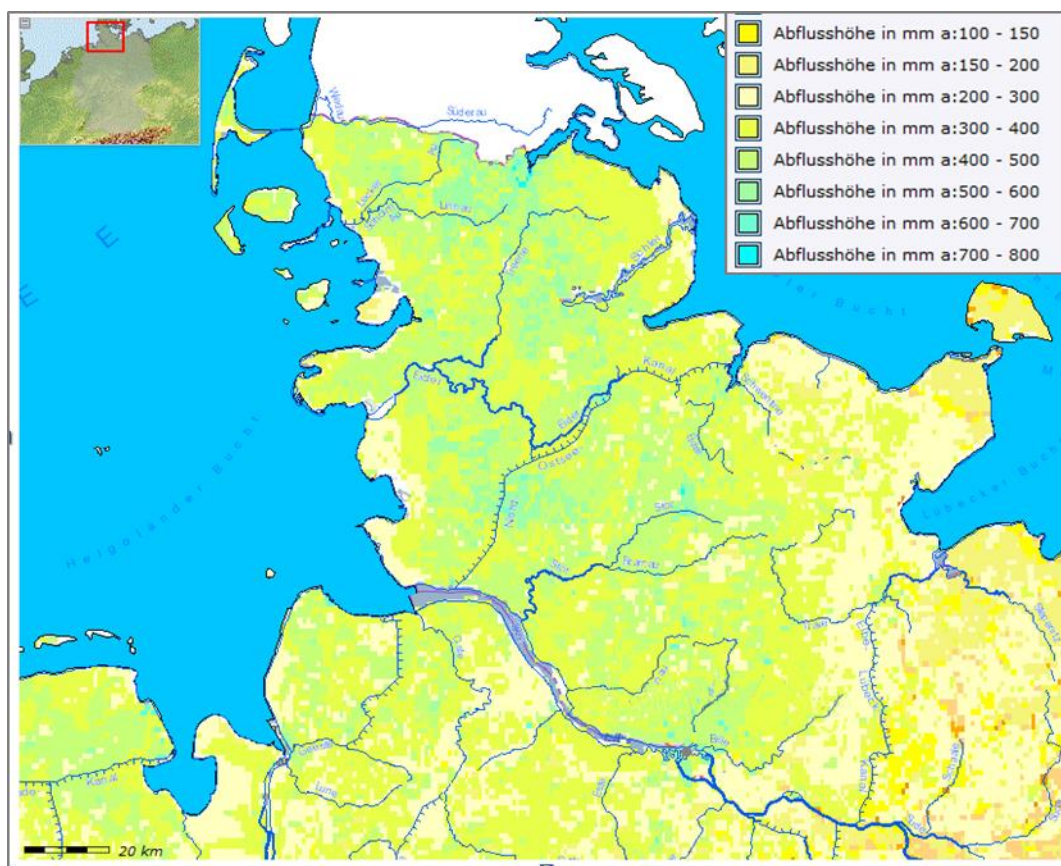


Abbildung 17: Mittlere jährliche Abflusshöhe (BfG 2012)

Abbildung 18 zeigt den ausgedehnten Bereich des Tideeinflusses (grau schraffierte Flächen in). In diesen Gebieten besteht theoretisch das Potenzial den Tidehub durch Gezeiten- oder Strömungskraftwerke auszunutzen. In der Praxis ist dieses aber vermutlich kaum wirtschaftlich nutzbar. Im Rahmen dieser Studie wurden dazu keine näheren Untersuchungen durchgeführt.

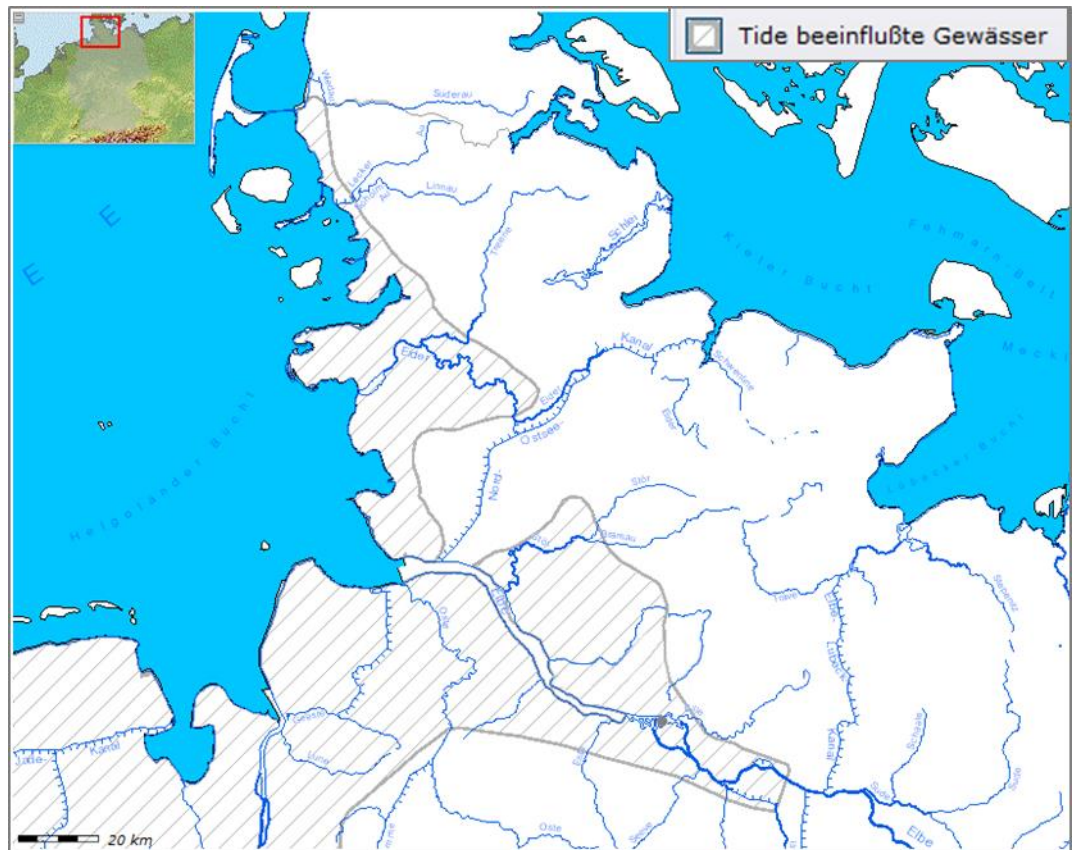


Abbildung 18: Tideeinfluss (BfG 2012)

6 LITERATUR

6.1 Wind

Klinger, VDI-Nachrichten 15.02.2013, Seite 8

Dietrich, VDI-Nachrichten/Ingenieur.de 14.09.2012, 11:52 Uhr

<http://www.ingenieur.de/Fachbereiche/Windenergie/Repowering-Windkraftanlagen-verlaeuft-schleppend>

6.2 Photovoltaik

Bundesverband Solarwirtschaft e.V.: Entwicklung des deutschen PV-Marktes

Bundesnetzagentur 2012: Monatliche Veröffentlichung der PV-Meldezahlen

http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1932/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetGas/ErneuerbareEnergienGesetz/VerguetungssaetzePVAnlagen/VerguetungssaetzePhotovoltaik_node.html
(13.03.13)

Corradini, Roger; Wagner, Ulrich: Ganzheitliche Analyse von zukünftigen Photovoltaik-Systemen; „Technik in Bayern“, 02/2006, 03/2006

Energy Map.info Bundesland Schleswig-Holstein (2013)

http://www.energymap.info/energieregionen/DE/105/119_devices.utf8.csv (13.03.13)

EnEV: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden Energieeinsparverordnung Zuletzt geändert durch Art. 4 G v. 5.12.2012 /2449

Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 20. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2730) geändert worden ist

Gesetz zur Erhaltung von Dauergrünland (Dauergrünlandgesetz – DGLG), Gesetzentwurf vom 05.06.2013, verabschiedet am 26.09.2013

Klärle, Martina; Langendörfer, Ute: Ganzheitliche flächenbasierte Ermittlung der Potenziale Erneuerbarer Energien auf kommunaler Ebene, in Angewandte Geoinformatik 2011: Beiträge zum 23. AGIT Symposium Salzburg Josef Strobl (Hrsg.), Berlin, 2011

Lödl, Martin; Kerber, Georg; Witzmann, Rolf; Hoffmann, Clemens; Metzger, Michael: Abschätzung des Photovoltaik-Potenzials auf Dachflächen in Deutschland, 11. Symposium Energieinnovation Graz, 2010

Quaschnig, Volker: 52 GW Photovoltaik – und dann?, in Sonne Wind & Wärme 14/2012 S. 22-26, 2012

Quaschnig, Volker: Systemtechnik einer klimaverträglichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland für das 21. Jahrhundert; VDI-Verlag GmbH Düsseldorf, 2000

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein: Der Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen in Schleswig-Holstein am 31.12.2011, Statistische Berichte, 2012
http://www.statistik-nord.de/uploads/tx_standdocuments/F_II_4_j11_S.pdf (19.03.13)

6.3 Biomasse

MELUR: „Energiepotenzial aus Biomasse und Versorgungsbeitrag für das Jahr 2020“

6.4 Geothermie

LIAG Hannover: Geothermie-Atlas zur Darstellung möglicher Nutzungskonkurrenzen zwischen CCS und Tiefer Geothermie

6.5 Wasserkraft

Agentur für Erneuerbare Energien 2012: Landesinfo Schleswig-Holstein. Online verfügbar unter: <http://www.foederal-erneuerbar.de>

Anderer, P., Ruprecht, A., Wolf-Schumann, U., Heimerl, S. 2010: Potenzialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland als Grundlage für die Entwicklung einer geeigneten Ausbaustrategie. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

BfG 2012: Karten aus den Hydrologischen Atlas Deutschlands. Online verfügbar beim Geoportal der Bundesanstalt für Gewässerkunde unter: <http://geoportal.bafg.de/mapClient/initParams.do>

Wagner, E. und Rindelhardt, U. 2007: Stromerzeugung aus regenerativer Wasserkraft in Deutschland – ein Überblick, In: ew, Jg. 106, Heft 25-26, S. 52-57.

Wagner, E. und Rindelhardt, U. 2008: Stromerzeugung aus regenerativer Wasserkraft - Potenzialanalyse, In: ew, Jg. 107, Heft 1-2, S. 78-81.

ANLAGEN

Anlage 1 – Karte Gesamtübersicht Potenzial und Prognose

Anlage 2 – Karte Potenzial und Prognose Windenergie

Anlage 3 – Karte Potenzial und Prognose Photovoltaik

Anlage 4 – Karte Potenzial und Prognose Biomasse

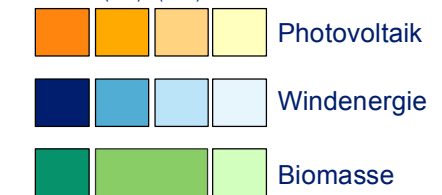


POTENZIALUNTERSUCHUNG ERNEUERBARE ENERGIEEN SCHLESWIG-HOLSTEIN

Prognose des Leistungsaufkommens
nach Kreisen und Gemeinden bis 2023

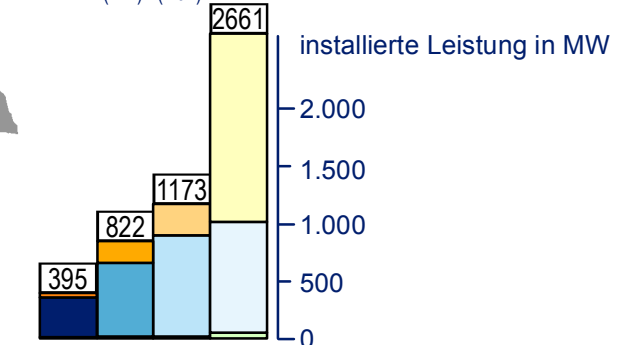
Energieart

Bestand Prognose Potenzial
(Min) (Max)

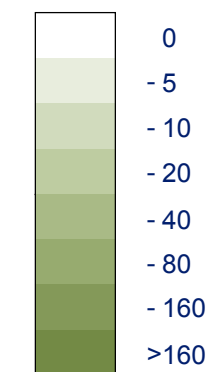


Leistung je Kreis und Energieart

Bestand Prognose Potenzial
(Min) (Max)



Ausbauprognose (Max) je Gemeinde in MW



Übersicht der Ausbauprognose erneuerbarer Energien in Schleswig-Holstein nach Kreisen bis 2023

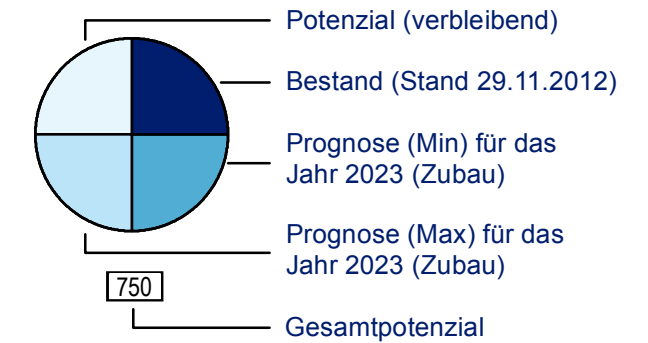
Kreis	Leistung in MW					Gesamt	
	Windenergie MIN	Windenergie MAX	Photovoltaik MIN	Photovoltaik MAX	Biomasse	MIN	MAX
Dithmarschen	1.455	1.981	268	381	31	1.754	2.393
Flensburg	0	0	39	89	0	39	89
Hansestadt Lübeck	5	5	91	205	4	100	214
Herzogtum Lauenburg	177	267	185	331	17	379	615
Kiel	8	14	80	185	0	88	199
Neumünster	0	0	48	105	0	48	105
Nordfriesland	1.958	3.209	357	497	63	2.378	3.769
Ostholstein	873	1.290	240	404	14	1.127	1.708
Pinneberg	26	28	157	356	8	191	392
Plön	117	177	135	243	14	266	434
Rendsburg-Eckernförde	472	743	348	593	42	862	1.378
Schleswig-Flensburg	820	1.386	449	653	82	1.351	2.121
Segeberg	235	355	255	461	27	517	843
Steinburg	618	878	141	276	19	778	1.173
Stormarn	103	135	151	321	8	262	464
Gesamtergebnis	6.867	10.468	2.944	5.100	329	10.140	15.897

0 5 10 20 30 40 50
km

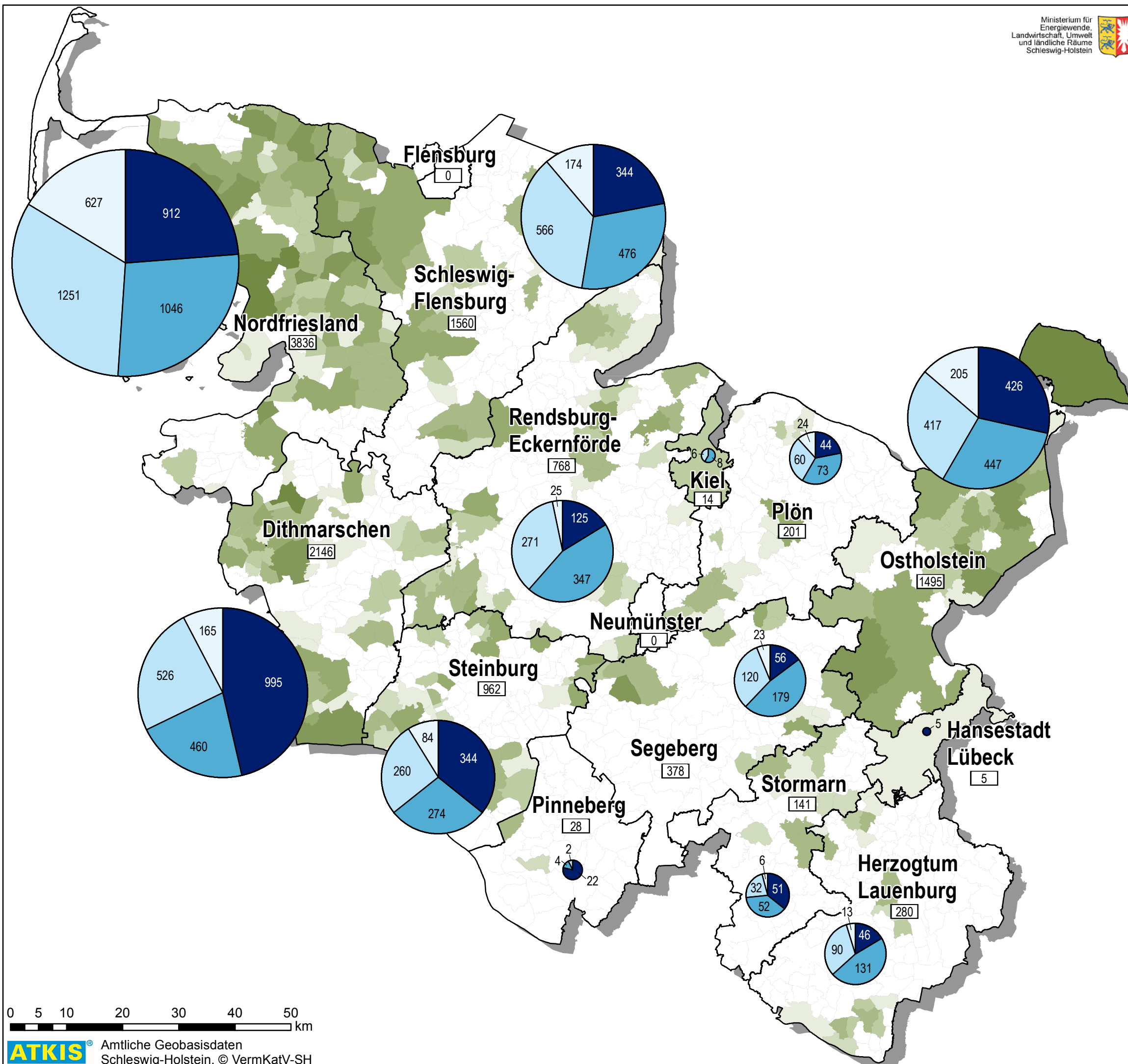
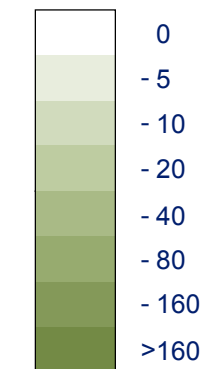
POTENZIALUNTERSUCHUNG ERNEUERBARE ENERGIEN SCHLESWIG-HOLSTEIN

Leistungsaufkommen aus Windenergie (onshore)

Leistung je Kreis in MW



Ausbauprognose (Max) für das Jahr 2023
je Gemeinde in MW



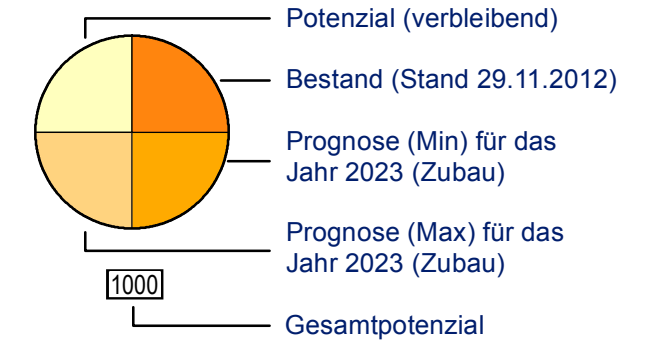
0 5 10 20 30 40 50 km



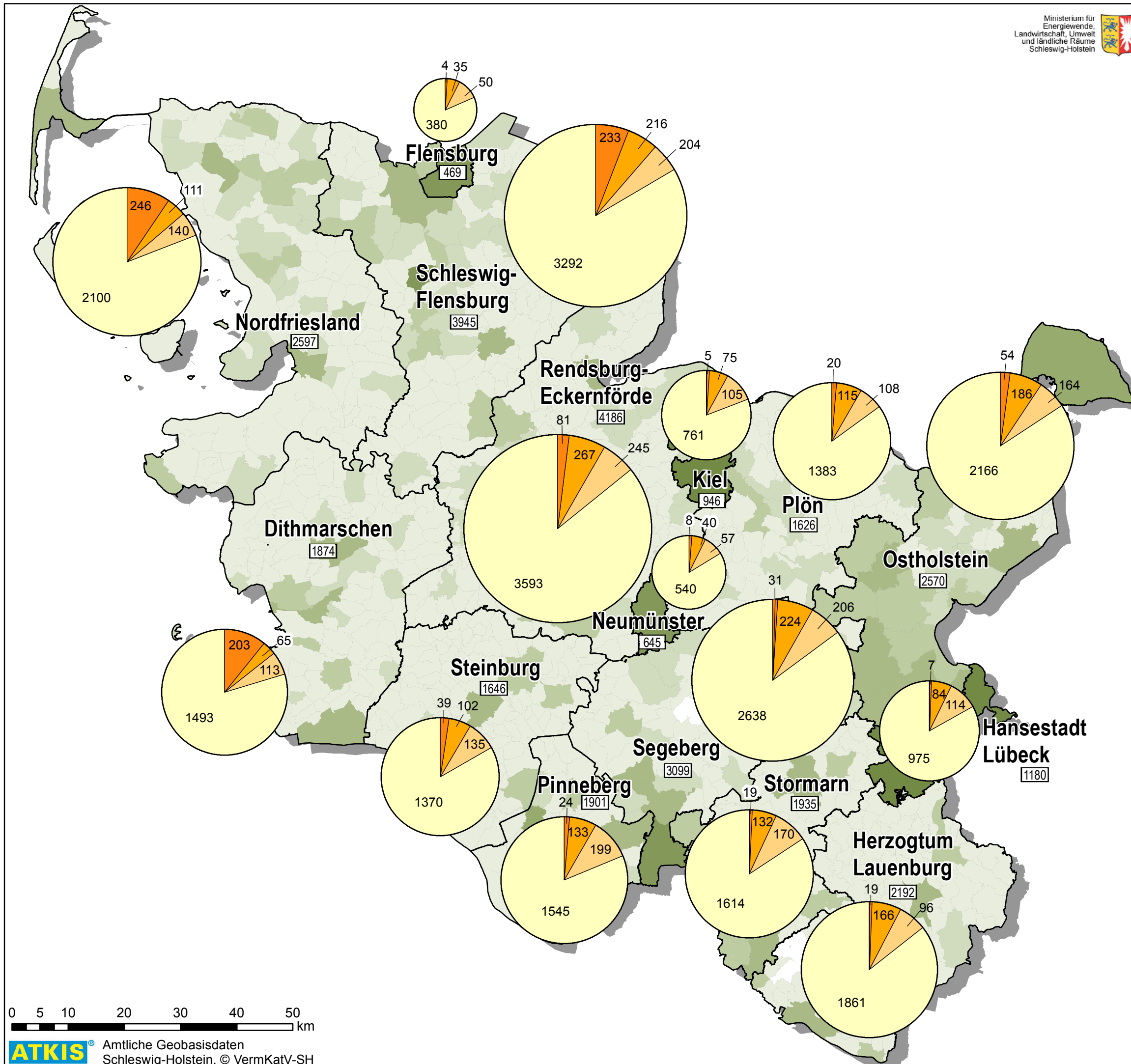
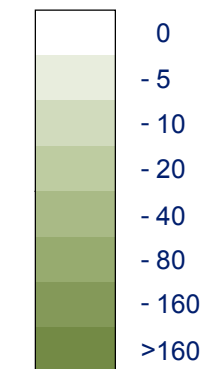
POTENZIALUNTERSUCHUNG ERNEUERBARE ENERGIEN SCHLESWIG-HOLSTEIN

Leistungsaufkommen aus Photovoltaik- anlagen

Leistung je Kreis in MW



Ausbauprognose (Max) für das Jahr 2023
je Gemeinde in MW

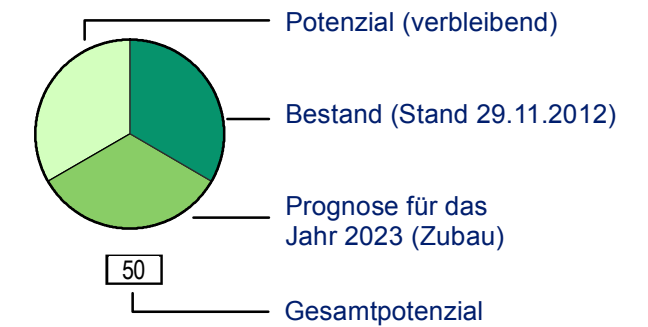


0 5 10 20 30 40 50
km

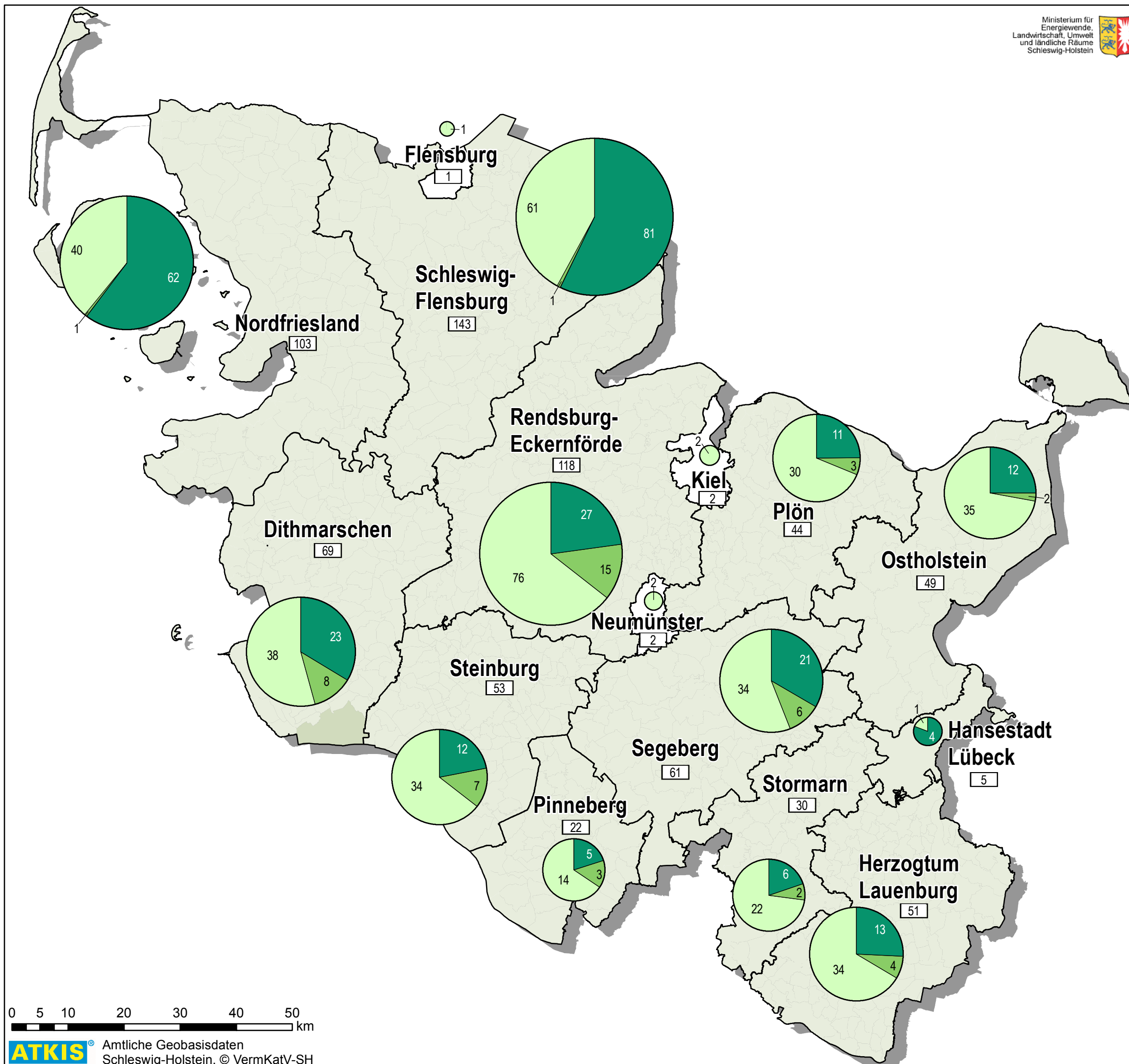
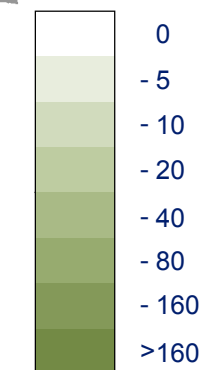
POTENZIALUNTERSUCHUNG ERNEUERBARE ENERGIEN SCHLESWIG-HOLSTEIN

Leistungsaufkommen aus Biomasse- kraftwerken

Leistung je Kreis in MW



Ausbauprognose (Max) für das Jahr 2023
je Gemeinde in MW



0 5 10 20 30 40 50 km