

Metastudie

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Autoren:

Judith Fiukowski

Christian Wernitz

Elisa Gaudchau

Berit Müller



Berlin, November 2016

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	2
Abkürzungsverzeichnis.....	2
Abbildungsverzeichnis.....	5
1. Ziel und Aufbau der Studie.....	6
2. Potenzialbegriff.....	7
3. Ausbaupotenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland.....	9
4. Länderstudien.....	13
4.1. Berlin.....	14
4.2. Brandenburg.....	18
4.3. Mecklenburg-Vorpommern.....	25
4.4. Sachsen.....	31
4.5. Sachsen-Anhalt.....	38
4.6. Thüringen.....	44
5. Schlussfolgerungen und Ausblick.....	48
6. Quellen.....	50
7. Anhang.....	54
7.1. Übersicht der Studien nach Ländern.....	54
7.2. Übersicht angenommener Wirkungsgrade zur Berechnung der Endenergieenergie- Bedarfwerte der Länder.....	56
7.3. Factsheets.....	57

Vorwort

Unter dem Motto "Strom für Generationen: erneuerbar und dezentral" fanden sich 2013 Akteure aus den Branchen der Erneuerbaren, der Energie- und Speichertechnik und des Maschinenbaus zum Netzwerk „Smart Energy Ostdeutschland“ zusammen. Um die Chancen der neuen Märkte im Sinne der Energiewende zu nutzen sollen Wirtschaft, Wissenschaft und Bildung besser verzahnt werden. Der Fokus liegt dabei auf ostdeutschen Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

Die vorliegende Meta-Studie entstand im Rahmen des Projekts SmEnOs-tech (Fachlich-technische Fortentwicklung der Strategie des Vorhabens SmartEnergy Ostdeutschland aus Sicht des Gesamtsystems), eines unter mehreren Teilprojekten im Forum SmartEnergy Ostdeutschland. Es dient dem Austausch verschiedener Akteure zu aktuellen Fragestellungen, die aus der nötigen Integration von hohen Anteilen Erneuerbarer Energien hervorgehen. Anhand von Simulationen sollen Möglichkeiten diskutiert werden und konkrete Forschungsfragen für zukünftige Arbeiten entwickelt werden.

Mit der Studie wird eine Übersicht über die Potenziale Erneuerbarer Energien in den ostdeutschen Bundesländern gegeben. Es wurden Informationen zusammengetragen, die eine Basis für die Diskussion von Strategien für die Energiewende geben.

Das Forum SmartEnergy Ostdeutschland wird gefördert im Rahmen des Förderprogramms „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ des BMBF. Das gleichnamige Konsortium wurde zunächst von der Solar Valley GmbH, jetzt vom Reiner Lemoine Institut geführt.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BB	Brandenburg
BE	Berlin
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
el.	elektrisch
GaLa	Garten- und Landschaftsbau
GPS	Ganzpflanzensilage (z.B. Roggen)
GWh	Gigawattstunden
h	Stunde
HTC	hydrothermale Carbonisierung
IEKP	Integriertes Energie- und Klimaprogramm
MV	Mecklenburg-Vorpommern
KW	Kraftwerk
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kW / kWp	Kilowatt / Kilowatt-Peak
MW / MWp	Megawatt / Megawatt-Peak
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
PLZ	Postleitzahl
PV	Photovoltaik
PTH	Power to Heat
RREP	Regionaler Raumentwicklungsplan
SN	Sachsen
SRT	Siedlungsraumtypen
ST	Sachsen-Anhalt

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

SmEnOs Smart Energy Ostdeutschland

TH Thüringen

V-E Gebiet Vorrangs- und Eignungsgebiet

VLH Volllaststunden

WEA Windenergieanlage

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Potenzialbegriffe	7
Abbildung 2: Elektroenergie-Potenziale und Bedarfe	10
Abbildung 3: Wärme-Potenziale und Bedarfe	11
Abbildung 4: Elektroenergie - Potenziale und Bedarf - Berlin (ohne Stadtgüter)	15
Abbildung 5: Wärme - Potenziale und -Bedarf Berlin (ohne Stadtgüter)	16
Abbildung 6: Elektroenergie - Potenziale und Bedarf Brandenburg	21
Abbildung 7: Wärme - Potenziale und -Bedarf Brandenburg	23
Abbildung 8: Elektroenergie - Potenziale und Bedarf – Mecklenburg-Vorpommern	27
Abbildung 9: Wärme - Potenziale und Bedarf 2012 in Mecklenburg-Vorpommern	30
Abbildung 10: Elektroenergie - Potenziale und Bedarf Sachsen	33
Abbildung 11: Wärme - Potenziale und -Bedarf Sachsen	36
Abbildung 12: Elektroenergie-Potenziale und -Bedarf Sachsen-Anhalt	40
Abbildung 13: Wärme - Potenziale und -Bedarf Sachsen-Anhalt	42
Abbildung 14: Elektroenergie-Potenzial und –Bedarf Thüringen	45
Abbildung 15: Wärme - Potenziale und -Bedarf Thüringen	47

1. Ziel und Aufbau der Studie

Ziel dieser Meta-Analyse ist es, relevante Studien zu den Potenzialen von Erneuerbaren Energien für die Strom- und Wärmeversorgung in den ostdeutschen Bundesländern auszuwerten und die Ergebnisse und Annahmen der Studien komprimiert darzustellen und zu vergleichen. Es werden insgesamt 15 Studien ausgewertet. Die Potenziale werden mit den jeweiligen politischen Energiezielen/-konzepten/-programmen der Länder verglichen und mit den jeweiligen Verbrauchsdaten in Bezug gesetzt. Da die Methoden der Potenzialermittlung stark voneinander abweichen, wurde zu allen untersuchten wissenschaftlichen Studien ein „Factsheet“ erstellt, das die getroffenen Annahmen zur Potenzialermittlung sowie zu den erstellten Szenarien detailliert aufschlüsselt. Diese Factsheets, in denen die Methoden der untersuchten Studien festgehalten wurden, befinden sich im Anhang. In den einzelnen Kapiteln wird aufgrund der sehr unterschiedlichen und teilweise komplexen Ansätze nur bei Auffälligkeiten näher auf die Methoden eingegangen.

Vorab werden in Kapitel 2 methodische Probleme beim Erfassen und Vergleichen von EE-Potenzialen diskutiert. In Kapitel 3 werden zunächst alle erfassten Potenziale der untersuchten Bundesländer dargestellt und ihren jeweiligen Verbräuchen in den Bundesländern gegenübergestellt. Bei den Elektroenergie-Potenzialen erfolgt außerdem ein Vergleich mit den Ergebnissen einer Studie, in der eine zu 100 % auf Erneuerbaren Energien basierende Stromversorgung Deutschlands simuliert wurde.

Anschließend wird in Abschnitt 4 jedes Bundesland genauer betrachtet und Besonderheiten werden diskutiert. Dabei wird auch auf die Bedeutung der einzelnen Energieträger in den Ländern sowie auf Besonderheiten bei den Methoden der Potenzialermittlung eingegangen. Abschließend werden Schlussfolgerungen bezüglich der Potenziale einer regenerativ basierten Energieversorgung Ostdeutschlands gezogen und der Stand der Forschung bewertet.

2. Potenzialbegriff

Bisher gibt es zur Potenzialermittlung von Erneuerbaren Energien eine große Bandbreite an Methoden mit unterschiedlichsten Herangehensweisen. Das methodische Vorgehen variiert zwischen einfachen Abschätzungen, Hochrechnungen und komplexeren Simulationen. Grundsätzlich fängt die Problematik im Zusammenhang mit EE-Potenzialen schon beim Potenzialbegriff an. Häufig verwendete Potenzialbegriffe sind das theoretische, technische, wirtschaftliche und erschließbare Potenzial. Aber auch diese werden nicht einheitlich verwendet. Abbildung 1 zeigt schematisch die Schnittmengen dieser Potenziale.

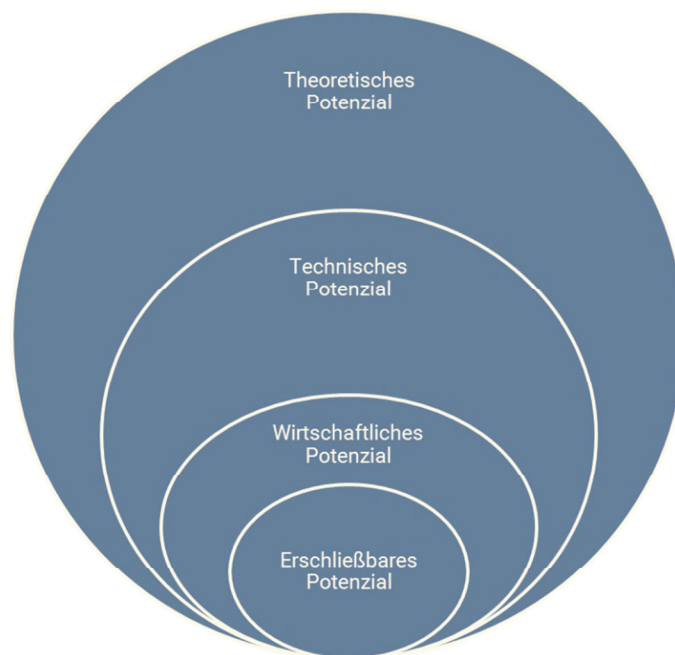


Abbildung 1: Potenzialbegriffe

Diese Potenzialbegriffe werden beispielsweise in [IÖW 2010, S. 47ff] wie folgt definiert¹:

- **Theoretisches Potenzial:** „das in einem bestimmten geographischen Raum in einer bestimmten Zeitspanne theoretisch nutzbare physikalische Energieangebot (z. B. Sonneneinstrahlung innerhalb eines Jahres)“
- **Technisches Potenzial:** „Teil des theoretischen Potenzials, das unter Beachtung technischer Restriktionen nutzbar ist – oft werden auch andere „unüberwindbare“ Einschränkungen (z. B. gesetzliche Regelungen) bei der Ermittlung des technischen Potenzials berücksichtigt. Im Rahmen des technischen Potenzials kann zwischen dem Angebotspotenzial (Erzeugungspotenzial, ausschließlich angebotsseitige Restriktionen) und dem Nachfragepotenzial (Endenergiepotenzial, auch nachfrageseitige Restriktionen) unterschieden werden. Diese Unterscheidung ist beispielsweise im Fall der

¹ siehe auch [Kaltschmitt et al. 2003: 20ff]

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Wärmeerzeugung durch Solarthermie sinnvoll, da das Energieangebot den Bedarf an Niedertemperaturwärme in Deutschland übersteigt.“

- **Wirtschaftliches Potenzial:** „Teil des technischen Potenzials, der wirtschaftlich genutzt werden kann. Er ist abhängig von einer Vielzahl von Parametern, besonders großen Einfluss kann z. B. die Höhe der angenommenen Energiepreise haben. Das wirtschaftliche Potenzial kann unter einem volks- oder betriebswirtschaftlichen Blickwinkel betrachtet werden.“
- **Erschließbares Potenzial:** „Potenzial, das unter dem Einfluss verschiedener Restriktionen und Hemmnisse (z. B. Herstellerkapazitäten, administrative Hürden), jedoch auch Anreizen (Fördermaßnahmen, Vergütungen, Informationskampagnen) tatsächlich erschlossen wird.“

Diese oder ähnliche Definitionen werden zwar häufig verwendet, entsprechen aber keinem einheitlichen Standard. Sie dienen eher als Ausgangspunkt, von dem aus, je nach Untersuchung, weitere angepasste Potenzialbegriffe entwickelt werden.

Dies führt insgesamt dazu, dass die einzelnen Potenziale nur schwer vergleichbar sind, was wiederum die Wissenschaftlichkeit der Analyse einschränkt. Um die zahlreichen Methoden dennoch transparent zu machen, werden zu jeder untersuchten Studie in einem Factsheet (Anhang) das Vorgehen der Potenzialermittlung und weitere Annahmen dargelegt.

Das IÖW hat in seiner Potenzialstudie für Berlin 2010 ebenfalls ein „Screening von Methoden für die Potenzialermittlung“ (S.47ff) erstellt.

3. Ausbaupotenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

In diesem Kapitel wird eine Gesamtübersicht zu den untersuchten Potenzialen gegeben. Die folgenden Grafiken bilden sowohl für den Strombereich (Abbildung 2) als auch für den Wärmebereich (Abbildung 3) die Potenziale aller neuen Bundesländer ab. Dabei ist für die Gesamtschau der Ergebnisse jeweils die progressivste Potenzialbewertung der ausgewerteten Studien aufgenommen worden. In der jeweiligen Einzelauswertung der Bundesländer (Kapitel 4) werden dann alle Potenzialbewertungen dargestellt und verglichen.

Die Potenziale werden in den Grafiken sowohl dem jeweiligen Bedarf² des Bundeslandes (Strom und Wärme) als auch den Ergebnissen einer Studie gegenübergestellt, in der eine zu 100 % auf EE basierende Stromversorgung Deutschlands simuliert wurde³.

Außerdem sind die jeweiligen erschließbaren Potenziale oder Ziele aus Landes-Energiestrategien/Konzepten oder Programmen in den Grafiken dargestellt.

In Abbildung 2 deutlich zu erkennen sind die großen Unterschiede bei den diversen Potenzialabschätzungen. Dennoch lassen sich die folgenden Trends ausmachen: In den meisten Studien übersteigen die Potenziale für Erneuerbaren Strom sowohl

- den jeweiligen Bedarf des Landes, als auch
- die Energiebereitstellung der einzelnen Technologien, die in [RLI 2012] für eine Stromversorgung Deutschlands aus 100 % EE ermittelt wurden.

Eine Ausnahme bildet der einwohnerstarke Stadtstaat Berlin. Aufgrund der geringen Fläche liegen die Potenziale hier unter dem Bedarf.

² Aus Energiebilanzen der Länder (BE, BB, MV, SN, TH: 2012; ST: 2013); umgerechnet mit Wirkungsgraden aus Anhang (Kapitel 7.2)

³ In [RLI 2012] wurden notwendige Kapazitäten ermittelt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden diese nun mithilfe von Volllaststunden aus [ISE 2015] „aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland“ in Energiewerte pro Jahr umgerechnet. Angenommene Volllaststunden: Biomasse: 5957h/a; Wasser: 4099h/a; Geothermie: 4341h/a; Wind Onshore: 1768h/a; PV: 941h/a (Ausnahme: Wind Onshore **M-V**: 1985h/a [BWE_2012])

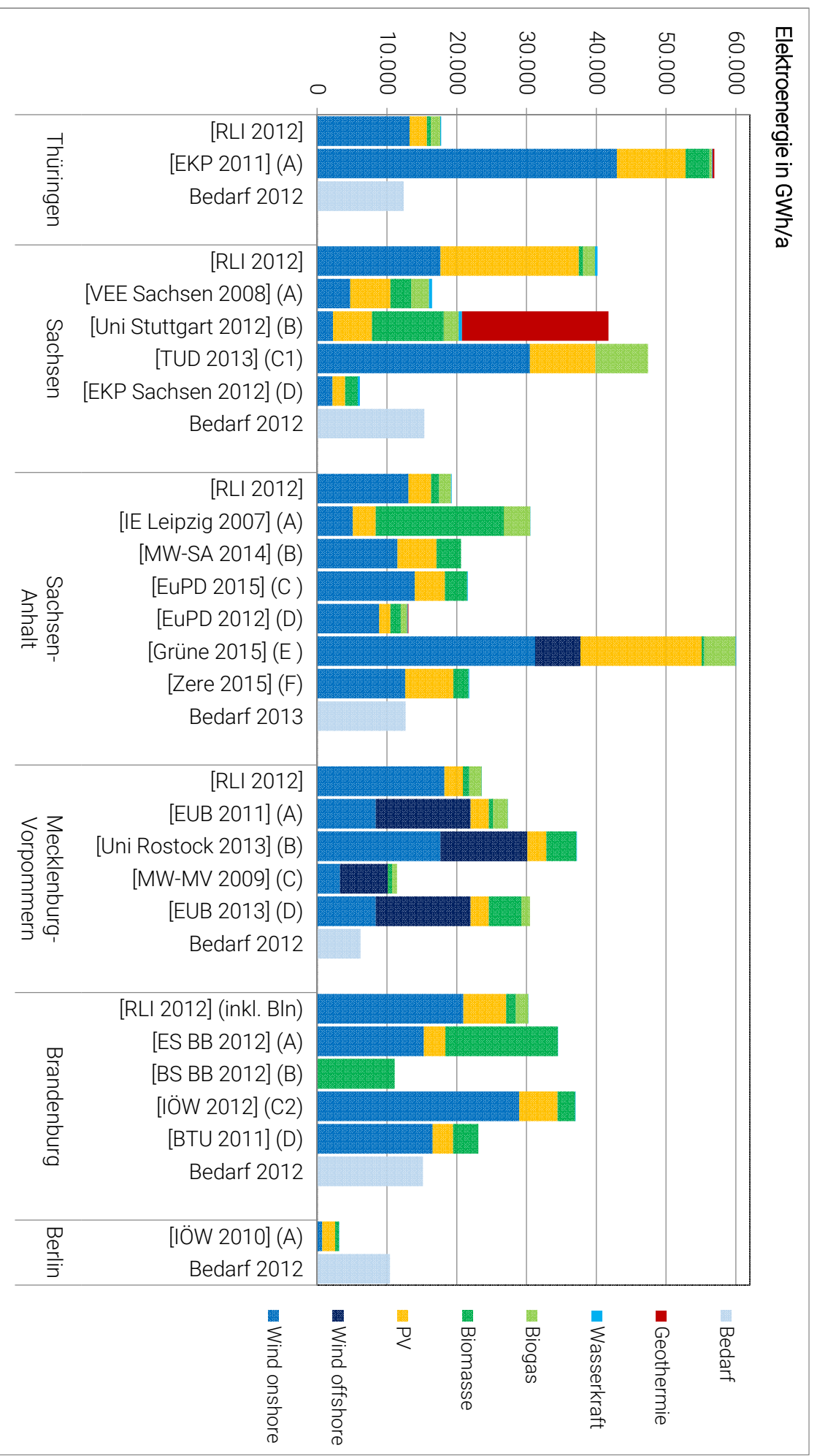


Abbildung 2: Elektroenergie-Potenziale und Bedarfe

Potenzielle Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Nachfolgend werden in Abbildung 3 ebenfalls Wärme-Potenziale der Länder neben aktuellen Bedarfswerten dargestellt.

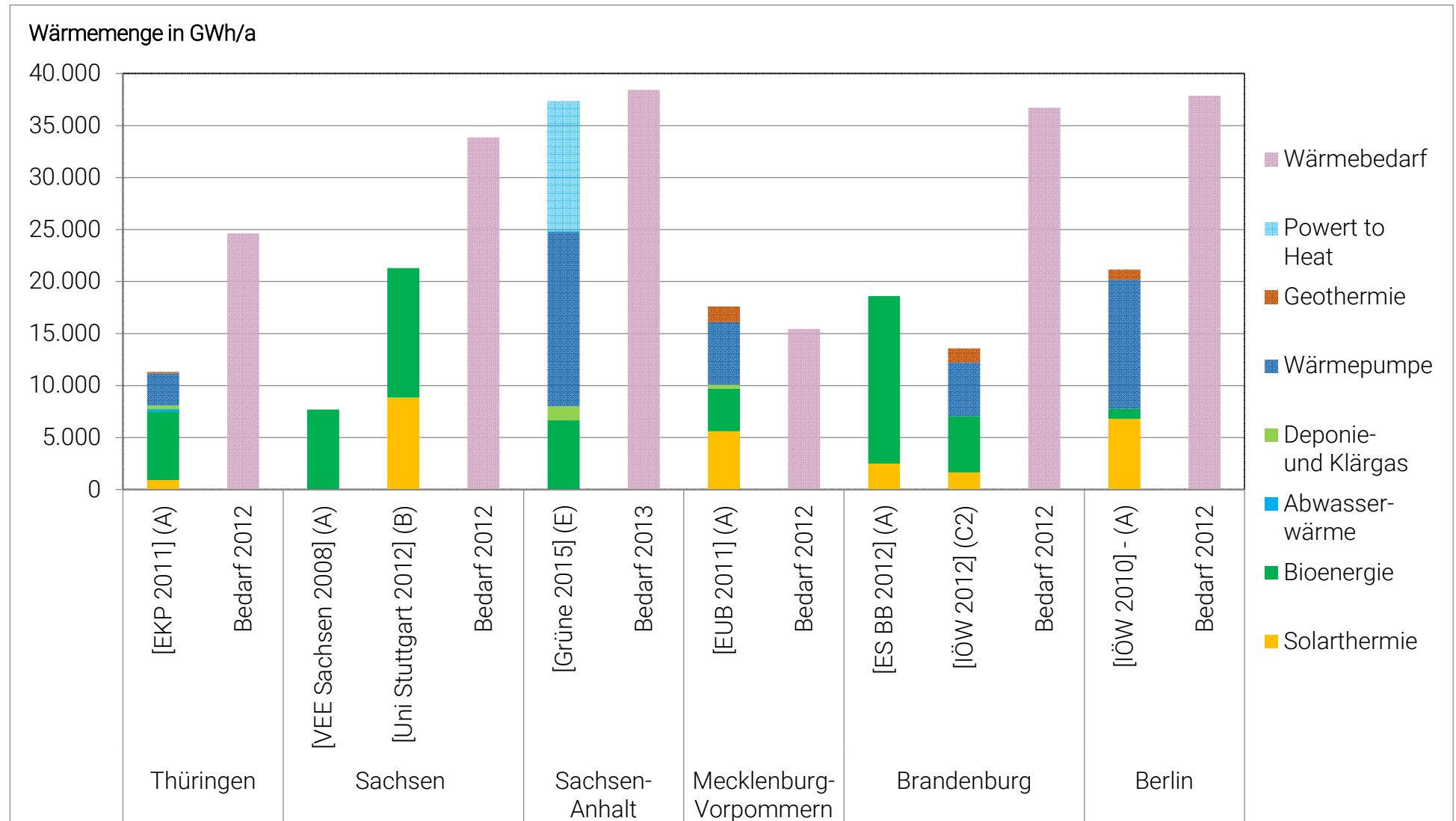


Abbildung 3: Wärme-Potenziäle und Bedarfe

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Im Wärmebereich (Abbildung 3) lässt sich eher ein gegenteiliger Trend als im Bereich der Elektroenergie ablesen: Die ermittelten Potenziale sind deutlich geringer als der jeweilige, aktuelle Wärmebedarf der Länder. Ausnahmen bilden die Studien [EUB 2011] und [Grüne 2015] zu Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. Um den Wärmebedarf zu decken, wurde insbesondere in Sachsen-Anhalt, aber auch in Mecklenburg-Vorpommern die Umwandlung von Strom in Wärme durch Wärmepumpen und andere Power-to-Heat-Technologien berücksichtigt. Rückblickend auf den Strombereich, in dem die Potenziale der EE tendenziell den Elektroenergiebedarf übersteigen, erscheint die Kopplung der Sektoren Strom und Wärme als sinnvolle Möglichkeit, die Wärmebedarfe zu decken.

4. Länderstudien

In diesem Kapitel werden die in Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellten Potenziale der einzelnen Bundesländer ausgewertet. Durch den Vergleich verschiedener Potenzialuntersuchungen eines Landes soll somit ein Überblick zum Stand der Forschung geschaffen werden, der es erlaubt, die ermittelten Einzelpotenziale besser einschätzen zu können. Zur Einschätzung zur aktuellen Lage der EE in den Bundesländern dienen im Folgenden außerdem die Ergebnisse der Studie **„Vergleich der Bundesländer über die Analyse der Erfolgsfaktoren für den Ausbau der Erneuerbaren Energien“** von 2014 durchgeführt durch das DIW, ZSW und AEE. Diese untersucht und vergleicht die deutschen Bundesländer hinsichtlich ihrer jeweiligen Bemühungen und Erfolge in der Energiewende. Die Studie zielt darauf, die Anstrengungen bzw. das politische Engagement (Input-Indikatoren) und den Erfolg (Output-Indikatoren) über insgesamt 60 Indikatoren für den Bereich „Nutzung Erneuerbarer Energien“ sowie den Bereich „technologischer und wirtschaftlicher Wandel“ in den Bundesländern zu messen und vergleichbar zu machen. Beispielsweise werden die Input-Indikatoren für den Bereich „Nutzung Erneuerbarer Energien“ [DIW/ZSW/AEE 2014, S. 6ff], wozu unter anderem die Ziele und Maßnahmen des Bundeslandes zählen, mit den Output-Indikatoren wie der EE-Anteil am Primärenergieverbrauch oder die Nutzung von spezifischen EE-Technologien ins Verhältnis gesetzt. Die betrachteten Indikatoren werden unterschiedlich gewichtet und zu Gruppenindikatoren und anschließend zum Gesamtindikator zusammengefasst. Insgesamt zeichnet die Studie im Bundesvergleich ein positives Gesamtbild zur Lage der ostdeutschen Bundesländer.

4.1. Berlin

Berlin ist mit 3,375 Mio. Einwohnerinnen und Einwohnern (2012⁴) die größte Stadt Deutschlands. Die Bevölkerungsdichte liegt bei 3.785 Menschen pro km². Berlin ist damit das kleinste und am dichtesten besiedelte Bundesland Ostdeutschlands. Wirtschaftlich liegt Berlin mit einem jährlichen Bruttoinlandsprodukt von rund 30.000 Euro pro Kopf knapp unter dem Durchschnitt der deutschen Städte [PIK 2014, S. 27].

Im Gesamtranking der Bundesländer-Vergleichsstudie⁵ ist Berlin das Schlusslicht hinsichtlich seiner EE- Politik, -Ziele und -Nutzung sowie technologisch-wirtschaftlichem Wandel und den diesbezüglichen Anstrengungen und Erfolgen. Im Vergleich zu den anderen Stadtstaaten Bremen (Platz 11) und Hamburg (Platz 13) zeigt sich, dass mehr möglich wäre. Grundsätzlich hat Berlin als Großstadt jedoch keine leichten Ausgangsbedingungen. Wenn man die Potenziale der Stadtgüter und des Stadtgebiets betrachtet, die in [IÖW 2010] identifiziert wurden, zeigt sich, dass sich hieraus dennoch gute Handlungsoptionen ableiten lassen.

Im Folgenden wird auf die Studie **A „Potenziale erneuerbarer Energien in Berlin 2020 und langfristig – Quantifizierung und Maßnahmengenerierung zur Erreichung ambitionierter Ausbauziele“** [IÖW 2010] des IÖWs für das Berliner Energiekonzept Bezug genommen. Die Studie ist eine sehr umfangreiche Betrachtung und fasst die bis dato bestehende Literatur zu EE-Potenzialen in Berlin und den Berliner Stadtgütern zusammen.

Zunächst wurden die **langfristigen, technische Potenziale bis 2050⁶** für die verschiedenen Energieträger im Stadtgebiet und im Gebiet der Berliner Stadtgüter und anschließend **das tatsächlich bis 2020 erschließbare Potenzial⁷** ermittelt, wobei hier auch wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt wurden. Für die jeweiligen Energieträger wurden jeweils zwei Szenarien mit dem Basisjahr 2008 entwickelt: Das Referenz- und das Ziel- (Ausbau-Plus)-Szenario.

Das **Referenzszenario** beschreibt die Entwicklung des jeweiligen Energieträgers ohne weitere Fördermaßnahmen. [IÖW 2010, S. 78]

Das **Ziel- (Ausbau-Plus)-Szenario** nimmt dem gegenüber eine (lineare) Trendfortschreibung der Zubauraten an. Um dies zu verwirklichen sind zusätzliche Maßnahmen notwendig [IÖW 2010, S. 78].

Insgesamt wird für 2020 eine deutliche Steigerung der EE-Anteile auf 17 % im Strombereich und 12 % im Wärmebereich (bzw. 15 %, bei Berücksichtigung einer Biogasquote im Erdgasnetz)

⁴ [AEE 2015]

⁵ [DIW/AEE/ZSW 2014]

⁶ In Abbildung 4 dargestellt als A (2050)

⁷ In Abbildung 4 dargestellt als A (2020)

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

[IÖW 2010, S. 3] angenommen. Die Datengrundlage wird sehr detailliert erfasst und erläutert [IÖW 2010, S. 15-47].

Elektroenergie-Potenziale

Abbildung 4 zeigt die erschließbaren Strompotenziale 2020 und die langfristigen technischen Potenziale bis 2050, die in der Studie bestimmt worden sind. Für die Ermittlung des PV-Potenzials war der solare Rahmenplan [Everding et al. 2006] grundlegend. Über die dort ermittelten 21 Stadtraumtypen wurden ein technisches Flächenpotenzial und ein „solarurbanes Flächenpotenzial“ ermittelt (vgl. Factsheet Berlin für detaillierte Methodik und Annahmen). Gerade bei der Windkraft ist die Nutzung der Berliner Stadtgüter (rund 16.000 ha Land in Brandenburg) interessant, da diese ein größeres Potenzial haben. Allerdings kann die dort bereitgestellte Energie bilanziell nicht Berlin zugerechnet werden, da die erzeugte Energie ins brandenburgische Netz eingespeist wird [IÖW 2010, S. 13] und [PIK 2014, S. 58].

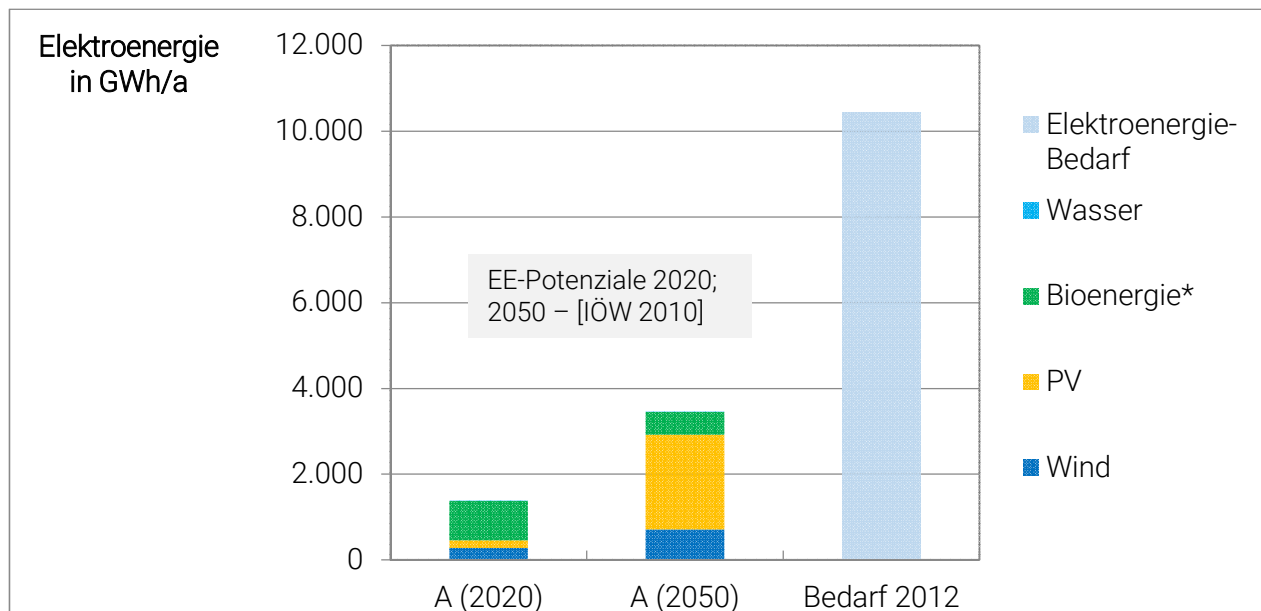


Abbildung 4: Elektroenergie - Potenziale und Bedarf - Berlin (ohne Stadtgüter)

* A (2020): ohne Biomasse-HKW Klingenberg⁸; langfristig, technisches Potenzial (A 2050). Es wurden ausschließlich endogene Potenziale (das auf dem Berliner Stadtgebiet verfügbare Potenzial) biogener Reststoffe betrachtet (vgl. dazu auch [IÖW 2010, Tab. 4.4, S. 61]).

Es ist ersichtlich, dass PV langfristig der entscheidende Energieträger in Berlin ist. Die Werte für A (2020) entsprechen den Werten aus dem Ausbau-Plus-Szenario und A (2050) spiegelt die

⁸ Das HKW-Klingenberg ist ein Berliner Heizkraftwerk, in dem Braunkohle verbrannt wird. Der Betreiber Vattenfall hatte 2009 den Umbau zum Biomasse-Kraftwerk angekündigt und 2012 wieder revidiert. Durch die Umstrukturierung des Konzerns mit neuem Fokus auf EE soll nun nach aktuellen Meldungen aus der Braunkohle bis 2017 ausgestiegen werden und das Kraftwerk nur noch mit Erdgas betrieben werden. Zum Zeitpunkt der IÖW-Studie wurde sowohl mit Klingenberg als Biomasse HKW als auch ohne gerechnet [RBB 2016]

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

langfristigen, technischen Potenziale bis 2050. Das langfristige, technische Biomassepotenzial wurde aus dem Ökologie-Szenario der Studie „Nutzung von Biomasse in Berlin“ des ICU und Witzhausen-Institut 2009 übernommen. Die Bedeutung der Biomasse nimmt ab, wohingegen die Rolle von Windkraft wächst, was auch auf eine intensivere Nutzung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA) im Stadtgebiet zurückgeführt werden kann. Die Bedeutung von Wasserkraft bleibt weiterhin marginal. Eine detaillierte Darlegung der getroffenen Annahmen und der Potenzialermittlungsmethodik finden sich im Anhang der IÖW Studie ab S. 149 ff sowie im Factsheet Berlin.

Im Gegensatz zu den anderen Bundesländern kann der Strombedarf des flächenmäßig kleinen Berlins auch langfristig nicht eigenständig über Erneuerbare Energien gedeckt werden.

Wärme-Potenziale

Abbildung 5 zeigt analog die Potenziale Erneuerbarer Energien im Wärmebereich.

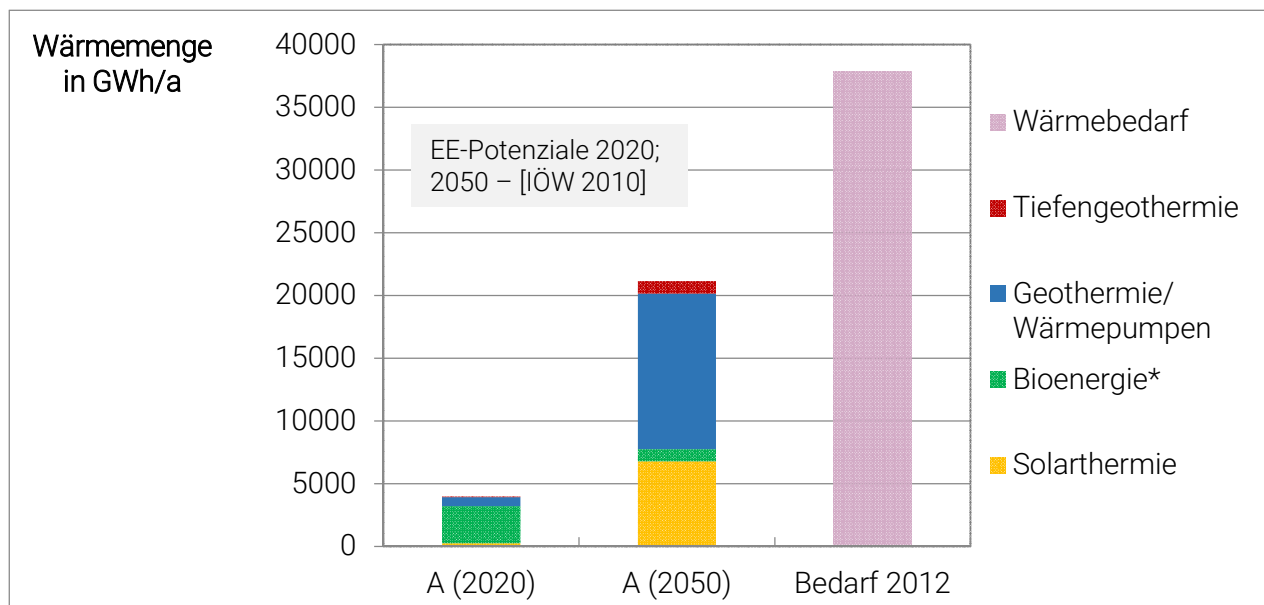


Abbildung 5: Wärme - Potenziale und -Bedarf Berlin (ohne Stadtgüter)

Erwartungsgemäß können insbesondere Wärmepumpen und Solarthermie langfristig eine wichtige Rolle in der EE-Wärmeversorgung spielen. In 2050 kann bereits deutlich über die Hälfte des Wärmebedarfs (unter der Annahme, dass dieser langfristig sinkt) aus Erneuerbaren bereitgestellt werden. Das IÖW bezieht sich auf den Wärmebedarf in 2008 mit 41.906 GWh/a [IÖW 2010, S. 21], Der für 2012 ermittelte Wärmebedarf⁹ ist rund 4000 GWh geringer. Zur Tiefengeothermie wird angemerkt, dass der Wert aufgrund unterschiedlicher Studienergebnisse nur sehr schwer abschätzbar sei. [IÖW 2010, S. 32ff]

⁹ Aus Energiebilanzen der Länder (BE, BB, MV, SN, TH: 2012; ST: 2013); weitere Annahmen siehe: <https://37.120.178.167/owncloud/index.php/s/01FdiOMCt7mCxZ7#pdfviewer>

Fazit

Abschließend kann für Berlin festgehalten werden, dass gerade im Wärmebereich gute Möglichkeiten für Erneuerbare Energien bestehen. Im Vergleich der beiden Abbildungen ist das EE-Potenzial langfristig bis 2050 sogar höher als im Strombereich. Allerdings haben Wärmepumpen als PTH-Technologie den größten Anteil an dem ermittelten Wärmepotenzial.

4.2. Brandenburg

Brandenburg ist das flächenreichste Bundesland in Ostdeutschland und mit Ausnahme der größeren Städte dünn besiedelt (85 Einwohnern pro km²) bei insgesamt 2,45 Millionen Einwohnern (Stand 2012¹⁰). Die Hälfte der Fläche von insgesamt knapp 30.000 km² wird landwirtschaftlich genutzt.

In der Bundesländer-Vergleichsstudie¹¹ liegt Brandenburg im Gesamtranking auf dem fünften Platz und konnte seinen ersten Platz aus der vorherigen Bundesländervergleichsstudie von 2012 nicht mehr halten. Dennoch schneidet Brandenburg gut bis sehr gut in den einzelnen Kategorien ab. Hervorzuheben ist, dass die Bemühungen zur EE-Systemintegration in Brandenburg am höchsten bewertet wurden. Allerdings ist die gesellschaftliche Akzeptanz zum Beispiel bezogen auf den Netzausbau relativ gering (Platz 15). Grundsätzlich wird die energiepolitische Programmatik als gut bewertet.

Folgende Studien wurden für Brandenburg ausgewertet:

A: Energiestrategie 2030 [ES BB 2012]

B: Biomassestrategie [BS BB 2012]

C: Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg – 2030 [IÖW 2012]

D: Fortführung der Studie zur Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Brandenburg [BTU 2011]

Studie A - Energiestrategie 2030 [ES BB 2012]

Die **Energiestrategie 2030** [ES BB 2012] des Ministeriums für Wirtschaft und Europaangelegenheiten beschreibt unter anderem die Ausbauziele bis 2030 [ES BB 2012, S. 39ff] für Wind, PV und Biomasse.

Wind ist der wichtigste erneuerbare Energieträger Brandenburgs. Bis 2030 sollen 82 PJ auf den dafür vorgesehenen ca. 2 % der Landesfläche realisiert sein. Für PV beträgt das Ausbauziel 12 PJ. Für die Biomasse übersteigt das Ausbauziel von 58 PJ das im Land selbst vorhandene Potenzial und muss über Importe realisiert werden. Beim Biomasseziel wurde nicht nach Strom und Wärme differenziert.

¹⁰ [AEE 2015]

¹¹ Für Anstrengungen und Erfolge in den Bereichen „Nutzung Erneuerbarer Energien“, sowie „Technologischer und Wirtschaftlicher Wandel“ wurden Punkte verteilt und anhand der Summe je BL ein Gesamtranking erstellt. [DIW/AEE/ZSW 2014]

Studie B - Biomassestrategie [BS BB 2012]

Brandenburg ist das einzige ostdeutsche Bundesland, das eine gesonderte, offizielle **Biomassestrategie** hat und betont somit die Bedeutung dieses Energieträgers für das Land. Das Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes hat 2010 die Biomassestrategie veröffentlicht, in der die Rahmenbedingungen der rechtlichen Nutzung sowie die unterschiedlichen Biomassepotenziale und Standorte der Biomasseerzeugung und –Nutzung bestimmt werden. Außerdem werden Ziele, Handlungsstrategien, Instrumente und Maßnahmen festgelegt. Der Bericht betrachtet das **energetische Potenzial (theoretisches sowie realistisches)** von holzartiger-, landwirtschaftlicher Biomasse und von biogenen Reststoffen. Bei der Potenzialermittlung wurden strukturelle, ökologische und weitere nicht-technischer Beschränkungen berücksichtigt. Ökonomische Faktoren wurden jedoch nicht miteinbezogen. Bei der Berechnung der energetischen Potenziale landwirtschaftlicher Biomasse wurden ebenfalls die Potenziale von Biogas, Bioethanol und Biodiesel angegeben. Die Festlegung der Rahmenbedingungen und die Potenzialermittlung erfolgt in Kapitel 2 der Studie.

[BS BB 2012, S. 7-19]

Zusammenfassend identifiziert die Biomassestrategie ein energetisches **Biomassepotenzial von rund 44 PJ, das bis zum Jahr 2016 auf ca. 40 PJ sinken wird.** [BS BB 2012, S. 16 ff]. Wobei die landwirtschaftliche Biomasse das größte Potenzial mit 14, 49 PJ aufweist. Hierfür sieht die Biomassestrategie vor, bis zu **30 % der heimischen Ackerfläche (ca. 300.000 ha)** zur stofflichen oder energetischen Biomasseverwertung zu nutzen unter der Berücksichtigung von Ernährungssicherung und Bodenfruchtbarkeit [BS BB 2012, S. 10ff]. Dieses Flächenpotenzial entstammt der Studie „Bioenergie-Potenziale in Brandenburg“ der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde von 2010 [HS Eberswalde 2010]. Die Studie wird in der Biomassestrategie als „konservative Potenzialanalyse“ beschrieben [BS BB 2012, S.10]. Unter anderem wurde die vollständigen Eigenversorgung der Bevölkerung Brandenburgs und Berlins angenommen sowie die Inbetriebnahme von Stilllegungsflächen, sodass nur noch 3 % der Ackerfläche als Stilllegungs- und Brachflächen in Brandenburg verbleiben (im Vergleich 2007 noch 10 %). [BS BB 2012, 10 ff]

Studie C - Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg – 2030 [IÖW 2012]

Die Auftragsstudie von Greenpeace „**Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg - 2030 Erschließbare technische Potenziale sowie Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte – eine szenariobasierte Analyse**“ wurde 2012 vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) durchgeführt. Sie vereint die bisherigen vorhandenen Potenzialstudien und bestehenden Szenarien für Brandenburg und baut auf deren Ergebnissen auf. Sie besteht aus zwei Teilstudien: im ersten

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Teil werden die Potenziale der Erneuerbaren Energien in Brandenburg 2030 dargestellt, in Teil zwei werden die im ersten Teil ermittelten Szenariodaten hinsichtlich ihrer Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in Brandenburg bewertet. Im Rahmen der vorliegenden Metastudie wird sich jedoch ausschließlich auf die Ermittlung der Strom- und Wärmepotenziale konzentriert.

Es werden insbesondere folgende zwei verschiedene Szenarien untersucht:

1. **„Ambitionierter Ausbau erneuerbarer Energien, minus 50 % Braunkohle“ (EE-50BK)** hier wird davon ausgegangen, dass die Braunkohleverstromung bis 2030 um 50 % zurückgefahren wird, über die gestaffelte Abschaltung des Braunkohlekraftwerks Jänschwalde. Dieses Szenario orientiert sich weitestgehend an den Zielsetzungen der Landesregierung.
2. **Das Szenario EE-0BK „Energiewende“ bzw. „sehr ambitionierter Ausbau erneuerbarer Energien, minus 100 % Braunkohle“** geht von einem kompletten Ausstieg aus der Braunkohleverstromung bis 2030 aus (Stilllegung des Kraftwerks Jänschwalde). Dieses Szenario beschreibt einen ambitionierteren EE-Ausbauplan als von der Landesregierung vorgesehen ist.

Außerdem werden zwei Varianten der Entwicklung des Energieverbrauchs betrachtet: **"Effizienz"** und **"Effizienz plus"**. [IÖW 2012, S.11ff; S. 45ff]

Durch die unterschiedliche Rolle der Braunkohle in den beiden Szenarien unterschieden sie sich für den Wärmebereich besonders bei der Ausgestaltung der Fernwärmeversorgung. Dementsprechend wird in EE-0BK ein kompletter Umstieg auf EE-Fernwärme angenommen und in EE-50BK halbiert sich die Fernwärmeerzeugung aus Braunkohle bis 2030. [IÖW 2012, S. 45 ff]

Studie D - Fortführung der Studie zur Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Brandenburg [BTU 2011]

Die Studie der Brandenburgischen Technische Universität Cottbus (BTU) **„Fortführung der Studie zur Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Brandenburg“** von 2011 wurde ebenfalls in die IÖW-Studie mit einbezogen, aber trotz dessen hier gesondert betrachtet. Es wird eine „Prognose der Leistungseinspeisung aus EEG-Anlagen bis zum Jahr 2020 erstellt“ [BTU 2011]: S. 5. Dafür wird zunächst der „Ist-Stand“ der Einspeisung zum Zeitpunkt 31.12.2009 ermittelt und daran anschließend die Prognose für die Zeitabschnitte 2015 und 2020 erstellt. Darauf basierend wird eine „Plausibilitätsüberprüfung der bestehenden Netzausbaukonzepte der Brandenburger Netzbetreiber“ [BTU 2011, S. 1] durchgeführt und es werden Empfehlungen abgeleitet. Der Wärmebereich wurde in dieser Studie nicht behandelt. Obwohl es sich hierbei um Prognosen

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

handelt, ähnelt die Art und Weise der Darstellung der von erschließbaren Potenzialen. Im Folgenden werden diese Prognosen wie Potenziale behandelt.

Elektroenergie-Potenziale

Abbildung 6 zeigt die unterschiedlichen EE-Strompotenziale nach Energieträgern, Studien und Szenarien. Die Potenziale sind dem Strombedarf von 2012 gegenübergestellt. „C1“ und „C2“ stehen für die beiden Szenarien EE-50BK und EE-0BK aus [IÖW 2012].

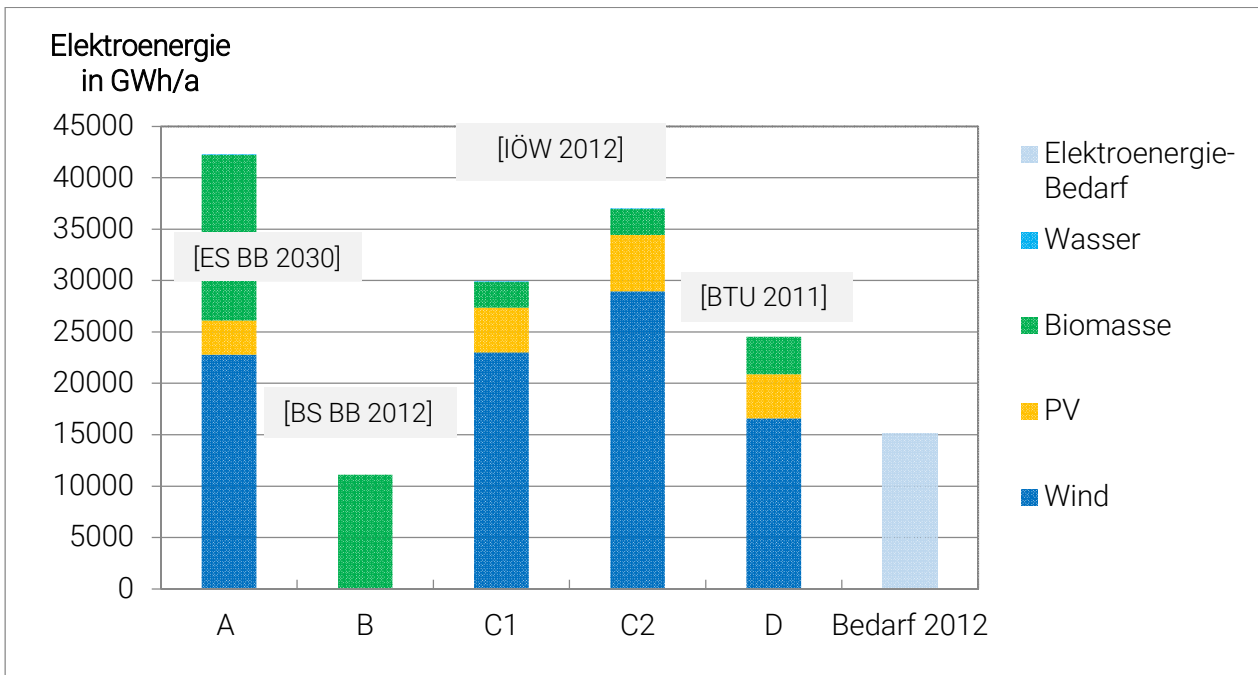


Abbildung 6: Elektroenergie - Potenziale und Bedarf Brandenburg

Auffallend ist das große Potenzial für Windkraft, welches in allen Fällen mindestens dem Strombedarf des Landes entspricht. Außerdem werden große Potenziale im Bereich der Biomasse gesehen, allerdings sind hier zum Teil große Importanteile enthalten (s.u.). Photovoltaik fällt im Vergleich zu Windenergie eher gering aus.

Im Folgenden wird näher auf die einzelnen Technologien eingegangen:

Biomasse

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, setzt das IÖW¹² das erschließbare Potenzial (in beiden Szenarien gleich) in 2030 etwas niedriger an als die BTU Cottbus¹³ in ihrer Prognose für 2020. Beide Studien liegen deutlich unter den Potenzialen der Energie- und der Biomassestrategie, da sie ausschließlich endogene Potenziale, also ohne Importe, betrachtet haben.

¹² Das IÖW bezieht sich in seiner Biomassepotenzialbetrachtung unter anderem noch auf die Studie von ICU / Witzenhausen-Institut (2009): „Nutzung von Biomasse in Berlin: Endbericht – Kurzfassung“

¹³ in der BTU-Cottbus Studie sind die Werte in MW angegeben und für die Übersicht in GWh/a umgerechnet mit Vollaststunden aus ISE 2015 „aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland“ 5957

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Die BTU-Cottbus betrachtet einen kürzeren Zeitrahmen bis 2020 und ausschließlich die Biomasseverstromung wohingegen das IÖW bis 2030 den Strom- und Wärmebereich betrachtet und einen Wirkungsgrad von 45 % thermisch und 38 % elektrisch annimmt. [IÖW 2012, S. 51 ff] Das Biomassepotenzial wird in beiden Studien nach Art und Herkunft aufgeschlüsselt, wobei das IÖW eine stärkere Differenzierung vornimmt. Beide Studien gehen davon aus, dass das Biomassepotenzial bis 2020 vollständig ausgeschöpft ist, wodurch das technische dem erschließbaren Potenzial entspricht. [BTU. 2011, S. 16f]

Wind

Wind ist der bedeutendste Energieträger Brandenburgs. Beide Szenarien des IÖW sehen ein deutlich höheres erschließbares Potenzial an Windenergie in 2030 als die BTU-Cottbus in 2020. Der Unterschied ist jedoch zu einem großen Teil den verschiedenen Zeithorizonten geschuldet. In Anlehnung an die BTU-Netzstudie I von 2008¹⁴ übernimmt das IÖW für das Szenario EE-0BK (Grafik C2) dem „sehr ambitionierten“ Szenario [IÖW 2012, S. 65 ff], den von der BTU-Cottbus 2008 ausgewiesenen Wert für 2030 von rund 15 GW Windleistung. Im Vergleich dazu orientiert sich das Szenario EE–50BK an der Energiestrategie Brandenburg, deren Ziele bis 2020 erreicht werden sollen. Beide Studien identifizieren eine zunehmende Bedeutung des Repowering¹⁵. Im Szenario EE-0BK wird über die angenommene Ausweisung neuer Großwindparks (8 GW) nochmal ein um 30 % höherer Ausbau realisiert als in EE-50BK. Im Gegensatz dazu bezieht sich die BTU ausschließlich auf Windeignungsgebiete, die am Stichtag 31.12.2009 bereits ausgewiesen waren. [BTU 2011, S. 19ff]

PV

Beide Studien betrachten das **PV Freiflächen- und Dachflächenpotenzial**. Das IÖW beleuchtet zusätzlich noch das **Verkehrs- und Randstreifen-Potenzial**. Die Prognose der BTU-Cottbus für 2020 entspricht in etwa dem erschließbaren Potenzial des IÖW-Szenarios EE-50BK, was wiederum dem Ausbauziel der brandenburgischen Energiestrategie bis 2020 entspricht. Dieser Zielwert wird vom IÖW bereits als „sehr ambitioniert“ ([IÖW 2012, S. 68] bewertet, wodurch dieser als Prognosewert für 2020 umso bemerkenswerter ist. Daran anschließend lässt sich für das erschließbare Potenzial des Szenarios in EE-0BK der IÖW-Studie sagen, dass dieses mit seinem um 30 % höheren Ausbau als in EE-50BK als extrem ambitioniert eingestuft werden muss.

Die BTU-Cottbus ermittelt ein Flächenpotenzial für Photovoltaik-Freiflächenanlagen von 20.000 ha,

¹⁴ Nicht Teil der Betrachtung dieser Meta-Studie: Schwarz, H., R. Bitsch und W. Fichtner (2008): Netzintegration Erneuerbarer Energien in Brandenburg. Centrum für Energietechnologie Brandenburg (CEBra), Brandenburgische Technische Universität Cottbus (BTU) im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft des Landes Brandenburg.

¹⁵ Kraftwerkserneuerung der bestehenden, alten Anlagen durch meist neue, effizientere Technologie

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

die sich vor allem aus Konversions- und Tagebauflächen zusammensetzen. Das IÖW bezieht sich in ihrer Literaturübersicht auf eben dieses Ergebnis und übernimmt es. Darüber hinaus wird hierzu noch ein überschlagener Wert als Verkehrs- und Randstreifen-Potenzial dazu genommen.

Bezogen auf die Ermittlung des PV-Dachpotenzials haben die beiden Studien unterschiedliche Ansätze gewählt: Die BTU-Cottbus greift auf einen Prognoseansatz über die Einwohnerzahl zurück und das IÖW auf das Dachflächenpotenzial und berücksichtigt dabei auch einen Flächenbedarf für Solarthermieanlagen von 20 %. Beide Studien verzichten auf die Betrachtung des Fassaden und Gebäudeflächenpotenzials [IÖW 2012, S. 68ff], vgl. [BTU 2011, S. 12ff].

Wasserkraft

Das Wasserkraft Potenzial wurde nur in der IÖW Studie behandelt und ist sehr gering in Brandenburg, daher wird dieses aus einer bereits etwas älteren Studien übernommen (Vgl. Factsheet Studie C [IÖW 2012]).

Wärme-Potenziale

Abbildung 7 zeigt die untersuchten Wärmepotenziale sowie die Wärmebedarfe im Jahr 2012. Wie in der Darstellung der Elektroenergie-Potenziale stehen „C1“ und „C2“ für die beiden **erschließbaren Potenziale**, die aus den beiden Szenarien EE-50BK und EE-0BK abgeleitet worden sind. Das **technische Potenzial** entspricht „C3“ [IÖW 2012].

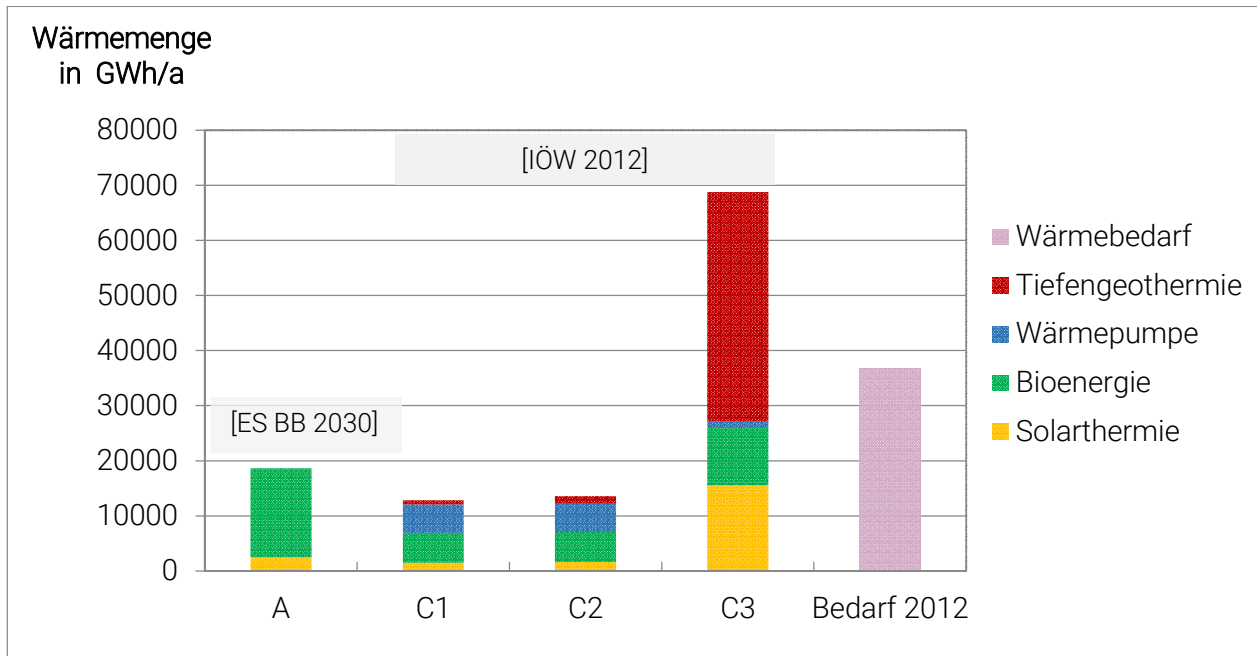


Abbildung 7: Wärme - Potenziale und -Bedarf Brandenburg

Obwohl das IÖW im Gegensatz zu den meisten anderen Studien auf die einzelnen Anteile der EE in den Bereichen gebäudebezogene Wärmebereitstellung, Prozesswärme, und Fernwärme eingegangen ist und über die Szenarien Potenziale für eben diese Bereiche hergeleitet hat (siehe

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Factsheet), zeigt die Abbildung die erschließbaren Potenziale zusammengefasst für den gesamten Wärmebereich. [IÖW 2012, S. 12] Es wird deutlich, dass die Szenario-Ergebnisse für den Wärmebereich nicht stark variieren, was unter anderem damit zusammen hängt, dass Braunkohle der entscheidende Parameter ist (s.o.), dieser aber sowohl im Bereich der gebäudebezogenen Wärmebereitstellung als auch für die Prozesswärme nicht entscheidend ist und somit das EE-Potenzial für diese beiden Bereiche identisch ist. Nur im Bereich der Fernwärme ist Braunkohle von Bedeutung. Die Studie geht insgesamt von einem Fernwärmerückgang aus und durch wachsende Kostenunsicherheit bei der Fernwärme aus Braunkohle (Klimaschutzkosten, Netzkosten), wird ein Ausstieg aus der Braunkohle in diesem Bereich für möglich gehalten. [IÖW 2012, S. 91]

Da auch zukünftig der Großteil der Wärmeversorgung nicht über Fernwärmenetze sondern dezentral in Gebäuden und Unternehmen ablaufen wird, haben EE eine gute Ausbauperspektive, denn die EE-Raumwärmebereitstellung hat bereits heute wirtschaftliche und konkurrenzfähige Möglichkeiten. [IÖW 2012, 54ff] Es wird ein deutlicher Anstieg der EE-Heizungen angenommen, aber dafür müssen bestehende Heizungssysteme ausgetauscht werden, was ein langfristiger Prozess ist und 2030 nicht abgeschlossen sein wird.

Das technische Potenzial (C3) liegt deutlich über dem angenommenen Bedarf des IÖWs für 2030 von 120,32 PJ bzw. 33330 GWh und dem Bedarf in 2012. [IÖW 2012, S. 53] Allerdings geht mehr als die Hälfte des Potenzials auf Tiefengeothermie zurück, welches mit einer großen Unsicherheit behaftet ist (s.u.). Außerdem sind Nutzungskonkurrenzen zu anderen Energieträgern nicht berücksichtigt worden. Bei der Prozesswärme bestehen weitere direkte Nutzungseinschränkungen, da mit Hilfe von Solar- und Geothermie nur Niedertemperaturwärme bereitgestellt werden kann.

Die technische Potenzialermittlung war auch im Wärmebereich literaturbasiert. Insbesondere das Geothermiepotenzial weist eine sehr große Spannweite von 30 bis 300 PJ auf. Der abgebildete Wert in der Grafik von 150 PJ bzw. 41670 GWh/a [IÖW 2012, S. 53ff] entspricht der Hälfte des größten in der Literatur ausgewiesenen Potenzials von 300 PJ.

Fazit

Brandenburg hat durch sein großes Flächenpotenzial gute Ausgangsbedingungen für den EE-Ausbau. Windenergie ist dabei die dominierende Technologie im Strombereich. Im Wärmebereich sind vor allem Wärmepumpen und Bioenergie von Bedeutung. Darüber hinaus verfügt Brandenburg über ein sehr großes Geothermiepotenzial, was jedoch nicht eindeutig benennbar ist. Dem IÖW zu Folge kann bis 2030 ein EE-Anteil von 52–80 % an der Stromerzeugung realisiert werden und im Wärmebereich bis 2030 ein EE-Anteil von 38 % bzw. 40 % an dem vom IÖW prognostizierten Wärmebedarf 2030 durch EE gedeckt werden.

4.3. Mecklenburg-Vorpommern

Mecklenburg Vorpommern hat die geringste Einwohnerdichte und ist im Vergleich zum Bundesdurchschnitt ein flächenreiches Bundesland. Seine Zusammensetzung aus etwa 0,5 Mio. ha Wald- und 1,1 Mio. ha Ackerfläche zeichnet MV als eines der ackerreichsten Bundesländer Deutschlands aus. [EUB 2011]

Zum Vorteil der Windenergienutzung grenzt es laut dem statistischen Landesamt mit etwa 377 km Küstenlänge direkt an die Ostsee und mit ca. 1.568 km an Bodden- und Haff-Küste.

Im Gesamtranking der Bundesländer-Vergleichsstudie¹⁶ findet sich Mecklenburg-Vorpommern auf Platz 3 und verbesserte sich damit innerhalb von zwei Jahren um drei Plätze. Es werden große Anstrengungen unternommen, um die EE im Land zu nutzen. Als verbesserungswürdig wird die Aufklärung der Bevölkerung angemerkt.

M-V als das nördlichste Bundesland der SmEnOs-Region beteiligt sich mit wesentlichen Anteilen an der Energiewende. Da das Land selbst relativ geringe Bedarfswerte insbesondere an Elektroenergie aufweist, können mit heutiger Energiebereitstellung bilanziell betrachtet bereits 112 %¹⁷ des eigenen Brutto-Elektroenergiebedarfs mittels EE gedeckt werden.

Folgende Studien wurden für dieses Bundesland betrachtet:

A: Landesatlas Erneuerbare Energien Mecklenburg-Vorpommern 2011 [EUB 2011]

B: Netz-Studie M-V– 2012 [Uni Rostock 2013]

C: Gesamtstrategie „Energiewende 2020“ des Landes – 2009 [MW-MV 2009]

D: Potenzialabschätzung der Erneuerbaren Energien in Mecklenburg-Vorpommern mit Bilanzen und Nutzbarkeit –2013 [EUB 2013]

Studie A - Landesatlas Erneuerbare Energien Mecklenburg-Vorpommern 2011 [EUB 2011]

Der „Landesatlas Mecklenburg-Vorpommern“ aus dem Jahr 2011 betrachtet neben den Potenzialen der Erneuerbaren Energiebereitstellung bezogen auf den Primärenergieeinsatz auch die Energieinfrastruktur mit Energienetzen, sowie die wirtschaftspolitischen und die klimatischen Auswirkungen im Land. In der Studie werden vor allem die technischen Potenziale der EE mit den getroffenen Annahmen geschildert und dargestellt. Weiterhin werden eine kurze

¹⁶ Für Anstrengungen und Erfolge in den Bereichen „Nutzung Erneuerbarer Energien“, sowie „Technologischer und Wirtschaftlicher Wandel“ wurden Punkte verteilt und anhand der Summe je BL ein Gesamtranking erstellt. [DIW/AEE/ZSW 2014]

¹⁷ Quelle: https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/MV/kategorie/strom/auswahl/772-anteil_erneuerbarer_/#goto_772

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Arbeitsmarktanalyse der EE-Branche durchgeführt, die CO₂-Emissions-Reduktion durch die Nutzung von EE betrachtet und schließlich zur Einordnung der Ergebnisse der Studie ein Vergleich mit 3 weiteren norddeutschen Flächenländern gezogen. [EUB 2011]

Studie B – Netzstudie M-V 2012 - [Uni Rostock 2013]

Die Netz-Studie mit dem Titel: „Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Mecklenburg-Vorpommern“ wurde beauftragt durch das Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung M-V und 2011/12 an der Universität Rostock am Institut für Elektrische Energietechnik erarbeitet. Datengrundlage ist dabei das Jahr 2010, wobei aktuelle Entwicklungen aus der Bearbeitungszeit berücksichtigt wurden. Die Studie wurde u.a. durch die FH Stralsund, das Unabhängige Centrum für empirische Markt- und Sozialforschung GmbH (UCEF), die Netzbetreiber 50Hertz Transmission GmbH, E.ON-edis AG, WEMAG Netz GmbH und die Stadtwerke Waren unterstützt. [Uni Rostock 2013]

Studie C - Gesamtstrategie „Energieland 2020“ des Landes – 2009 [MW-MV 2009]

Die Veröffentlichung „Energieland 2020“ - Gesamtstrategie für Mecklenburg-Vorpommern aus dem Jahr 2009 wurde federführend vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus erstellt. Die dem zugrunde liegenden Simulationsrechnungen und Szenarien wurden vom Ingenieurbüro Energie-Umwelt-Beratung (EUB) Rostock erarbeitet. Unter Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten des Landes werden in der Studie Energieparameter und Szenarien zur Erreichung der Klimapolitischen Zielvorgaben entwickelt. Es handelt sich hierbei nicht um technische Potenzialwerte. Zielhorizont ist das Jahr 2020. Außerdem wird auf diverse technologische und ökonomische Entwicklungspotenziale, sowie politische Handlungsempfehlungen eingegangen. [MW-MV 2009]

Studie D - Potenzialabschätzung der Erneuerbaren Energien in Mecklenburg-Vorpommern mit Bilanzen und Nutzbarkeit –2013 [EUB 2013]

Der Landkreis Nordwestmecklenburg ist Projektpartner im EU-Projekt „RES-Chains“. In diesem Projekt wurden 2013 die EE unter anderem auf Wertschöpfungsketten untersucht, Potenzialabschätzungen der EE betrachtet sowie auf die Möglichkeiten der Kombination verschiedener Energieträger eingegangen. [EUB 2013]

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Jede der betrachteten Studien nutzt eigene Ansätze z.B. zur Bestimmung der EE Potenziale im Land. Abbildung 8 zeigt die jeweiligen Potenziale sowie den Bedarf im Bereich der Elektroenergie.

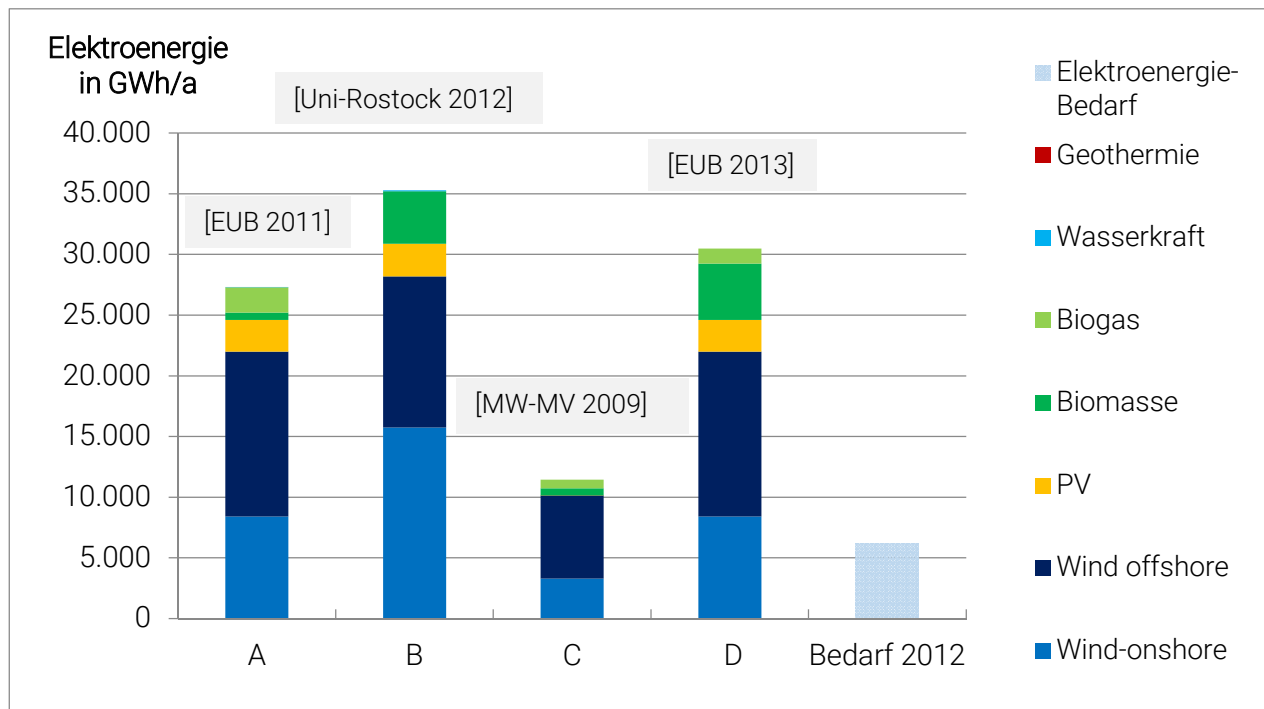


Abbildung 8: Elektroenergie - Potenziale und Bedarf – Mecklenburg-Vorpommern¹⁸

Insbesondere im Bereich der Windenergie werden in den Studien große Potenziale gesehen. Die Werte für Solarenergie liegen in einer deutlich kleineren Größenordnung.

Nachfolgend wird auf die einzelnen Erneuerbaren Energieträger in den Potenzialstudien eingegangen, um eine Vergleichbarkeit der diversen Potenzialwerte zu erzielen.

Windenergie

Die Windenergiepotenziale der Studien Landesatlas 2011¹⁹ (A) und Netzstudie 2012²⁰ (B) liegen im **onshore** Bereich zwischen 8.400 GWh/a und 17.700 GWh/a²¹. Beide Studien bezeichnen ihre ermittelten Ergebnisse als technische Potenziale. Die durchschnittlich installierte Leistung je Anlage liegt dabei im Landesatlas bis 2020 bei 2 MW_{el}. Die Vorrangs- und Eignungs- (V-E) Fläche nimmt bis 2020 auf 15.000 ha zu, wobei die Volllaststundenzahl²² der WEA bei 2.000 h/a²³ liegt.

¹⁸ Werte Studie (B) wurden mit Volllaststunden aus [ISE 2015] errechnet, Studie (C) Ausbaustrategie bis 2020

¹⁹ [EUB 2011]

²⁰ [Uni-Rostock 2012]

²¹ Errechnet aus Leistungswerten mit einer Volllaststundenzahl von 1.985 h/a nach [BWE_2012]

²² Anzahl der Stunden, die eine Anlage bei Nennleistung betrieben werden müsste, um die Energie eines Jahres bereitzustellen

²³ [EUB 2011]

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

In der Netzstudie der Universität Rostock (B) hingegen wird für 2025 eine Gesamtleistung von 8.900 MW_{el} (bei 1.985 VLH²⁴ 17.670 GWh/a) für eine V-E Fläche von 27.000 ha ausgelegt. Dies beinhaltet bei einer Fortschreibung der V-E Fläche eine Verdopplung der Fläche bezogen auf das RREP 2014²⁵. Bis 2025 wird in Studie (B) eine mittlere Leistung der neu installierten WEA i.H.v. 4 MW_{el} je Anlage angenommen.

Im **offshore** Bereich liegen die Potenzialaussagen in vergleichbaren Größenordnungen. Der Landesatlas (A) z.B. ermittelt 13.600 GWh/a bei einer Volllaststundenzahl von 3.500 h/a und einer installierten Gesamtleistung von 3.900 MW_{el}. Studie (C), die einen Ausbaupfad bis 2020 wiedergibt, liegt mit 6.900 GWh/a am niedrigsten. Von den Studien wurde sich auf die geplanten offshore Windparks bezogen.

Photovoltaik

Im Bereich PV liegt bis auf das Ausbaupotenzial der Studie Energieland 2020 (C) etwa im selben Bereich. Nach Aussage des Landesatlases (A) wird bei einer Volllaststundenzahl von 800 h/a auf eine nutzbare Potenzialfläche von 6,6 Mio. m² auf Dächern, 4 Mio. m² an Hausfassaden und 2,1 Mio. m² auf Freiflächen auf eine installierte Gesamtleistung von 3,3 GW_p und ein elektrisches Gesamtpotenzial von 2,6 TWh/a geschlossen.²⁶ Dieses technische Potenzial wird bis zum Jahr 2020 nach Angaben des Landesatlas nicht ausgeschöpft sein. Dabei stehen die Flächenpotenziale in Nutzungskonkurrenz mit der Solarthermie in MV. [EUB 2011]

Die Netzstudie der Uni-Rostock (B) eruiert in ihrer Kalkulation für 2025 ein technisches Potenzial der installierten Gesamtleistung von 2,9 GW_p. Es wird hierfür eine logistische Wachstumsfunktion²⁷ angenommen, nach der sich der PV-Zubau auf Dach und Gewerbeflächen verhält. Die Ermittlung der nutzbaren Flächen ist des Weiteren auf alten Betriebsflächen über Gemeindedaten ermittelt worden.²⁸ An Autobahnen und Schienenwegen kann laut Aussage der Studie ein 110 m Streifen zu beiden Seiten mit PV-Kraftwerken bestückt werden, ebenso wie auf Konversionsflächen²⁹.

Bioenergie

Im Bereich der nachwachsenden Ressourcen bestehen diverse Abweichungen bei den Annahmen für die Potenzialermittlung.

²⁴ Volllaststundenzahl entstammt [ISE 2015]

²⁵ Regionales Raumentwicklungsprogramm

²⁶ Vgl. auch Factsheet Landesatlas M-V [EUB 2011]

²⁷ Sigmoidfunktion

²⁸ auf ungenutzten Betriebsflächen > 25 ha 2 MW_p installiert, für Flächen > 50 ha 3 MW_p installiert und für > 100 ha eine Installation von 5 MW_p

²⁹ Umnutzung von ehemals z.B. militärisch verwendeten Flächen

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

In der Netzstudie der Uni-Rostock (B) wird eine installierbare Leistung von 430 MW_{el} (bei 7.200 VLH in 2025 ergeben sich 3.100 GWh/a) errechnet, wobei Biogas einen Anteil von einem Drittel hat und von einer Nutzung von KWK Bioenergieanlagen ausgegangen wird. Durch den KWK-Betrieb wird die Bioenergienutzung durch den Wärmebedarf in der Region begrenzt, da die Wärmenutzung im Modell eine notwendige Bedingung darstellt. Eine Stadt-Umland Allianz mit weiter auszubauenden Wärmenetzen ist hierbei ebenso notwendig, wie der verstärkte Ausbau von Bioenergiedörfern. [Uni-Rostock 2012]

Der Landesatlas (A) hingegen betrachtet das Potenzial nicht von der Nutzungsseite aus, sondern ermittelt ein technisches Potenzial der Energieinhalte der nachwachsenden Rohstoffe. In Nutzungskonkurrenz mit z.B. Lebens- und Futtermittelanbau, Waldholznutzung, Erneuerbarem Treibstoff und Grünlandflächen wird die Summe der nutzbaren Bioenergie ermittelt. In M-V gibt es laut Landesatlas (A) 500.000 ha Wald- und 1 Mio. ha Ackerfläche. Durch Vorrang für Nahrungs- und Futtermittelanbau, sowie eine Biodiversität im Pflanzenanbau wurde im Jahr 2007 die energetische Nutzung auf eine Fläche von 148.500 ha begrenzt, wovon 44.000 ha je Saison Stilllegungsflächen sein müssen. Durch die Ermittlung des Aufkommens der verschiedenen Bioenergieressourcen und der jeweiligen Nutzungsannahmen z.B. in KWK-Anlagen ergibt sich hierbei ein technisches Potenzial von 2.600 GWh_{el} und 5.900 GWh_{th}. Am Beispiel der Zusammensetzung der Bioenergieressourcen zeigt sich hierbei ein hoher Detailgrad. Es werden dabei u.a. Industrierestholz-, Altholz-, Stroh-, Energieholz³⁰- und Waldrestholzmengen eruiert. [EUB 2011]

³⁰ Ausschließlich zur Energiebereitstellung durch Verbrennung gepflanztes, meist schnell wachsendes Gehölz (sogen. Kurzumtriebskulturen)

Potenzialwerte im Wärmebereich

In Abbildung 9 wird das Wärme-Potenzial aus dem Landesatlas dem Wärmebedarf in 2012 gegenübergestellt. In den anderen, betrachteten Studien wurde nicht vergleichbar detailliert auf den Wärmebereich eingegangen.

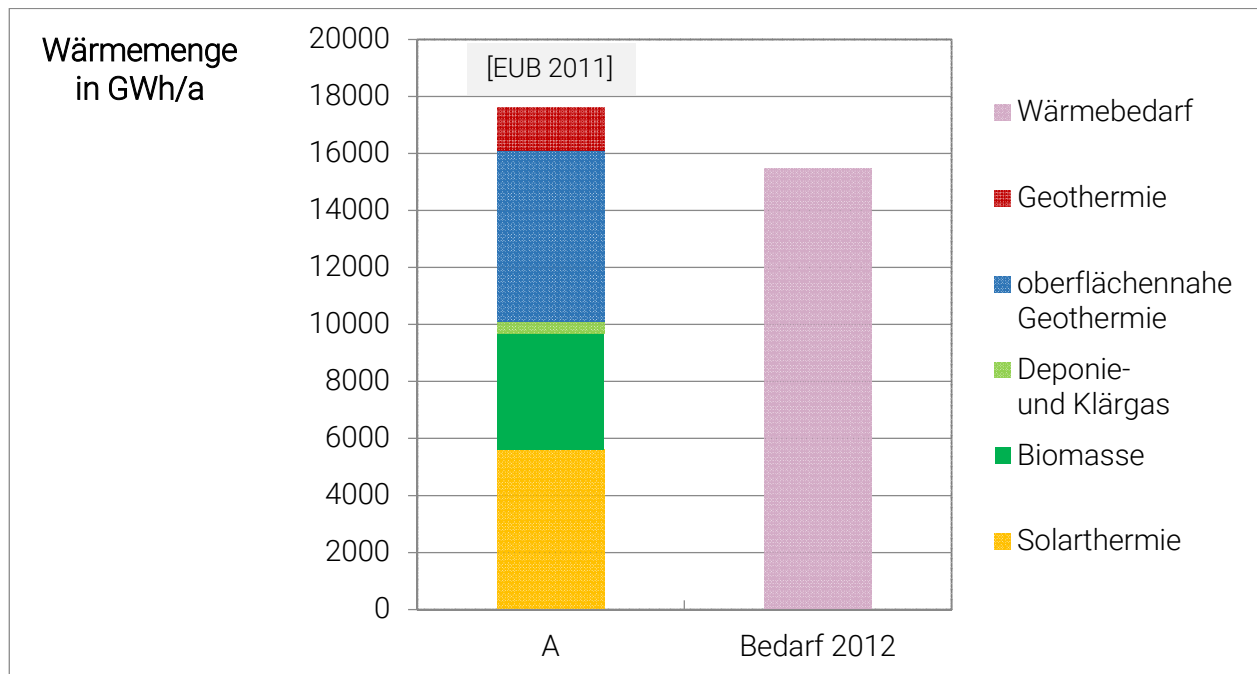


Abbildung 9: Wärme - Potenziale und Bedarf 2012 in Mecklenburg-Vorpommern

Wärmeseitig wird nur im Landesatlas 2011 (A) auf Potenziale der Energiebereitstellung aus EE eingegangen. Die Zusammensetzung aus einem Drittel Solarthermie, einem Drittel oberflächennaher Geothermie und dem restlichen Anteil aus Bioenergie und Tiefengeothermie stellt den Stellenwert der Ressourcenvielfalt im Wärmebereich Mecklenburg-Vorpommerns heraus. Im Bereich der Wärmenutzung wird die Notwendigkeit der Energienetze mit kurzen Transportwegen und somit verbrauchsnahe Bereitstellungskonzepten für Siedlungs- und Gewerbebereiche offenkundig. Im Gegensatz zu den meisten anderen Bundesländern übersteigen die angenommenen EE-Wärmepotenziale den Bedarf, was u.a. auf den geringen Wärmebedarf und umfangreiche EE-Potenziale zurückzuführen ist. Etwa ein Drittel des EE-Wärmepotenzials geht dabei auf oberflächennahe Geothermie und damit Wärmepumpen als Power-to-Heat-Technologie zurück. [EUB 2011]

Fazit

Zusammenfassend lässt sich herausstellen, dass Mecklenburg-Vorpommern mit weitreichenden, technischen Energiepotenzialen eine umfassende Chance zur Selbstversorgung besitzt bzw. ein Potenzial für die Energiewirtschaft im Export besteht. Die günstige Ausgangslage vor allem für WEA, aber auch im Wärmebereich erfordert zeitnah eine energetische Infrastruktur. [EUB 2011]

4.4. Sachsen

Sachsen ist nach Berlin im Vergleich mit den neuen Bundesländern das am dichtesten besiedelte Land mit einer Bevölkerungsdichte von 222 Einwohnern pro km².

Im Gesamtranking der Bundesländervergleichsstudie³¹ liegt Sachsen auf Platz 9 und somit unverändert im Vergleich zur Studie von 2012. Im ostdeutschen Vergleich schneidet Sachsen damit relativ schlecht ab, nur Berlin hat mit dem letzten Platz schlechter abgeschnitten.

Für Sachsen wurden im Rahmen dieser Metastudie folgende Studien betrachtet:

A: Grüne Ausbaustudie 2020 Perspektiven für Erneuerbare Energien in Sachsen

[VEE Sachsen 2008]

B: Kosten regionaler Energie- und Klimapolitik (Promotion) [Uni Stuttgart 2012]

C: Potenziale der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Ressourcen im Freistaat Sachsen

[TUD 2013]

D: Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2012 [EKP Sachsen 2012]

Studie A - Grüne Ausbaustudie 2020 Perspektiven für Erneuerbare Energien in Sachsen [VEE Sachsen 2008]

Diese Studie, die im Auftrag der Landtagsfraktion BÜNDNIS 90 /DIE GRÜNEN entstand, befasst sich mit der Präzisierung des technisch-wirtschaftlichen Potenzials Erneuerbarer Energieträger in Sachsen mit dem Ziel nachzuweisen, dass bis zum Jahr 2020 ein EE-Anteil am Stromverbrauch von mindestens 30 % möglich ist. Hierfür wurden die Daten des ehemaligen Landesamts für Umwelt und Geologie (LfUG) im Energieeffizienz-Zentrum, später Klimareferat, genutzt und durch eigene Erhebungen ergänzt. Es wurden zunächst die technischen Potenziale berechnet und anschließend Umsetzungsmöglichkeiten bzw. das technisch-realistische Potenzial unter Berücksichtigung diverser sozialer Faktoren ermittelt, um somit einen Ausblick auf die Entwicklung bis 2020 geben zu können.

Studie B - Kosten regionaler Energie- und Klimapolitik [Uni Stuttgart 2012]

In dieser Promotion werden für Bayern, Hessen und Sachsen Energiesystemmodellrechnungen mit harmonisierten Rahmenbedingungen durchgeführt. Zielsetzung ist die umfassende Bewertung der Implikationen verschiedener Klimaschutzstrategien in regionalen Energiesystemen sowie die Ableitung robuster CO₂-Minderungspfade. Die Bewertung basiert auf einem möglichst einheitlichen

³¹ Für Anstrengungen und Erfolge in den Bereichen „Nutzung Erneuerbarer Energien“, sowie „Technologischer und Wirtschaftlicher Wandel“ wurden Punkte verteilt und anhand der Summe je BL ein Gesamtranking erstellt. [DIW/AEE/ZSW 2014]

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Datengerüst und ist mit einem linearen Optimierungsmodell vorgenommen worden. Innerhalb der Arbeit wird mit Hilfe einer Energiesystemanalyse die Tragweite existierender energiepolitischer Ziele für die ausgewählten Bundesländer untersucht, alternativen Ansätzen gegenübergestellt und bewertet. Abschließend werden allgemeine Handlungsempfehlungen gegeben, in welchem Maße sich Landesregierungen in Energie und klimapolitischen Aspekten positionieren und engagieren sollten.

Studie C - Potenziale der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Ressourcen im Freistaat Sachsen [TUD 2013]

Diese Veröffentlichung ist Teil des Projekts „Energiewende in Sachsen im transnationalen Kontext“ aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds sowie des Freistaates Sachsen gefördert und an der TU Dresden (Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Lehrstuhl für Energiewirtschaft) angefertigt. Die Studie analysiert das technische und wirtschaftliche (basierend auf dem EEG 2012) Elektroenergiepotenzial in Sachsen. Die Potenzialermittlung erfolgt über verschiedene Szenarien und wird zur Einordnung der Ergebnisse zusätzlich mit variierenden Parametern mehrfach durchgeführt, wodurch unterschiedliche Szenarioergebnisse erzielt werden und die jeweilige Bedeutung sowie der Einfluss der Parameter auf das EE-Potenzial deutlich herausgearbeitet wird.

Studie D Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2012 [EKP Sachsen 2012]

Das 2012 verfasste **Energie- und Klimaprogramm** Sachsens beschreibt das Ziel des kontinuierlichen Ausbaus der Erneuerbaren Energien unter der Prämisse einer „verlässlichen, bezahlbaren und umweltverträglichen Energieversorgung“ [EKP Sachsen 2012, S. 2]. Die damalige schwarz-gelbe sächsische Landesregierung und unverändert auch die aktuelle schwarz-rote Regierung schreiben der heimischen Braunkohle auch zukünftig eine wichtige Rolle zu. Ziel ist ein „ausgewogener Mix unterschiedlicher Energieträger“. [EKP Sachsen 2012, S. 2]

Um das Ziel von 28 % EE am Bruttostromverbrauch zu erreichen, soll die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien von 4.260 GWh/a in 2012 auf 6.120 GWh/a bis 2022 ansteigen. Im Energieprogramm werden dafür Potenziale genannt, die bis 2022 als realistisch angesehen werden. Die Landesregierung bewertet das Wasserkraftpotenzial als nahezu ausgeschöpft. Demgegenüber soll der Anteil der Solarenergie an der Stromerzeugung verdoppelt werden. Für Windenergie erklärt die Landesregierung Maßnahmen zum „sensiblen Repowering³²“ und „zurückhaltender Erschließung neuer Standorte“ [EKP Sachsen 2012, S. 37], wobei beide Maßnahmen unter besonderer Berücksichtigung von gesellschaftlicher Akzeptanz durchgeführt werden sollen.

³² Kraftwerkserneuerung der bestehenden, alten Anlagen durch meist neue, effizientere Technologie

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Abbildung 10 zeigt die unterschiedlichen EE-Strompotenziale in Sachsen nach Energieträgern, Studien und Szenarien. Die Potenziale sind dem Strombedarf von 2012 gegenübergestellt.

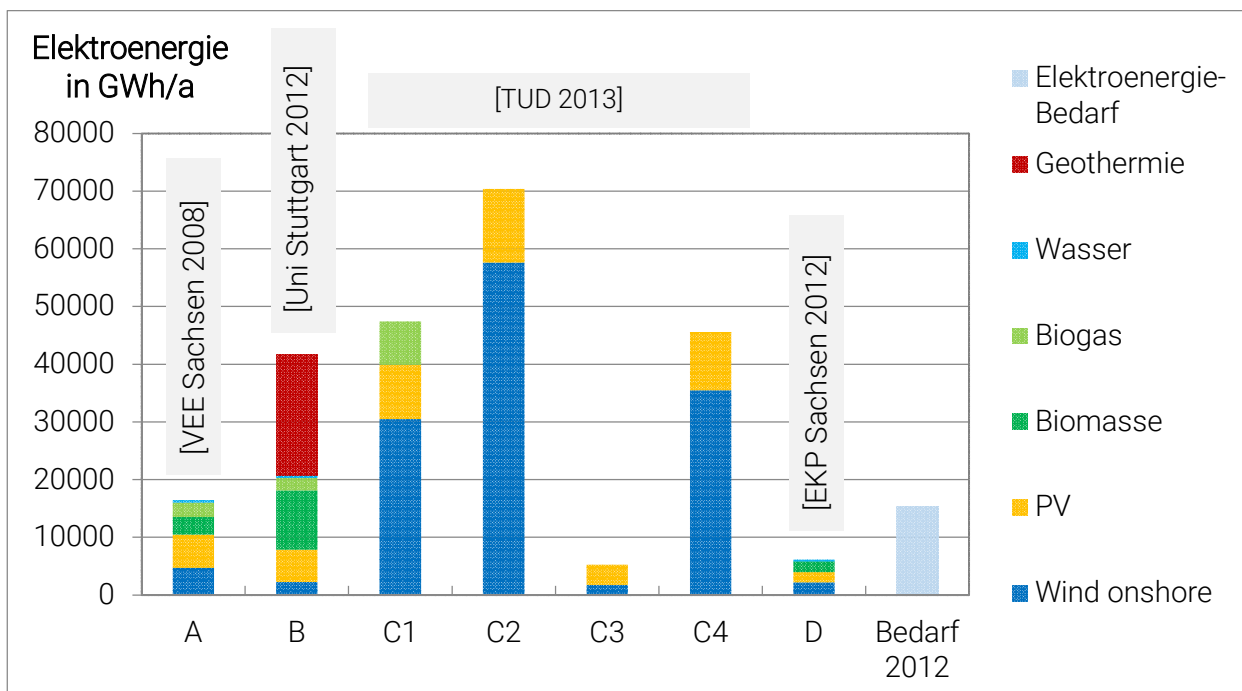


Abbildung 10: Elektroenergie - Potenziale und Bedarf Sachsen

Es fällt auf, dass die erschließbaren Potenziale des Klimaprogramms Sachsen im Vergleich wenig ambitioniert sind zu dem, was nach den technischen Potenzialen C1 (technisches Potenzial mit konservativen Annahmen), C2 (technisches Potenzial mit progressiven Annahmen), A (technisch-realistisches Potenzial bis 2020) und B (technisches Gesamtpotenzial) im Land an EE-Potenzial verfügbar ist.

Nur die Potenzialstudie der TU Dresden (C1; C2) betrachtet technische Potenziale losgelöst von einem zeitlichen Rahmen, wohingegen die Grüne Ausbaustudie (A) technisch-realistische Potenziale unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Faktoren bis 2020 analysiert und die Promotion von Bastian Rühle (B) das technisch realisierbare (Gesamt)potenzial bis 2020 betrachtet. In B sind die Potenziale ausschließlich aus der Literatur übernommen worden (vgl. Factsheet). Die TU Dresden hat eine umfangreiche Zusammenstellung und eigenständige Ermittlung von Potenzialen durchgeführt und neben den technischen Potenzialen auch wirtschaftliche Potenziale ermittelt (C2; C3). Im Folgenden wird auf die einzelnen Energieträger vergleichend eingegangen.

Windenergie

Die Bedeutung des Energieträgers Wind für Sachsen wird insbesondere bei der TU Dresden³³ deutlich, die mit C2 bei progressiven Annahmen ein immenses technisches Potenzial identifiziert hat. Die Grüne Ausbaustudie (A)³⁴ hat keine Szenarien erstellt und ein technisch-realistisches Potenzial, was ebenfalls wirtschaftliche Parameter berücksichtigt, ermittelt. Im Vergleich dazu hat die TU Dresden technologiespezifische Szenarien ermittelt, was eine Besonderheit im Vergleich zu den anderen Studien darstellt. Die TU Dresden hat sowohl das technische Potenzial (C1; C2) als auch das wirtschaftliche Potenzial (C3; C4) ermittelt sowie insgesamt vier Szenarien für die Windkraft erstellt (vgl. Factsheet). Der Potenzialwert der Studie (B)³⁵ wurde aus der Literatur übernommen. Die Grüne Ausbaustudie (A) geht des Weiteren davon aus, dass das von ihnen ermittelte Potenzial bis 2020 erschließbar ist. Die TU Dresden hingegen hat explizit keine Fragen der Erschließbarkeit bearbeitet. Im Vergleich zur Grünen Ausbaustudie (A), die von einer binnenlandoptimierten 2-MW-WEA ausgeht, rechnet die TU Dresden mit einer 2,3-MW-WEA und einer 3-MW-WEA. Der deutliche Unterschied zwischen den beiden wirtschaftlichen Potenzialen der TU Dresden (C2, C3) entsteht durch die Sensitivität gegenüber der Anlagenleistung: „Zwar erhöht sich das technische Potenzial bei größerer installierter Leistung je Turbine nur geringfügig, die Erhöhung der Anlagenleistung bewirkt jedoch einen erheblichen Anstieg des wirtschaftlichen Potenzials.“ [TUD 2013, S. 18].

Anders als die Grüne Ausbaustudie hat die TU Dresden das Repowering³⁶ nicht mit in ihre Berechnungen einbezogen. Im Umsetzungszeitraum der Grünen Ausbaustudie bis 2020 werden die WEA-Leistungsklassen von 500 kW bis 1000 kW für Repowering vorgesehen und sollen durch 2-MW-WEA ersetzt werden [VEE Sachsen 2008, S. 32ff], was jährlich zusätzlich 493 GWh Strom generiert.

Photovoltaik

Die TU-Dresden hat ausschließlich Photovoltaikmodule auf Dachflächen als Zubauoption berücksichtigt, sodass Photovoltaikfreiflächenanlagen sowie Nutzungskonflikte zwischen Solarthermie und Dachflächenphotovoltaikanlagen nicht betrachtet worden sind. [TUD 2013, S. 23] Die Grüne Ausbaustudie (A) hingegen hat sowohl Freiflächenanlagen als auch gebäudebezogene PV-Anlagen auf Dach- und Fassadenflächen berücksichtigt und insgesamt eine für PV verfügbare Fläche von 14.500 ha ermittelt, was rund 0,8 % der sächsischen Landesfläche entspricht. Ein möglicher Nutzungskonflikt zwischen Solarthermie und PV wurde aber auch hier nicht in die

³³ [TUD 2013]

³⁴ [VEE Sachsen 2008]

³⁵ [Uni Stuttgart 2012]

³⁶ Kraftwerkserneuerung der bestehenden, alten Anlagen durch meist neue, effizientere Technologie

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Analyse mit einbezogen. Die Promotion von Bastian Rühle hat den PV-Potenzialwert aus der Literatur übernommen (vgl. Factsheet³⁷).

Die wirtschaftlichen PV-Potenziale der TU Dresden (C2, C3) sind insbesondere abhängig von den EEG-Vergütungssätzen. Es wurde sich hier auf die Vergütung von 2013 mit 15,9 Cent je kWh bezogen. [TUD 2013, S. 24]

Die Grüne Ausbaustudie bewertet als einzige Studie in Sachsen das technisch realisierbare (Gesamt)potenzial bis 2020 von PV höher als das Windkraftpotenzial und das obwohl die Autoren ihre Berechnung als konservativ bezeichnen. [VEE Sachsen 2008, S. 58ff]

Biomasse und Biogas

Die Promotion von Bastian Rühle (B) trennt nicht zwischen der elektrischen und thermischen Nutzung von Biomasse. Die TU Dresden (C) betrachtet ausschließlich die elektrische Verwendung von Biogas und die Grüne Ausbaustudie (A) trennt zwischen elektrischer und thermischer Nutzung im Verhältnis 30 zu 70. Sowohl die Grüne Ausbaustudie als auch die TU Dresden (C1) haben zunächst das theoretische Potenzial ermittelt und daraus dann das technische bzw. im Fall von der Grünen Ausbaustudie das technisch-realistische Potenzial bis 2020 abgeleitet. Die TU Dresden hat das Biogas-Potenzial szenariounabhängig ermittelt und kein wirtschaftliches Potenzial betrachtet, daher ist es auch nur einmal in C1 abgebildet. Allerdings hat die TU Dresden die Kosten und wirtschaftlichen Parameter analysiert. [TUD 2013, S. 45ff] Der größte Anteil stammt jeweils aus der energetischen Nutzung von Getreide und Stroh. (Vgl. Factsheets). Die TU Dresden bezieht sich auf Überschussproduktionen, die nicht als Nahrungs- oder Tierfuttermittel gebraucht werden, was rund 31% der Erntemenge entspricht. Die Grüne Ausbaustudie bezieht sich bei der Ermittlung des Biomassepotenzials auf die gesamte Ackerfläche und sagt, dass ca. 18,6% zur energetischen Nutzung verfügbar sind. Bei dem ebenfalls ermittelten Biogas-Potenzial hat sich die Grüne Ausbaustudie vor allem auf biogene Reststoffe bezogen sowie Klärschlämme und Wirtschaftsdünger aus dessen Verstromung sich ca. 35 – 40 % Strom sowie 45 % Wärme erzeugen lassen. Außerdem hat die TU Dresden ein Biokraftstoffpotenzial betrachtet, was hier jedoch nicht weiter berücksichtigt worden ist. [TUD 2013, S 39ff]

Wasserkraft

Die Wasserkraft spielt eine unbedeutende Rolle im sächsischen Energiemix, was auch zukünftig so bleiben wird, da die veranschlagten Potenziale verschwindend gering ausfallen.

³⁷ [Uni Stuttgart 2012]

Geothermie

Die elektrische Nutzung von Geothermie wurde nur in der Promotion von Bastian Rühle (B) aufgegriffen. In dieser Studie hat Geothermie ein bemerkenswert hohes technisch realisierbares (Gesamt)potenzial bis 2020. Dies wurde aus der Literatur übernommen aus der Studie [Schneider et al. 2003], die bislang unveröffentlicht ist. Die entscheidende Annahme für dieses große Potenzial ist die, dass in Sachsen das „Hot-Dry-Rock-Verfahren“ im Zeitraum bis 2020 realisiert werden kann.

Wärmpotenziale

Abbildung 11 zeigt die untersuchten Wärmepotenziale der Studien A und B sowie den Wärmebedarf Sachsens in 2012. Die Studien befassen sich nur nachgelagert mit den Potenzialen im Wärmebereich, weshalb auch nur wenige Technologien Eingang in diese Untersuchungen finden.

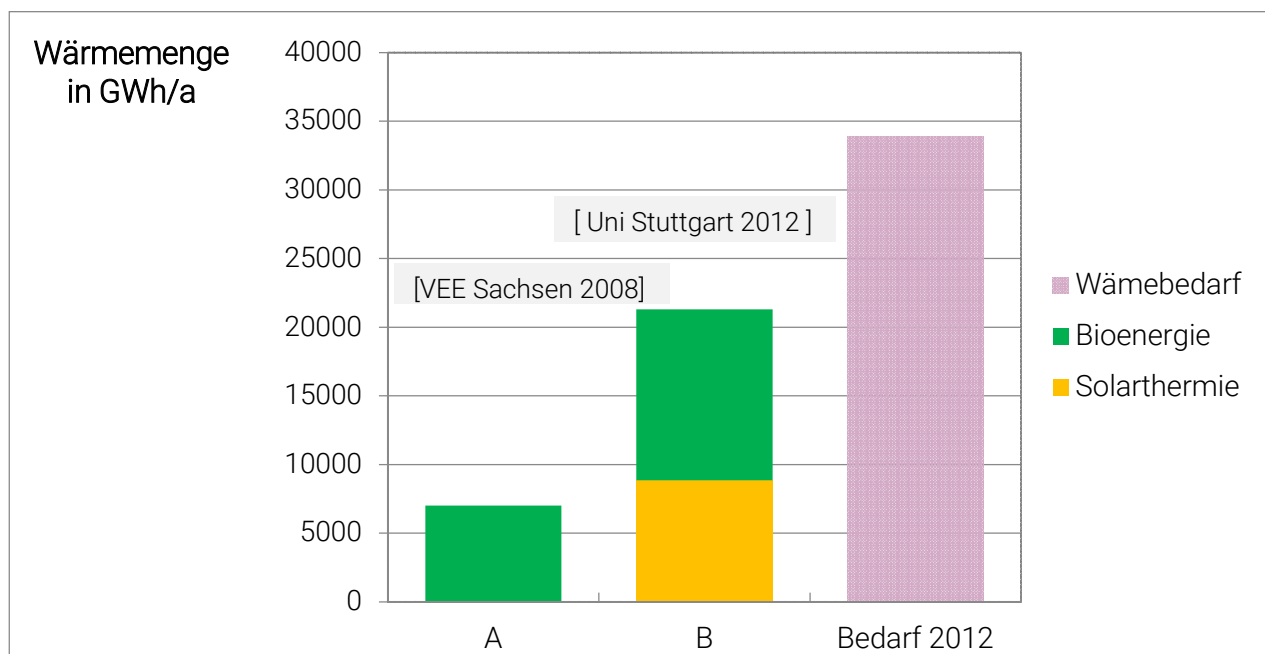


Abbildung 11: Wärme - Potenziale und -Bedarf Sachsen

Der Wert der Promotion von Rühle (B) entspricht dem des Strompotenzials, da hier nicht nach Strom und Wärme differenziert worden ist. Das Solarthermiepotenzial stammt aus der (unveröffentlichten) Studie [Schneider et al. 2003]. Der Wert aus der Grünen Ausbaustudie (A) entspricht 30 % des identifizierten Biomassepotenzials bis 2020. Trotz der wenigen Angaben lässt sich der gleiche Trend wie in anderen Bundesländern feststellen: Der Wärmebedarf übersteigt das ermittelte Potenzial für Erneuerbare Energien.

Im Wärmebereich kann ein deutlicher Forschungsbedarf ausgemacht werden. Es gibt derzeit noch keine Studie, die sich direkt mit EE-Potenzialen zur Wärmebereitstellung beschäftigt. Die Studie im Auftrag der sächsischen Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN (2014): „Wärmeversorgung für Sachsen aus Erneuerbaren Energien“ von Prof. Clemens Felsmann, Elisabeth Eckstädt, Dr. Karin

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Rühling, angefertigt an der TU Dresden/ Institut für Energietechnik ist hier eine Ausnahme. Die Studie analysiert mögliche Beiträge zur Wärmewende aus EE in Sachsen über zwei Szenarien. Da hier keine Potenziale ermittelt worden sind, wurde die Studie aber nicht in diese Metastudie integriert.

Fazit

In Sachsen wurden im Elektroenergiebereich technische, erschließbare und wirtschaftliche Potenziale betrachtet, was die direkte Vergleichbarkeit einschränkt. Dennoch zeigt sich, dass vor allem die Windenergie ein großes technisches Potenzial hat (C1, C2). Es wird außerdem deutlich, dass das wirtschaftliche Potenzial sehr sensitiv reagiert und sich vor allem über die Erhöhung der Anlagenleistung steigern lässt. Im Wärmebereich besteht weiterer Forschungsbedarf, da es noch keine differenzierten Potenzialbetrachtungen gab.

4.5. Sachsen-Anhalt

Sachsen-Anhalt ist das drittgrößte ostdeutsche Bundesland. Mit einer Bevölkerungsdichte von etwa 110 EW/km² liegt Sachsen-Anhalt im Vergleich zu den anderen neuen Bundesländern im Mittelfeld. Zwischen 1995 und 2005 ist die Bevölkerung des Bundeslandes um etwa 11 % auf 2,5 Mio. Einwohner zurückgegangen und ist weiterhin rückläufig. [IE Leipzig 2007]

Im Gesamtranking der Bundesländer-Vergleichsstudie³⁸ liegt Sachsen-Anhalt auf Platz 7. Trotz der im Vergleich zu den anderen deutschen Bundesländern geringen Anstrengungen zur Nutzung von EE (Platz 14) und der relativ geringen gesellschaftlichen Akzeptanz der EE durch die Bevölkerung, kann das Land hinsichtlich seiner Nutzung der EE (Platz 5) mit hohen Anteilen an Primärenergie- und Endenergiebedarf punkten.

Bereits aus langer Tradition ist der fruchtbare Löss-Boden in Sachsen-Anhalts Bördelandschaft für die Landwirtschaft von großer Bedeutung. Daher ist es wenig überraschend, dass insbesondere die Biomasse im Land eine wichtige Rolle spielt. Aber auch die Windenergie hat zwischen 1995 und 2005 im Bundesland beträchtlich zugenommen.

Für Sachsen Anhalt wurden folgende Studien einbezogen:

A: Energiestudie des Landes Sachsen-Anhalt – [IE Leipzig 2007]

B: Energiekonzept 2030 des Landes - [MW-SA 2014]

C: Studie zur Optimierung des Gesamtsystems Flexibilitätsoptionen im Energiesektor in Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung von Speichern [EuPD 2015]

D: Energiestudie mit Prognosen der Energiekennzahlen für die Jahre 2020 und 2030 zur Vorbereitung der Fortschreibung des Energiekonzeptes der Landesregierung von Sachsen-Anhalt [EuPD 2012]

E: Konzept einer zukunftsfähigen Energieversorgung – Eine Zukunft mit 100 % Erneuerbaren Energien Sachsen-Anhalt als Energieexportland [Grüne 2015]

F: Wissenschaftliche Begleitung der Koordinierung des Ausbaus der EE in Sachsen-Anhalt [Zere 2015]

Studie A - Energiestudie des Landes Sachsen-Anhalt – [IE Leipzig 2007]

Die Energiestudie wurde beauftragt durch das Landesministerium für Wirtschaft und Arbeit und erstellt durch das Leipziger Institut für Energetik und Umwelt gGmbH. Hier wird ausführlich auf den

³⁸ Für Anstrengungen und Erfolge in den Bereichen „Nutzung Erneuerbarer Energien“, sowie „Technologischer und Wirtschaftlicher Wandel“ wurden Punkte verteilt und anhand der Summe je BL ein Gesamtranking erstellt. [DIW/AEE/ZSW 2014]

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

nationalen und internationalen Status quo der Energierohstoffe und auf die Energiebereitstellung im Land eingegangen. Dabei werden sowohl Aussagen zu den Potenzialen heimischer Energieträger, als auch zu deren Bedeutung getroffen.

Studie B - Energiekonzept 2030 des Landes - [MW-SA 2014]

Das Energiekonzept 2030 des Landes trifft Aussagen zum bereits fortgeschrittenen Ausbaustand der EE im Land, zu energiepolitischen Zielen sowie zu angestrebten Entwicklungen in den Bereichen Ausbau des Elektroenergieetzes, Energiespeicherung, Sanierung des Gebäudebestandes und Optimierung des Energiebedarfs im Verkehrssektor. Dabei wird für 2030 ein Anteil der Erneuerbaren Energien von 26 % der EE am Primärenergieverbrauch des Landes angestrebt.

Studie C - Studie zur Optimierung des Gesamtsystems Flexibilitätsoptionen im Energiesektor in Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung von Speichern - [EuPD 2015]

Federführend erstellt von der EuPD Research und dem DCTI geht diese Studie neben dem Status quo der EE auf eine Prognose des Energiemarktes bis 2050 ein. Des Weiteren werden Prognosen zur Strombereitstellung aus EE und aus fossilen Ressourcen sowie zu der zukünftigen Elektroenergienachfrage erstellt. Zur Prognose bis 2050 werden ein Referenz-Szenario, sowie ein oberes und ein unteres Szenario entwickelt, woraus der jeweilige Speicherbedarf des Landes abgeleitet wird.

Studie D - Energiestudie mit Prognosen der Energiekennzahlen für die Jahre 2020 und 2030 zur Vorbereitung der Fortschreibung des Energiekonzeptes der Landesregierung von Sachsen-Anhalt - [EuPD 2012]

Die Energiestudie wurde bereits 2012 ebenfalls durch EuPD Research und das DCTI erstellt. Umfassende Leitfragen aus den Bereichen Energieversorgung, -Bedarf und -Infrastruktur werden bearbeitet. Durch die Entwicklung energiewirtschaftlicher Kennzahlen in der Studie und den daraus abgeleiteten Energieszenarien wird eine Prognose der Entwicklung im Energiesektor des Landes erstellt.

Studie E - Konzept einer zukunftsfähigen Energieversorgung – Eine Zukunft mit 100 % Erneuerbaren Energien Sachsen-Anhalt als Energieexportland - [Grüne 2015]

Das Konzept wurde im Auftrag von Bündnis 90/ die Grünen entwickelt. Darin wird ein 100 % EE-Szenario erstellt. In der Studie wird darauf eingegangen, dass Sachsen-Anhalt weiterhin Energieexportland bleibt und somit umliegende Länder mitversorgt. Mittels der Software „100prosim“ der Ostfalia Hochschule wurde für angegebene Flächen des Landes der Energieertrag

für verschiedene EE-Technologien errechnet.³⁹ Der Planungszeitraum beträgt 30 Jahre. Der Energiebedarf wird umfassend betrachtet (Elektrizität, Niedertemperaturwärme, Prozesswärme, Antriebe). Dabei geht die Studie als einzige von einer Vollversorgung mit EE aus.

Studie F - Wissenschaftliche Begleitung der Koordinierung des Ausbaus der EE in Sachsen-Anhalt - [Zere 2015]

Diese Studie aus dem Jahr 2015 betrachtet ausführlich die lokale Energiewende. Dabei werden sowohl die technischen (Ausbau-)Potenziale der EE, als auch szenarienbasiert die möglichen Ausbaupfade der EE, Energiespeicher und Energienetze untersucht. Die Studie wurde vom ZERE e.V. in Zusammenarbeit mit Regionalplanungsgemeinschaften erstellt.

In Abbildung 12 sind alle Potenziale der untersuchten Studien im Bereich Elektroenergie sowie der Bedarf 2012 dargestellt.

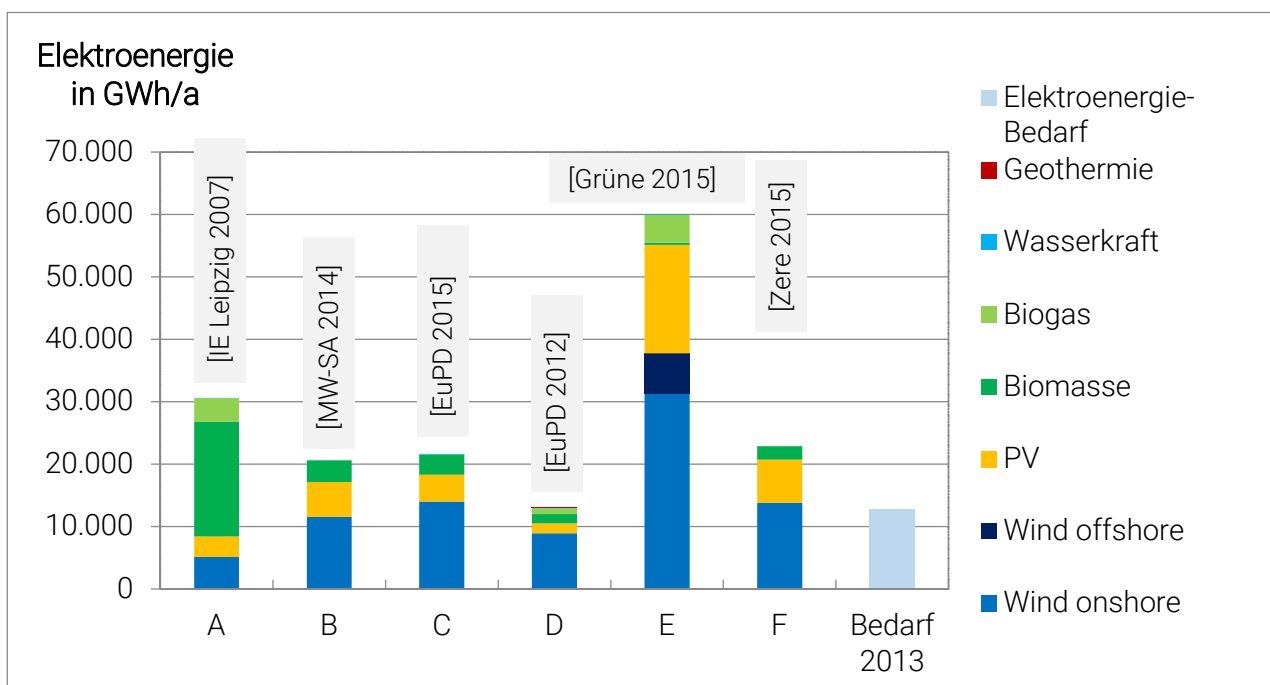


Abbildung 12: Elektroenergie-Potenziale und -Bedarf Sachsen-Anhalt

Auffallend sind insbesondere die Überdeckung des Elektroenergiebedarfs in den meisten Studien, sowie der hohe Bioenergie-Anteil in Studie A und der überragende Windanteil in Studie E und F.

Im Folgenden werden die Unterschiede anhand der einzelnen Technologien erläutert.

Windenergie

Die Ergebnisse der Potenzialstudien variieren in Bezug auf das Windenergie-Potenzial stark voneinander. Wie aus Abbildung 12 hervorgeht, unterscheiden sich die Potenzialaussagen zur

³⁹ Hierbei werden Energie-Potenziale berechnet. Dabei bezieht sich die Studie vor allem auf die Regionalstatistik und teilt die Landesfläche auf in Landwirtschafts-, Wald- sowie Gebäude- und Freiflächen.

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Windenergie in Studie (A)⁴⁰ und Studie (E)⁴¹ maximal um etwa 25.000 GWh. Auch Studie (F)⁴² hat bezogen auf (A) ein deutlich höheres Potenzial der Windkraft errechnet. Hierbei nehmen sowohl die ermittelte Anlagenzahl, als auch die zu installierende Durchschnittsleistung je Anlage großen Einfluss auf das WEA-Potenzial.

Die beträchtliche Abweichung entsteht u.a. da Studie (A) im Jahr 2007 mit ca. 1.800 installierten WEA und bei gleicher Leistungsklasse 700 weiteren WEA nach RREP (in Summe etwa 2.500 WEA) zukünftig ein V-E Gebiet von 17.000 ha für WEA annimmt. Studie (F) nimmt mit ca. 26.000 ha eine deutlichen Zuwachs der Wind V-E Fläche an. Studie (E) errechnet mit 2.850 WEA zwar lediglich 350 Anlagen mehr, als Studie (A), geht aber von einer deutlichen, technischen Fortentwicklung bis 2045 auf 10- MW-WEA mit 30.000 GWh/a aus. In der ermittelten Volllaststundenzahl der Potenzialberechnungen ist ein weiterer Grund für die deutliche Abweichung der Windpotenziale zu suchen. Studie (E) geht von einer fortschreitenden Entwicklung der WEA mit einer durchschnittlichen Volllaststundenzahl von 3.000 bis 4.000 h/a aus. Die Studie (A) von 2007 nimmt hingegen durchschnittlich nur etwa 1.300 h/a⁴³ und die ZERE Studie 2015 (F) etwa 1.700 h/a an.

Wie in Abbildung 12 auffällt, wurde in der Studie (E) ebenfalls ein „Offshore Windenergiepotenzial“ angeführt. Hierbei wurde abgeschätzt, dass mit einem Elektroenergieimport aus norddeutschen Offshore-Windparks die Versorgung durch 100 % Erneuerbare Energien sicherzustellen sei. Dies bedeutet nicht, dass in Sachsen-Anhalt tatsächlich ein Potenzial für Offshore-Windenergieanlagen besteht, sondern ein Stromimport von der Küste stattfindet.

Photovoltaik

Im Bereich der elektrischen Energiebereitstellung aus Photovoltaik liegen die Potenzialaussagen der Studien bis auf (E) im Bereich zwischen 3.500 bis 7.000 GWh/a. Dabei wurde von unterschiedlichen Flächenannahmen ausgegangen. So werden z.B. 3.500 GWh/a (Studie A) errechnet, indem 30 % der Grundfläche aller Wohngebäude und 20 % der Grundfläche aller Nicht-Wohngebäude mit PV bebaut werden. Dies entspricht etwa 5.000 ha Fläche. Die Volllaststundenzahl liegt laut den Annahmen der Studie (A) bei durchschnittlich 700 h/a.

Studie (F) ermittelt hingegen postleitzahlgenau Flächen i.H.v. ca. 9.400 ha mit einer bereitgestellten Elektroenergie aus PV mit ca. 7.000 GWh/a bei einer Volllaststundenzahl von 966 h/a. Die Annahmen der Studie (E) sind so getroffen, dass eine Elektroenergiemenge von 17.000 GWh/a bereitgestellt wird. Diese Summe wird erreicht durch eine angenommene Verzehnfachung der

⁴⁰ [IE-Leipzig 2007]

⁴¹ [Grüne 2015]

⁴² [Zere 2015]

⁴³ Eigene Berechnung aus angegebenem Leistungs- und Energiewert [IE-Leipzig 2007]

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

aktuell installierten Leistung auf Dächern und an Fassaden von privaten und öffentlichen Gebäuden, auf Gewerbe- und Industriehallen, auf Konversions- und auf zukünftig überdachten Parkplatzflächen. Hierbei wird vermutet, dass auf 0,65 % der Landesfläche, bzw. auf 17 % der Gebäude- und Freiflächen PV installiert wird.

Bioenergie

Hier dominiert die Studie (A)⁴⁴ mit ihrem Elektroenergie Potenzial aus Bioenergie. Während die anderen betrachteten Energiepotenziale in diesem Bereich 1.500 bis 3.500 GWh aus Biomasse und weitere 4.500 GWh aus Biogas (z.B. Studie E⁴⁵) errechnen, werden in der Studie (A) weitaus höhere Mengen von 18.000 GWh Elektroenergie aus Biomasse (u.a. aus Holzaufkommen der ca. 500.000 ha Waldfläche) und weiteren 3.800 GWh aus Biogas errechnet. Diese Strommenge aus Bioenergie steht jedoch in Konkurrenz zur Landwirtschaft. Sowohl durch witterungsbedingt schwankende Energieerträge, als auch durch Begrenzung von Monokulturwirtschaft auf Äckern, durch Nahrungs- und Futtermittel wird in der Studie (A) empfohlen die Bioenergienutzung zu beschränken.

Potenzialwerte im Wärmebereich

Nachfolgend wird in Abbildung 13 das in Studie (E) ermittelte Wärmepotenzial und der -bedarf 2013 gegenübergestellt.

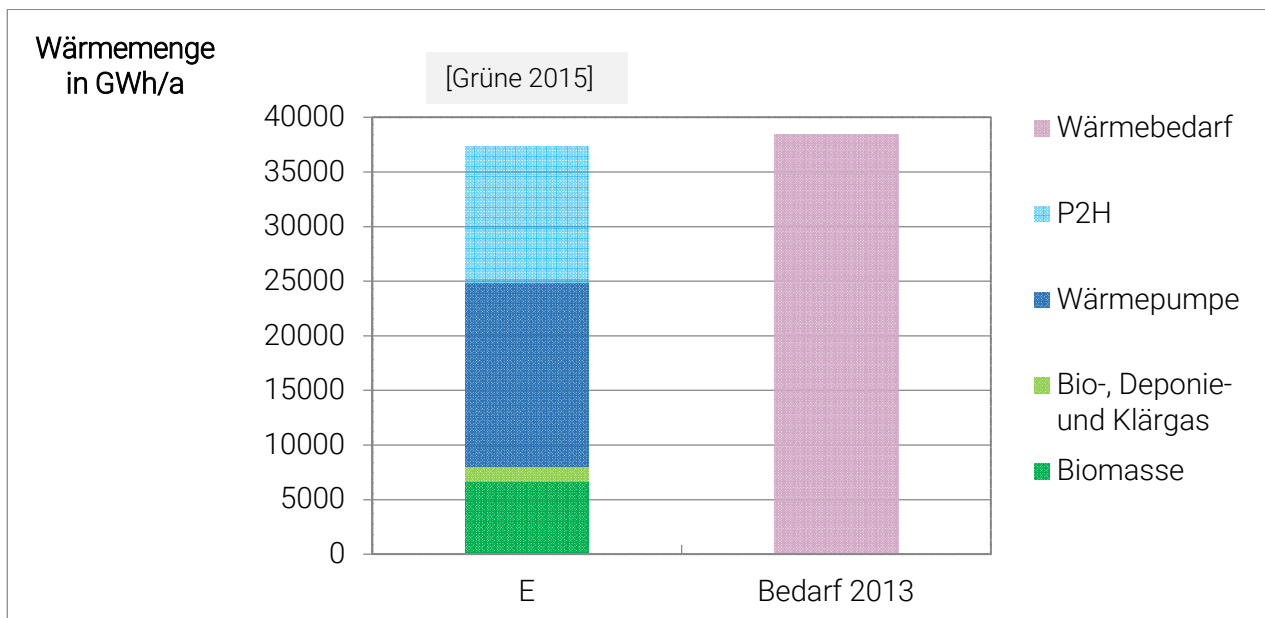


Abbildung 13: Wärme - Potenziale und -Bedarf Sachsen-Anhalt

⁴⁴ [IE-Leipzig 2007]

⁴⁵ [Grüne 2015]

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Die einzige konsequente Betrachtung des Wärmebereichs liegt für Sachsen-Anhalt in Studie (E) von 2015 vor. In dieser wird im Wärmesektor ein großer Teil des Bedarfs aus Elektroenergie gedeckt. Neben der verstärkten Nutzung von Wärmepumpen wird davon ausgegangen, dass der größte Teil der Prozesswärme mittels Power-to-Heat-Technologien zur Verfügung gestellt wird. Die Deckung eines weiteren großen Anteils des Wärmebedarfs bewerkstelligt die Bioenergie.

Fazit

Anhand der recht umfangreichen Anzahl von EE-Studien in Sachsen-Anhalt entsteht ein vielfältiges Bild von Entwicklungsmöglichkeiten der Energiewende im Land. Die Studie (E)⁴⁶ zeigt jedoch als einzige in diesem Bundesland, wie eine bilanzielle Deckung von 100 % des Landes-Energiebedarfs durch EE erreicht werden kann.

⁴⁶ [Grüne 2015]

4.6. Thüringen

Thüringen ist nach Berlin das zweitkleinste ostdeutsche Bundesland. Die Bevölkerungsdichte von etwa 133 Einwohnern je km² ist vergleichbar mit Sachsen-Anhalt.

Im Gesamtranking der Bundesländervergleichsstudie⁴⁷ liegt Thüringen auf dem vierten Platz. Obwohl Thüringen im Indikator-Bereich des technologischen und wirtschaftlichen Wandels lediglich Platz 11 erreicht, befindet sich das Land nach dem Indikator der Anstrengungen zur Nutzung der EE auf Platz 2 aller deutschen Bundesländer.

Durch die geringe Fläche und den stark bewaldeten Anteil bzw. das Mittelgebirge in der Region ist das EE-Potenzial deutlich eingeschränkter als in Flächenländern wie Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Die Landesregierung Thüringens hat sich für das Jahr 2020 ambitionierte energie- und klimapolitische Ziele gesetzt, die unter anderem einen EE-Anteil von 45 % am Nettostromverbrauch und von 30 % am gesamten Endenergieverbrauch bis 2020 vorsehen.

Um die Erreichbarkeit der energiepolitischen Ziele zu bewerten, wurde eine Potenzialstudie für Erneuerbare Energien im Land durchgeführt und Handlungsempfehlungen herausgearbeitet. Auf diese Studie wird sich im Folgenden bezogen.

Studie A: „Neue Energie für Thüringen – Ergebnisse der Potenzialanalyse“ – [EKP 2011]

Die Studie wurde u.a. von der FH Nordhausen und der Energie Klima Plan GmbH (EKP) erarbeitet und stellt die technischen Potenziale der EE im Land mit transparenten Annahmen heraus. Dabei wird die EE-Zielerreichung der Landesregierung bis 2020 abgeschätzt und es werden die Potenziale der EE bis 2050 eruiert.

⁴⁷ Für Anstrengungen und Erfolge in den Bereichen „Nutzung Erneuerbarer Energien“, sowie „Technologischer und Wirtschaftlicher Wandel“ wurden Punkte verteilt und anhand der Summe je BL ein Gesamtranking erstellt. [DIW/AEE/ZSW 2014]

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

In Abbildung 14 sind neben Ergebnissen für eine zu 100 % auf EE basierende Stromversorgung Deutschlands [RLI 2012] die Potenziale der untersuchten Studie (A) im Bereich Elektroenergie sowie der Bedarf 2012 dargestellt.

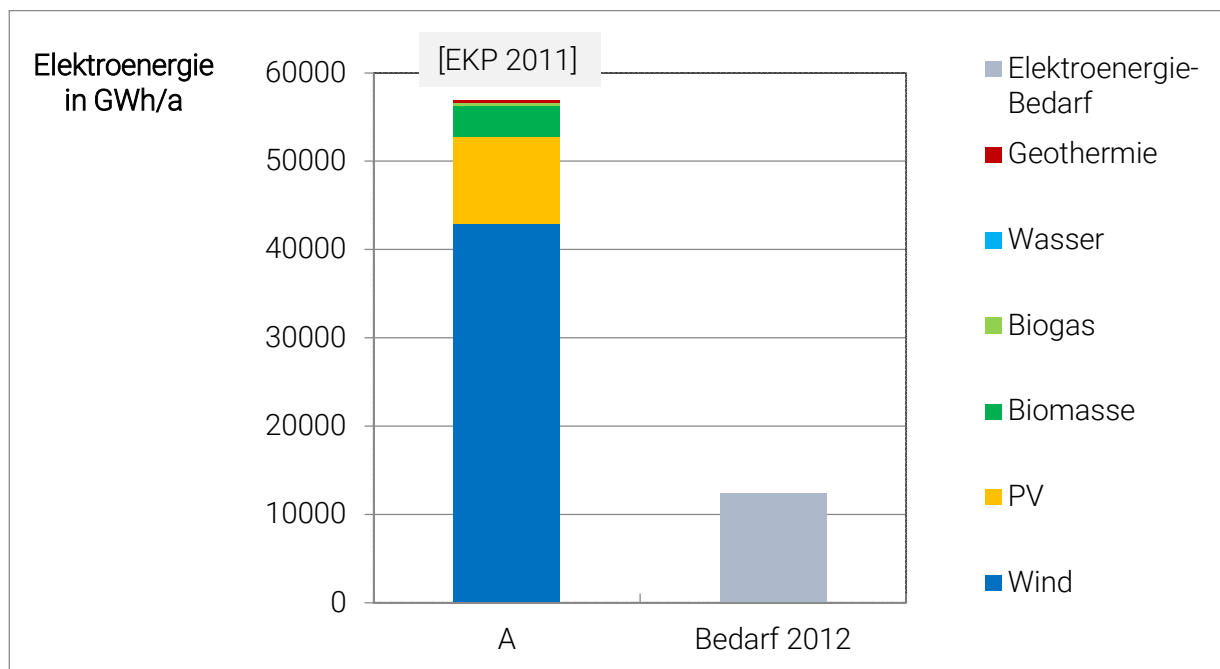


Abbildung 14: Elektroenergie-Potenzial und –Bedarf Thüringen

Auffällig ist insbesondere das weitreichende technische Windenergiepotenzial im Land und die damit verbundene große Ausbaumöglichkeit dieses Sektors der Studie (A). Insgesamt entspricht das Potenzial bei bilanzieller Betrachtung mehr als dem Vierfachen des Bedarfs und in etwa dem Dreifachen der für eine zu 100 % auf EE basierenden Stromversorgung Deutschlands notwendigen Energieerzeugung in Thüringen.

Im Folgenden werden die ermittelten Potenziale anhand der einzelnen Technologien und Annahmen erläutert.

Windkraft

Das Windenergiepotenzial wurde für das Bundesland Thüringen in der Studie (A) mittels einer Windgeschwindigkeitskarte⁴⁸ ermittelt. Bei der Potenzialflächenermittlung wurden „windhöfliche“ Gebiete identifiziert, wobei generelle Restriktionsflächen und Schutzzonen beachtet wurden. Dabei gab es eine zusätzliche Lockerung der Restriktionen für Naturparks, Landschaftsschutzgebiete und Trinkwasserschutzzonen. Unter der Annahme, dass bis 2050 eine maximale Potenzialausschöpfung stattfindet, wurde ab 2020 die Neuinstallation und damit der

⁴⁸ Erstellt durch AL-PRO GmbH

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Kompletttausch von WEA auf die 4 MW Klasse angenommen. Die Volllaststundenzahl⁴⁹ beträgt im Mittel ab 2020 2.000 h/a. In 2050 werden somit 43 TWh/a an Strom aus Windenergie bereitgestellt.

Photovoltaik

Für Thüringen wurden in der Studie (A) Siedlungsraumtypen (SRT) bestimmt, worauf mit Hilfe des Solardachkatasters Erfurt für SRT eine „solare Gütezahl“⁵⁰ ermittelt wurde. Auf den solar nutzbaren Flächen wurde über acht Jahre eine durchschnittliche jährliche Einstrahlung von 1090 kWh/m² erfasst. Der Modulwirkungsgrad beträgt laut Studie (A) 10 % und die durchschnittliche, spezifische Flächennutzung wird mit 9 m²/kW_p angenommen. Dabei können nach Angabe der Studie (A) pro Jahr 981 kWh/kW_p aus PV bereitgestellt werden. Bis 2050 wird das in Abbildung 14 dargestellte PV-Potenzial mit ca. 10.000 GWh/a laut der Studie zu 90 % ausgeschöpft sein.

Bioenergie

Ein Teil der Elektroenergieversorgung soll in 2050 nach Studie (A) mit Bioenergie erfolgen. Die Bereitstellung dieser erfolgt in einer Zusammensetzung, auf die im „Fact-sheet-Thüringen“ näher eingegangen wird. Restriktionen für die Flächennutzung wurden in der Potenzialstudie durch Vorrang des Nahrungsmittelanbaus, Begrenzung der Energieholzmenge⁵¹ im Wald und Nutzungsbegrenzungen im Grünlandbereich berücksichtigt. Genutzt werden dürfte dabei 30 % der Ackerfläche für Energieholz, 25 % des heute genutzten Holzes, 10 % des anfallenden Grünschnitts von Grünlandflächen, 65 % des Wirtschaftsdüngers und 60 % des anfallenden Strohs. Laut der Studie (A) sind bis 2050 trotz der Flächenrestriktionen 57 TWh Stromertrag aus Bioenergie möglich.⁵²

⁴⁹ Anzahl der Stunden, die eine Anlage bei Nennleistung betrieben werden müsste, um die Energie eines Jahres bereitzustellen.

⁵⁰ Everding, D., (2007) Solarer Städtebau: Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild. Stuttgart

⁵¹ Ausschließlich zur Energiebereitstellung durch Verbrennung gepflanztes, meist schnell wachsendes Gehölz (sogen. Kurzumtriebskulturen)

⁵² EE Exzellenzscenario [EKP 2011]

Wärmepotenziale

In Abbildung 15 sind die Potenzialwerte der untersuchten Studie (A) im Bereich Wärme sowie der Bedarf 2012 dargestellt.

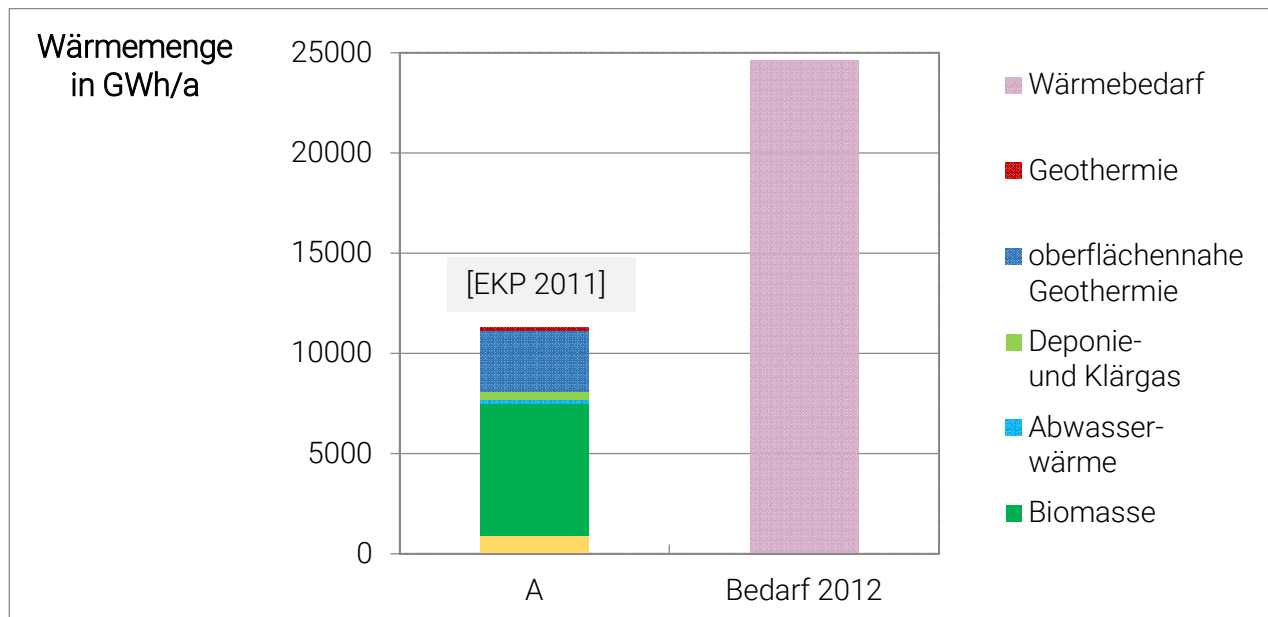


Abbildung 15: Wärme - Potenziale und -Bedarf Thüringen

Mit 11 TWh Erneuerbarer Wärme ist die Deckung des prognostizierten Bedarfs im Land bis 2050 zu 80 % möglich. Mit 4,5 TWh_{th} trägt hierbei die Bioenergie an der Wärmebereitstellung bei. Nach Angabe der Studie hat diese regenerative Energieform im Wärmebereich weiterhin die führende Rolle unter den Erneuerbaren Ressourcen. Im Bereich der Erneuerbaren Umgebungswärmenutzung entstammen 3 TWh_{th} der 80 m tiefen, oberflächennahen Geothermie. Solarthermie stellt in 2050 potenziell 0,9 TWh zur Verfügung. Tiefe Geothermie kann in 2050 mit etwa 0,15 TWh/a zur EE-Wärmebereitstellung beitragen. [EKP 2011]

Fazit

Die formulierten Ziele der Landesregierung könnten in der Potenzialstudie bereits im Referenzszenario erfüllt werden. Das Erneuerbare Energien-Potenzial ließe für Thüringen in Zusammenhang mit Energienetz- und Speicherausbau eine vierfache Überdeckung des Elektroenergie- und eine teilweise Deckung des Wärmebedarfs zu. [EKP 2011] Aus diesem Verhältnis lässt sich ein großes Potenzial für die Anwendung von PTH-Technologien ableiten.

5. Schlussfolgerungen und Ausblick

Es zeigt sich, dass die EE-Potenziale der verschiedenen untersuchten Studien für die ostdeutschen Bundesländer die bisherige Nutzung deutlich übersteigen. Vor allem im Bereich der Elektroenergie wurden teilweise sehr große Potenziale identifiziert. Diese liegen meist deutlich über dem Bedarf. Auch im Vergleich zu den Ergebnissen der Studie [RLI 2012] wird deutlich, dass die ausgewerteten EE-Potenziale weit größer sind als für eine theoretisch 100%ige EE-Stromversorgung notwendig ist. Es tut sich insbesondere die Windenergie als bedeutender Energieträger in Ostdeutschland hervor. In Flächenländern mit geringer Einwohnerdichte wie Brandenburg ist außerdem die Bioenergie von besonderer Bedeutung.

Im Bereich der Wärmepotenziale zeigt sich ein anderes Bild. Hier können die identifizierten EE-Potenziale den Bedarf nicht decken. Mecklenburg-Vorpommern bildet hierbei eine Ausnahme, was vor allem auf den geringen Wärmebedarf zurückzuführen ist. Durch das umgekehrte Verhältnis von Bedarf und Potenzial im Wärme- und Elektroenergiebereich wird deutlich, dass die Sektorkopplung als eine wichtige Flexibilitäts-Option für ein Gelingen der Energiewende eine Schlüsselrolle spielen kann. Hierbei spielen Wärmepumpen zur effektiven Nutzung von Umweltwärme eine bedeutende Rolle. Lediglich die Studie der Grünen für Sachsen-Anhalt [Grüne 2015] hat neben Wärmepumpen als Power-to-Heat-Technologie auch die direkte Bereitstellung von Prozesswärme aus Elektroenergie in ihre Analyse des Wärmesektors einbezogen und somit eine vollständige Deckung des Endenergiebedarfs aus Erneuerbaren Energien ermittelt.

Überträgt man dieses Vorgehen auf die anderen Bundesländer, so ist das Potenzial für eine EE-Vollversorgung im Strom- und Wärmebereich mithilfe der Sektorkopplung theoretisch in Ostdeutschland vorhanden. Bei einem zukünftig weiter wachsenden EE-Anteil der Energieversorgung schließen sich weitere Fragestellungen der Speicherung und des Transports von Stromüberschüssen an, die besonders relevant sind für die relativ verbrauchsarmen Regionen in Ostdeutschland.

Die untersuchten Studien unterscheiden sich zum Teil sehr stark in den Methoden der Potenzialermittlung, den zugrunde liegenden Potenzialdefinitionen und dem zeitlichen Rahmen. Dadurch ist die Vergleichbarkeit der Potenziale eingeschränkt. Der Großteil der Studien hat technische und darauf aufbauend erschließbare Potenziale untersucht. Nur wenige Studien haben sich mit rein wirtschaftlichen Potenzialen befasst, oft wurden aber wirtschaftliche Parameter bei Fragen der Erschließbarkeit miteinbezogen. Die Studie der TU Dresden 2013 [TUD 2013] ist an dieser Stelle hervorzuheben, da sie für Sachsen wirtschaftliche Potenziale untersucht. Es wird hierbei aufgezeigt, dass die Potenzial-Ergebnisse sehr sensitiv auf z.B. die EEG-Vergütung

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

reagieren. Außerdem nimmt insbesondere die installierte Anlagenleistung der WEA einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe des wirtschaftlichen Potenzials.

Dennoch lassen sich die o.g. Trends ableiten, da trotz der unterschiedlichen Ansätze in fast allen Studien die Potenziale im Strombereich größer und im Wärmebereich kleiner als der Bedarf ausfallen. Nur in Berlin ist sowohl der Elektroenergie als auch der Wärmebedarf größer als das lokal vorhandene EE-Potenzial.

Zu den betrachteten Studien lässt sich außerdem festhalten, dass besonders Elektroenergie-Potenziale umfassend untersucht wurden, wohingegen Wärme-Potenziale seltener betrachtet wurden. Hier besteht ein Forschungsbedarf, um die Energiewende auch im Wärmesektor voranzutreiben. Der Mobilitäts-/ Kraftstoffbereich wird bisher kaum berücksichtigt [vgl. Grüne 2015, IÖW 2012 und 2010] und sollte zukünftig stärker mit in die Betrachtung einbezogen werden. Wünschenswert für zukünftige Studien wäre außerdem ein einheitlicheres Vorgehen bei Potenzialermittlungen, um nachvollziehbare und inhaltlich transparente Aussagen zu treffen. Hierfür wäre auch eine öffentlich zugängliche Datengrundlage von Vorteil.

6. Quellen

- [AEE 2015] Sven Kirrmann, Magnus Maier et al. (2015): „Bundesländer mit Neuer Energie – Jahresreport 2014/15“, Agentur für Erneuerbare Energien e.V., Berlin.
- [BS BB 2012] Tanja Kenkmann (2010): „Biomassestrategie Brandenburg“, Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg.
- [BTU 2011] Harald Schwarz , Klaus Pfeiffer et al. (2011): „Fortführung der Studie zur Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Brandenburg“, BTU Cottbus.
- [BWE 2012] Dr. Stefan Bofinger, Doron Callies et al. (2012): „Potenzial der Windenergienutzung an Land“, Bundesverband Windenergie e.V.
- [DIW/AEE/ZSW 2014] Dr. Jochen Diekmann, Dr. Wolf-Peter Schill et al. (2014): „Vergleich der Bundesländer: Analyse der Erfolgsfaktoren für den Ausbau der Erneuerbaren Energien 2014 – Indikatoren und Ranking“, DIW Berlin, ZSW, AEE.
- [EKP 2011] Prof Joachim Fischer, Prof. Dieter D. Genske et al. (2011): „Thüringen Potenzialanalyse“, FH Nordhausen, EKP Energie-Klima-Plan GmbH.
- [EKP Sachsen 2012] „Energie- und Klimaprogramm Sachsen“ (2013), Sächsisches Staatsministerium.
- [ES BB 2012] „Energiestrategie für 2030 Brandenburg“ (2012), Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg - Referat Energiepolitik und –Wirtschaft
- [EUB 2011] Dr.-Ing. Frank Grüttner et al. (2011): „Landesatlas Erneuerbare Energien“, Energie-Umwelt-Beratung e.V. Institut Rostock, Geothermie Neubrandenburg GmbH.
- [EUB 2013] Dr.-Ing. Frank Grüttner, M.Sc. Burt Hartmann et. al. (2013): „Potenzialabschätzung der Erneuerbaren Energien in Mecklenburg-Vorpommern mit Bilanzen und Nutzbarkeit“, EUB e.V.

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

- [EuPD 2012] Martin Ammon, Linda Kleinschmidt (2012): „Energiestudie mit Prognosen der Energiekennzahlen für die Jahre 2020 und 2030 zur Vorbereitung der Fortschreibung des Energiekonzepts der Landesregierung von Sachsen-Anhalt“, EuPD-Research, DCTI.
- [EuPD 2015] Martin Ammon, Angelika Leiss et al. (2015): „Studie zur Optimierung des Gesamtsystems der Flexibilitätsoptionen im Energiesektor in Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung von Speichern“, EuPD-Research, DCTI.
- [Everding et al. 2006] Dagmar Everding et.al. (2006): „Solarer Rahmenplan Berlin“, Ecofys Nürnberg.
- [Everding et al. 2007] Dagmar Everding, (2007): „Solarer Städtebau: Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild“, Stuttgart, W. Kohlhammer.
- [Grüne 2015] Dorothea Frederking, Hans-Heinrich Schmidt-Kanefend et. al. (2015): „Konzept einer zukunftsfähigen Energieversorgung - Eine Zukunft mit 100 % Erneuerbaren Energien Sachsen-Anhalt als Energieexportland“, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Ostfalia Hochschule Wolfenbüttel.
- [ICU/WH- Institut 2009] ICU/ Witzenhausen Institut (2009): „Nutzung von Biomasse in Berlin: Endbericht – Kurzfassung“.
- [IE Leipzig 2007] Andreas Weber, Werner Bohnenschäfer et. al. (2007): „Energiestudie für das Land Sachsen-Anhalt“, Institut für Energetik und Umwelt (IE) Leipzig.
- [IÖW 2010] Bernd Hirschl, Astrid Aretz et al. (2010): „Potenziale erneuerbarer Energien in Berlin 2020 und langfristig – Quantifizierung und Maßnahmengenerierung zur Erreichung ambitionierter Ausbauziele“, IÖW.
- [IÖW 2012] Mark Bost, Timo Böther et al. (2012): „Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg - 2030 Erschließbare technische Potenziale sowie Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte – eine szenariobasierte Analyse“, IÖW
- [ISE 2015] Dr. Harry Wirth et al. (2015): „Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland“, Fraunhofer ISE.

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

- [Kaltschmitt et al. 2003] Martin Kaltschmitt, Andreas Wiese, Wolfgang Streicher (Hrsg.) (2003): Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte; 3. Auflage; Berlin, Heidelberg, New York.
- [MW-MV 2009] Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus (2009): „Gesamtstrategie Energieland 2020“
- [MW-SA 2014] Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt (2014): „Energiekonzept 2030“, Landesregierung von Sachsen-Anhalt
- [HS Eberswalde] Piorr et al. (2010): „Bioenergie-Potenziale in Brandenburg Biogas und Biokraftstoffe aus der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion (Ackerbau) unter Berücksichtigung des Bedarfs an Nahrungs- und Futtermitteln und Nachhaltigkeitsaspekten“, Studie im Auftrag des MUGV, unveröffentlicht
- [PIK 2014] „Machbarkeitsstudie klimaneutrales Berlin 2050“ (2014), IÖW, PIK, InnoZ, BLS Energieplan, LUP, UmbauStadt, bgmr Landschaftsarchitekten, HFK Rechtsanwälte, bgmr (aus [RBB 2016])
- [RBB 2016] RBB 24 Wirtschaft vom 27.09.2016: „In Klingenberg ist 2017 Schluss mit der Kohle“, URL: <http://www.rbb-online.de/wirtschaft/thema/braunkohle/beitraege/klingenberg-kraftwerk-berlin-kohle-stopp.html>, zuletzt aufgerufen: 24.10.2016.
- [RLI 2012] Christian Beyer, Berit Müller et al. (2012): „Vergleich und Optimierung von zentral und dezentral orientierten Ausbaupfaden zu einer Stromversorgung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland“, Reiner-Lemojne Institut.
- [Schneider et. al. 2003] Schneider et. al. (2003): "Expertise zur Nutzung erneuerbarer Energien in Sachsen erstellt im Rahmen der Erarbeitung des Energieprogramms Sachsen 2004".
- [TUD 2013] Hannes Hobbie, Vera Schippers, et al. (2013): „Potenziale der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Ressourcen im Freistaat Sachsen“, Institut für Energietechnik der Technischen Universität Dresden.

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

- [Uni Rostock 2013] Axel Holst, Philipp Kertscher (2013): „Netzstudie M.-V. - Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Mecklenburg-Vorpommern“, Universität Rostock, Institut für elektrische Energietechnik.
- [Uni Stuttgart 2012] Bastian Rühle (2012): „Promotion: Kosten regionaler Energie- und Klimapolitik - Szenarioanalysen mit einem Energiesystemmodell auf Bundesländerebene“, Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik der Universität Stuttgart.
- [VEE Sachsen 2008] Wolfgang Daniels, Hans-Peter Grafe et al. (2008): „Grüne Ausbaustudie 2020 Perspektiven für Erneuerbare Energien in Sachsen - Ermittlung der technischen Potenziale der erneuerbaren Energieträger in Sachsen sowie deren wirtschaftliche Umsetzungsmöglichkeiten für die Stromerzeugung bis zum Jahr 2020“, VEE Sachsen.
- [Zere 2015] Dr.-Ing André Naumann et. al. (2014): „Stand und Ergebnisse im Projekt: Wissenschaftliche Begleitung der Koordinierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Sachsen-Anhalt“, Zere e.V.

7. Anhang

7.1. Übersicht der Studien nach Ländern

Berlin:

A: Bernd Hirschl, Astrid Aretz et al. (2010): „Potenziale erneuerbarer Energien in Berlin 2020 und langfristig – Quantifizierung und Maßnahmengenerierung zur Erreichung ambitionierter Ausbauziele“, IÖW. [IÖW 2010]

Brandenburg:

A: „Energiestrategie für 2030 Brandenburg“ (2012), Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg - Referat Energiepolitik und –Wirtschaft [ES BB 2012]

B: „Biomassestrategie Brandenburg“ (2010), Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg [BS BB 2010]

C: Mark Bost, Timo Böther et al. (2012): „Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg - 2030 Erschließbare technische Potenziale sowie Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte – eine szenariobasierte Analyse“, IÖW. [IÖW 2012]

D: Harald Schwarz , Klaus Pfeiffer et al. (2011): „Fortführung der Studie zur Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Brandenburg“, BTU Cottbus [BTU 2011]

Mecklenburg-Vorpommern:

A: Dr.-Ing. Frank Grüttner et al. (2011): „Landesatlas Erneuerbare Energien“, Energie-Umwelt-Beratung e.V./ Institut Rostock, Geothermie Neubrandenburg GmbH [EUB 2011]

B: Axel Holst, Philipp Kertscher (2012): „Netzstudie M.-V. - Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Mecklenburg-Vorpommern“, Institut für elektrische Energietechnik der Universität Rostock [Uni Rostock 2013]

C: „Gesamtstrategie Energieland 2020“ (2009), Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus [MW-MV 2009]

D: Dr.-Ing. Frank Grüttner, Burt Hartmann et. al. (2013): „Potenzialabschätzung der Erneuerbaren Energien in Mecklenburg-Vorpommern mit Bilanzen und Nutzbarkeit“, EUB e.V., RES-Chains, Landkreis Nordwestmecklenburg [EUB 2013]

Sachsen:

A: Wolfgang Daniels, Hans-Peter Grafe et al. (2008): „Grüne Ausbaustudie 2020 Perspektiven für Erneuerbare Energien in Sachsen - Ermittlung der technischen Potenziale der erneuerbaren Energieträger in Sachsen sowie deren wirtschaftliche Umsetzungsmöglichkeiten für die Stromerzeugung bis zum Jahr 2020“, VEE Sachsen [VEE Sachsen 2008]

B: Bastian Rühle (2012): „Promotion: Kosten regionaler Energie- und Klimapolitik - Szenarioanalysen mit einem Energiesystemmodell auf Bundesländerebene“, Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik der Universität Stuttgart [Uni Stuttgart 2012]

C: Hannes Hobbie, Vera Schippers, et al. (2013): „Potenziale der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Ressourcen im Freistaat Sachsen“, Institut für Energietechnik der Technischen Universität Dresden [TUD 2013]

D: „Energie- und Klimaprogramm Sachsen“ (2013), Sächsisches Staatsministerium [EKP Sachsen 2013]

Sachsen-Anhalt:

A: Andreas Weber, Werner Bohnenschäfer et. al. (2007): „Energiestudie für das Land Sachsen-Anhalt“, Institut für Energetik und Umwelt (IE) Leipzig [IE Leipzig 2007]

B: „Energiekonzept 2030“, (2014), Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt [MW-SA 2014]

C: Martin Ammon, Angelika Leiss et al. (2015): „Studie zur Optimierung des Gesamtsystems der Flexibilitätsoptionen im Energiesektor in Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung von Speichern“, EuPD-Research, DCTI [EuPD 2015]

D: Martin Ammon, Linda Kleinschmidt (2012): „Energiestudie mit Prognosen der Energiekennzahlen für die Jahre 2020 und 2030 zur Vorbereitung der Fortschreibung des Energiekonzepts der Landesregierung von Sachsen-Anhalt“, EuPD-Research, DCTI [EuPD 2012]

E: Dorothea Frederking, Hans-Heinrich Schmidt-Kanefend et. al. (2015): „Konzept einer zukunftsfähigen Energieversorgung - Eine Zukunft mit 100 % Erneuerbaren Energien Sachsen-Anhalt als Energieexportland“, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Ostfalia Hochschule Wolfenbüttel. [Grüne 2015]

F: Dr.-Ing André Naumann et. al. (2014): „Stand und Ergebnisse im Projekt: „Wissenschaftliche Begleitung der Koordinierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Sachsen-Anhalt“, Zere e.V. [Zere 2015]

Thüringen:

A: J. Fischer, D. Genske et. al. (2011): „Thüringen Potenzialanalyse“, FH Nordhausen, EKP Energie-Klima-Plan GmbH [EKP 2011]

7.2. Übersicht angenommener Wirkungsgrade zur Berechnung der Endenergie-Bedarfswerte der Länder

Wirkungsgrade	
eta_Steinkohle-Kessel =	0,7
eta_Braunkohle-Kessel =	0,6
eta_Mineralöl-Kessel =	0,84
eta_Heizöl-Kessel =	0,8
eta_Gas-Kessel =	0,84
eta_Bio-Gas-/Biomasse - Kessel =	0,84
eta_sonstige EE =	0,85
eta_sonstige Energieträger =	0,35

7.3 Factsheets

Factsheets - Inhaltsverzeichnis

Berlin (BE).....	58
Brandenburg (BB).....	72
Mecklenburg-Vorpommern (M-V).....	84
Sachsen (SN).....	99
Sachsen-Anhalt (ST).....	118
Thüringen (TH).....	135

BE¹: Studie A [IÖW 2010]

„Potenziale erneuerbarer Energien in Berlin 2020 und langfristig – Quantifizierung und Maßnahmengenerierung zur Erreichung ambitionierter Ausbauziele“ [IÖW 2010]

Herausgeber: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

Ziel der Studie

Die Studie analysiert die EE-Potenziale in Berlin für die Entwicklung des Berliner Energiekonzepts, in dem diese einen wichtigen Bestandteil darstellen. Das Ziel ist es daher, die langfristigen (bis 2050) technischen Nutzungs- und Erschließungspotentiale sowie deren Restriktionen abzuschätzen und Handlungsempfehlungen zur Erschließung der Potenziale zu entwickeln.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2010
Autoren, Institution	Dr. Astrid Aretz Elisa Dunkelberg Dr. Bernd Hirschl Anna Neumann Dr. Julika Weiß Institut: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
Auftraggeber	Berliner Energieagentur
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Berlin und Stadtgüter in Brandenburg
Zeitraumen	Potenziale bis 2050, Szenarien bis 2020
Art des Zeitrahmens	Zieljahre
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie und Wärme
Modellierte Nachfragesektoren	Wärme: Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Biomasse und die verschiedenen energetischen Biomassekonversionspfade, Solarthermie und Photovoltaik, Tiefengeothermie, oberflächennahe Geothermie bzw. Wärmepumpen, Windenergie und Wasserkraft.
Wirtschaftlicher Fokus?	Wirtschaftlichkeitsberechnungen der EE-Technologien z.B. Nicht-wirtschaftliche Umsetzung von z.B. (K)WEA
Sozialer Fokus ?	Stadtstruktur und damit zusammenhängende soziale Faktoren

¹ Berlin

Methodik der Potenzialermittlung²

Bezeichnung	Theoretisches Potenzial	Langfristige, technische Potenziale 2050
Wind	<p>Nicht betrachtet für Berliner Stadtgebiet</p> <p>WEA auf Flächen der Berliner Stadtgüter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insgesamt eine Fläche von 1.001 ha und eine mögliche Gesamtnennleistung von 212 MW ermittelt. <p>Kleinwindanlagen (KWEA) Theoretisches Potenzial basierend auf der Nettobaulandfläche des Stadtraumtyps „Gewerbe und Industrie der 50er, 60er, 70er Jahre“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abstandsregel für KWEA von 20 x 20 	<p>Berliner Stadtgebiet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Große WEA nicht im Flächennutzungsplan Berlin mit einbezogen. • rechtliche Einzelfallprüfungen • Annahme von sehr guten Genehmigungsvoraussetzungen: umsetzbares Windkraftpotenzial von insgesamt 102 MW angegeben, was 2,6% des angenommenen Strombedarfs in 2050 entspricht (Werte aus Interviews mit Experten der umweltplan Projekt GmbH, Betreiber der ersten Berliner WEA, übernommen (S. 68)) <p>WEA auf Flächen der Berliner Stadtgüter: Basis Studie von umweltplan 2008³ (vgl. PV)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fläche in ausgewiesenen Windeignungsgebieten von ca. 120,4 ha wird mit einem Bestand von 14 Windenergieanlagen bereits zu 98 % ausgenutzt. • 2.400 Volllaststunden pro Jahr • ca. 880 ha auf bedingt geeigneten Flächen, somit 87 WEA, aber nur 2 in Windneigungsgebieten • Insgesamt sind zusätzlich 169 MW installierter Leistung und somit eine Stromerzeugung von ca. 329.725 MWh/a - und damit die Deckung von 3,5 % des Berliner Strombedarfs 2050 umsetzbar. <p>Kleinwindanlagen (KWEA) Restriktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genehmigungs-, Akzeptanz- und Ertragsprobleme vor allem in anderen Stadtraumtypen als in „Gewerbe und Industrie der 50er, 60er, 70er Jahre“ • Daher wird für die gesamte Nettobaulandfläche Berlins von

² Im Anhang ab S. 149 wird nochmal eine genaue Übersicht über die Potenzialermittlung via Literaturlauswertung gegeben

³ Umweltplan Projekt GmbH (2008): Nutzungspotenziale für Windenergie und Freiflächen Photovoltaik auf Eigentumsflächen der Berliner Stadtgüter GmbH.

	<p>Metern (d.h. eine Anlage auf 400 m²)</p> <ul style="list-style-type: none"> • maximal 10 % geeigneter Standorte auf der hier betrachteten Fläche → Anzahl von ca. 9.000 KWEA (1 KWEA auf 4.000 m²), was 0,7 % des für 2050 angenommenen Strombedarfs entspricht (S.70-71) 	<p>einem doppelt so hohen Potenzial (im Vergleich zum theoretischen Potenzial) ausgegangen, sodass sich hieraus ein langfristiger Anteil der KWEA von 1,4 % am für 2050 prognostizierten Stromverbrauch ergibt. (S.70-71)</p>
Wasserkraft	<p>Grundlage: „Potentialstudie der nutzbaren Wasserkraft im Land Berlin“ (Kraftwerks- und Anlagenbau AG 1992)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung des theoretischen (Linien-) Potenzials für die Wuhle über mittleren Abfluss (MQ) und Höhendifferenz. Restliche sieben Gewässer mit anderen Berechnungswegen ermittelt 	<p>Grundlage: „Potentialstudie der nutzbaren Wasserkraft im Land Berlin“ (Kraftwerks- und Anlagenbau AG 1992) Tab. 4.7 zeigt die Charakteristika und nutzbaren Wasserkraftpotenziale der einzelnen Berliner Gewässer</p> <ul style="list-style-type: none"> • 9 Gewässer z.B. Havel mit QA [m³/s] von 19,31; hFA[m] von 1,65 und Pel [kW] von 250,6
PV	<p>Grundlage Potenzial Stadtgebiet Berlin: „Solarer Rahmenplan Berlin“ von Everding et al (2006)⁴, der 21 Stadtraumtypen definiert (vgl. S. 52 Tab. 4.1), die mit Hilfe der „ISU Stadtstrukturtypen-Karte“ Berlin 2001 sowie georeferenzierte Luftbilder an die Berliner Stadtstruktur angepasst wurden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der solare Rahmenplan beziffert das rein technische Flächenpotenzial Berlins auf rund 80 Mio. m², davon 45 Mio. m² Dachfläche und 35 Mio. m² Fassadenfläche 	<p>Grundlage Potenzial Stadtgebiet Berlin: „Solarer Rahmenplan Berlin“ von Everding et al (2006), der 21 Stadtraumtypen definiert (vgl. S. 52 Tab. 4.1), die mit Hilfe der „ISU Stadtstrukturtypen-Karte“ Berlin 2001 sowie georeferenzierte Luftbilder an die Berliner Stadtstruktur angepasst wurden.</p> <p>Das technische Langfristpotenzial 2050 wird hier als „solarurbanes Flächenpotenzial“ (entspricht dem technischen Potenzial unter Beachtung weiterer Restriktionen) gemäß dem solaren Rahmenplan ausgewiesen und umfasst rund 46 Mio. m².</p> <ul style="list-style-type: none"> • In allen 21 Stadtraumtypen wurden bis 2050 städtebauliche und energetisch optimierte Lösungsmodelle umgesetzt • Zur Abschätzung der Eignung der definierten Stadtraumtypen für eine solarenergetische Nutzung wurde jedem der 21 Berliner Stadtraumtypen ein Referenzgebiet (d.h. wo bereits

⁴ Everding, Dagmar/ Karl, Christian et al. (2006): Solarer Rahmenplan Berlin., Ecofys GmbH Nürnberg

Solar- bzw. Energieprojekte durchgeführt/geplant wurden) im Stadtraum zugeordnet.

- Zuordnung von Kennzahlen (Heizwärmebedarf, aktive Deckung) zu Stadtraumtypen (vgl. S. 54 Tab. 4.2)
- Über technische und solarurbane Gütezahlen wurden anschließend die potenziell geeigneten Dach- und Fassadenflächen für die einzelnen Stadtraumtypen berechnet.

Weitere Daten:

- Gebäudealter-Karte und Denkmalliste und andere auf dem FIS-Broker der SenStadt verfügbaren Pläne
- Das solarurbane Flächenpotenzial differenziert noch nicht zwischen solarthermischem und photovoltaischem Potenzial

Solarthermie hat Vorrang vor Photovoltaik, letztere erhält jedoch die „bessere“ Fläche, da sie empfindlicher auf Verschattung reagiert.

Damit stünden 27,6 Mio. m² bzw. 60 % des solarurbanen Flächenpotenzials für PV-Anlagen zur Verfügung

- Durchschnittliche PV-Leistung von 1 kWp benötigt eine Fläche von etwa 10 m²
- Für die ab 2009 neu installierte Leistung werden zur Berechnung des Stromertrages Volllaststunden von 750 h/a angenommen, die bis 2020 auf 850 h/a ansteigen. Das solare Stromerzeugungspotenzial entspricht langfristig ca. 42 % des Strombedarfs 2050, aber ohne Beachtung der Konkurrenz zu Solarthermie
- Bei Nutzung von 60 % des solarurbanen Flächenpotenzials ließen sich in etwa 2.800 MWp PV-Leistung installieren, was ca. 23 % des Strombedarfes 2050 entspricht

Berliner Stadtgüter:

		<p>Basierend auf der Studie von umweltplan Projekt GmbH 2008 „Nutzungspotenziale für Windenergie und Freiflächen Photovoltaik“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ermittelte nutzbare Fläche PV-Freiflächenanlagen: 1570 ha (umfasst die Flächenkategorien geeignete mit 299,5 ha und bedingt geeignet 1270,5 ha) • Bei ausschließlicher Nutzung der geeigneten Flächen würden 0,8 % des Strombedarfs 2050 gedeckt werden. • Ergebnis ist sehr variabel, da Flächen in Konkurrenz zur Windkraft und Biomasse stehen.
Solarthermie	Entspricht dem theoretischem PV-Potenzial (s.o.)	<p>Entspricht dem solarurbanen Flächenpotenzial (s.o.)</p> <p>Weitere Annahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarkollektoren mit durchschnittlichem Flächenertrag von 370 kWh/m² • Annahme einer langfristigen solaren Deckung von bis zu 27 % des angenommenen langfristigen Wärmebedarf von 25,3 Mio. MWh_{th} • Hierfür werden langfristig Dach- und Fassadenflächen von 18,4 Mio. m² benötigt. Damit stünden 27,6 Mio. m² bzw. 60 % des solarurbanen Flächenpotenzials für PV-Anlagen zur Verfügung
Biomasse	Nicht betrachtet	<p>Endogenes Biomassepotenzial (ohne Importe):</p> <ul style="list-style-type: none"> • private und kommunale biogene Reststoffe • Restabfallbehandlung entspricht 65 % an der gesamten Aufkommensmasse • nachwachsende Rohstoffe von holzigen und krautigen Pflanzen(teilen) • Übersicht vgl. S. 61 Tab.4.4 <p>Datengrundlage (ICU / Witzenhausen-Institut 2009)⁵</p>

⁵ Studie des Senats für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (2008): „Nutzung von Biomasse in Berlin“

		Anbau auf den Berliner Stadtgütern konnte zum Zeitpunkt der IÖW Studie noch nicht bewertet werden.
Wärmepumpen	<p>Theoretisch-technisches Potenzial für oberflächennahe Geothermie/Wärmepumpen (vgl. S. 63 ff):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzung auf Basis der Stadtraumtypen (s.o.) • Ausschließliche Nutzung Erdsonden • Gesteinsleitfähigkeit 2 W/mK • keine künstliche Wiedererwärmung • max. zwei Sonden pro Gebäude • Betriebszeitraum 30 Jahre • Mindestabstand von 15 m bei einer Sondentiefe von 100 m • Maximale Anzahl an Erdsonden 2.207.712 (vgl. S. 64 Tab.4.6) <p>Deckung von 81 % des Wärmebedarfs in Berlin 2050</p>	<p>Grundsätzlich gleiche Annahmen wie beim theoretischen Potenzial</p> <p>Theoretisch nutzbares langfristiges Potenzial 2050 entsteht durch Restriktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bauliche Einschränkungen (versiegelte Flächen): Reduktion des Potentials in diesen Gebieten um 30-50 % • Wasserschutzgebiete/Grundwasserschutz: Reduktion des Potentials um ca. 10-25 % • 20.600 GWh_{th} Entzugsleistung aus dem Untergrund angenommen • Industrie und Gewerbe, in dem auf Grund hoher Temperaturbedarfe der Einsatz von Wärmepumpen nur eingeschränkt möglich ist <ul style="list-style-type: none"> • Theoretisches Potenzial verringert sich um 40 % womit noch 49 % am hochgerechneten langfristigen Wärmebedarf in Berlin gedeckt werden können.
Tiefen Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr schwer abschätzbar, da verschiedene Studienergebnisse existieren • Volllaststunden von 2000 h/a • Insgesamt wird davon ausgegangen, dass 4 % des langfristigen Wärmebedarfs gedeckt werden können.

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	EEG-Vergütung, teilweise Herstellungskosten;
-----------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> •
Soziale Daten	<p>Akzeptanzfragen</p> <p>Die angegebenen bundesweiten Bedarfswerte 2050 des BMU-Leitszenario 2009 (BMU 2009) dienen als Basis zur Ermittlung der Berliner Energiebedarfswerte für 2050 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strombedarf 2050 ca. 9.390 GWh • Wärmebedarf 2050 ca. 25.310 GWh. (S.75)
Ökologische Daten	Landnutzung, Wasserschutz
Klimadaten	

Szenarien

Strom-Szenarien bis 2020		
Name	Referenzszenario	„Ausbau-Plus-Szenario“
Wind	<p>Berliner Stadtgebiet WEA</p> <ul style="list-style-type: none"> Keine Errichtung neuer Anlagen bis 2020 Es bleibt bei einer 2-MW-WEA, die 0,04% zum Strombedarf in 2020 beisteuert <p>Berliner Stadtgebiet KWEA</p> <ul style="list-style-type: none"> Vernachlässigbarer Ausbau <p>Berliner Stadtgüter</p> <ul style="list-style-type: none"> keine signifikanten planungsrechtlichen Änderungen bis 2020, daher kein Zubau bis 2020 konstant bei 75 GWh, was 0,6 % des für 2020 prognostizierten Strombedarfs entspricht 	<p>Berliner Stadtgebiet WEA</p> <ul style="list-style-type: none"> Zubau von 5 neuen 2MW-WEA 2020 insgesamt 17 MW mit 41.100 MWh, was 0,4 % des Strombedarfs in 2020 ausmacht <p>Berliner Stadtgebiet KWEA</p> <ul style="list-style-type: none"> Nicht betrachtet, jedoch mit Hinweis auf Voraussetzungen, um KWEA Ausbau zu fördern. S. 83 <p>Berliner Stadtgüter</p> <ul style="list-style-type: none"> Änderung der gesetzlichen Rahmenbedingungen Brandenburg (Ausweitung der Windneigungsgebiete) 2020 sind 50 % der ermittelten Ausbaupotenziale ausgeschöpft 2020 mit 122 MW und ca. 240.000 MWh 2,4 % des voraussichtlichen Strombedarfs 2020
PV	<p>Strombedarf 2020: 11.760 GWh Angenommene Wachstumsraten ab 2004 (Zeitpunkt EEG-Novellierung)</p> <p>Berliner Stadtgebiet</p> <ul style="list-style-type: none"> Jahre 2009-2020 mittlerer Zubau der Jahre 2004-2008 (1.563 kWp/a) Anlagenzubau überwiegend im privaten Bereich Anbieter- bzw. Installateursmarkt bleibt konstant 2020 können bei ca. 31.870 kWp installierter Leistung jährlich etwa 23.210 MWh erzeugt werden. S. 78ff <p>PV Stadtgüter</p> <ul style="list-style-type: none"> Umsetzung der Hälfte des von der Umweltplan Projekt 	<p>Berliner Stadtgebiet</p> <ul style="list-style-type: none"> (lineare) Trendfortschreibung der Zubauraten 2004-2008 2020 ca. 110.000 kWp mit 86.670 MWh Ab 2015 Netzparität zusätzlicher Anstieg der Zubauleistung um 10 % (2015) bis 35 % (2020, schrittweise Erhöhung um jährlich 5 %) 2020 124.600 kWp mit 99.000 MWh S. 78ff <p>PV Stadtgüter</p> <ul style="list-style-type: none"> vollständige Umsetzung des PV-Potenzials auf den als geeignet eingestuften Flächen (nach Umweltplan 2008) angenommen <p>81,6 MW mit 74.500 MWh</p>

	GmbH für die Berliner Stadtgüter GmbH ermittelten PV-Potenzials auf „geeigneten“ Flächen <ul style="list-style-type: none"> • 2020 40,8 MWp 37.240 MWh/a 	
Wasserkraft	Das Wasserkraftpotenzial ist in Berlin im Moment nicht wirtschaftlich erschließbar. Es sind außerdem keine technologischen Sprünge zu erwarten, daher wurde Wasserkraft nicht in den Szenarien betrachtet.	
Wärme-Szenarien bis 2020		
Name	Referenzszenario	Ausbau- Plus-Szenario
Gemeinsame Annahmen Gebäudebezogene Heizungssysteme (vgl. S.86 ff)	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung der Wirtschaftlichkeit (Berechnungsmethode Anhang 8.1) der EE-Anlagen (Kostendegression) • Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass in fast allen Wohngebäuden EE-Anlagen wirtschaftlich betrieben werden können. • 5 % jährliche Austauschrate der Heizungsanlagen im Bestand. (20 Jahre Lebensdauer) • Anlagenanzahl über Gebäudeanzahl abgeschätzt • Wärmebedarf 2050 ca.25.310 GWh. • Deckungsgrad von 50 % bei Nicht-Wohngebäuden • Bestand der Nicht-Wohngebäude: EE-Zubau nur in öffentlichen Gebäuden • Trotz Zunahme der Wirtschaftlichkeit von EE-Anlagen kein sprunghafter Anstieg (weiterhin diverse Restriktionen z.B. bauliche) <p>Tab. 5.5: S. 89 zeigt die Annahmen zu Maßnahmen zur Umsetzung des EE-Wärme-Gesetzes bei Neubauten in Berlin bis 2020 bezogen auf Ersatzmaßnahmen (z.B. EnEV Übererfüllung) und EE-Anlage nach Gebäudeart (z.B.MFH). Es wurden Annahmen zur Entwicklung der Neubauten bis 2020 übernommen von BEA 2009 nach Gebäudeart vgl S. 89 sowie der dazugehörigen Wärmebedarfe S. 90 Es wurden weitere hier jedoch nicht mehr aufgeführte spezifische Annahmen je nach Gebäudeart getroffen</p>	<p>EE-Anlagen steigen anteilig an den jährlich im Wohngebäudebestand ausgewechselten Heizungsanlagen stetig auf 40 %.</p> <p>Aufteilungs-Grundlage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bisher installierte Anlagen • Wirtschaftlichkeit • Eignung der Heizungssysteme für die jeweilige Nutzung (vgl. S. 88ff) <p>Es wurden diverse hier nicht mehr aufgeführte spezifische Annahmen je nach Gebäudeart getroffen</p>

	<p>Vergleich der Vollkosten in Wohngebäude beim Betrieb von Solarthermieanlagen (zusätzlich zu einem Heizungskessel)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deckungsgrad in Wohngebäuden bei Neubauten 15 % und im Bestand 10 % • Anstieg bis auf 5 % der neu installierten Anlagen im Bereich öffentlicher Dienstleistungen (Nicht-Wohngebäude) bis 2020 	<p>Annahmen zu den Anteilen der EE-Anlagen an den neu installierten Anlagen im Wohngebäudebestand 2020: EFH/ZFH: 8,0 % MFH: 13,3 % 20 % solare Deckung bis 2020 bei Neubauten</p> <p>In dafür geeigneten Stadtraumtypen (solarem Rahmenplan 2006) werden für 60 % der ausgetauschten Anlagen ab 2011 Solarkollektoren installiert. Für jeweils 5 % dieser Gebäude wird als Ersatzmaßnahme (EE-Wärme-Gesetz) der Einbau einer Biomasseanlage bzw. Wärmepumpe angenommen.</p>
Solarthermie	<p>Trendfortschreibung der Entwicklung der letzten Jahre: Durchschnittlicher Zubau der Jahre 2000-2008 (5.225 m² im Jahr) für den Zeitraum 2009-2020:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2020: Gesamtfläche von 125.000 m² und knapp 11.200 Anlagen • Anteil von rund 8 % der Anlagen auf MFH • 2020 rund 10.322 Anlagen auf Ein- und Zweifamilienhäusern und 858 Anlagen auf Mehrfamilienhäusern. • 2020 Erzeugung von 33,67 GWh/a solarer Wärme im Wohnbereich <p>zukünftiger Trend für Neubauten basierend auf EE-Wärme-Gesetz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bis 2020 werden in 20 % der neuen Einfamilienhäuser, in 30 % der Mehrfamilienhäuser und in 5 % der Nichtwohngebäude Solarthermieanlagen installiert sein • Da der Neubau nur einen kleinen Anteil am Bestand ausmacht, wird von einer Aufteilung von 30 % im Neubau und 70 % im Bestand ausgegangen. • Bis 2020 werden 0,2 % des gesamten 	<ul style="list-style-type: none"> • EFH/ZFH (Bestand): „stetiger Anstieg auf einen Anteil von 8 % an den ausgetauschten Anlagen; Anstieg der solaren Deckung von 10 % auf 15 % bis 2020.“ (S.104) • MFH (Bestand): „stetiger Anstieg auf einen Anteil von 13,3 % an den ausgetauschten Anlagen; Anstieg der solaren Deckung von 10 % auf 15 % bis 2020; Ausnahme: MFH, die nach solarem Rahmenplan weniger gut geeignet für Solarthermie sind. Für diese gilt: Ab 2011 werden bei 60 % der ausgetauschten Anlagen Solarkollektoren installiert und die solare Deckung liegt bei 15 %“. (S.104) • NWG (Bestand): „Ab 2013 ausgehend von 0,1 %, jährliches Marktwachstum von 30 %. Zudem wird für den öffentlichen Sektor analog zum Referenzszenario ein deutlicherer Ausbau der Solarthermie, diesmal jedoch auf 15 % der ausgetauschten Anlagen in 2020 angenommen Die solare Deckung steigt zudem von 10 % auf 15 % in 2020“. (S.104) • Neubauten: Solare Deckung steigt auf 20 % bis 2020.

	<p>Wärmebedarfs der Wohngebäude gedeckt</p> <p>Nichtwohngebäudebereich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0,75 % des Wärmebedarfs werden durch Solarthermieanlagen gedeckt (vgl. S. 103) • Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeitsentwicklung • Ausbau beschränkt sich auf öffentliche Gebäude und entspricht 5% der neu installierten Anlagen bis 2020 <ul style="list-style-type: none"> • Im NWG-Bereich werden insgesamt 64,96 GWh/a an solarer Wärme erzeugt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insgesamt wird hier eine solare Wärmeleistung von 274,70 GWh/a jährlich bereitgestellt. Dies entspricht einem Anteil an 0,7 % des gesamten Wärmebedarfs in 2020.
<p>Biomasse</p>	<p>Entsprechend der Anlagenleistung wurde eine Aufteilung der Anlagen, die über BAFA und KfW gefördert wurden, auf die Gebäudetypen vorgenommen, in denen sie installiert sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pelletanlagen und Scheitholzvergaserkessel in Ein- und Zweifamilienhäusern – Hackschnitzelanlagen < 100 kW_{th} in Mehrfamilienhäusern – Hackschnitzelanlagen > 100 kW_{th} in Nichtwohngebäuden <p>Zubau der modernen Biomassekessel durch EE-Wärmegesetz; Unterscheidung Neubauten/Bestand und Gebäudetyp</p> <p>Installierte Biomasseheizanlagen im Neubau 2006-2020:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EFH/ZFH :10% der Verpflichtungen (EE-Wärme-Gesetz 2008) über Biomasseanlage • NWG: 17,5 % der Verpflichtungen über Biomasseanlagen • Warmwasser- und Heizungsbedarf zu 100 % abgedeckt durch Biomasseanlagen • Bis 2008 wurde angenommen, dass die Anlagen zu 30 % im Neubau und zu 70 % im Bestand installiert wurden. • Entwicklung bis 2020 vgl. Tab. 5.7 S. 92 <p>Gebäudebestand:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EFH/ZFH: 10 % der Heizkessel, die ohnehin 	<p>Ausbau für den Neubau entspricht dem Referenzszenario</p> <p>forcierter Ausbau in Bestandsgebäuden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 40 % der jeweils in dem Jahr auszutauschenden Heizkessel durch EE-Anlagen, d.h.: <ul style="list-style-type: none"> ○ EFH/ZFH: 16,0 % ○ MFH: 13,3 % • Biomasse deckt 100 % des Wärmebedarfs der jeweiligen Gebäude • Vgl. Tab. 5.12: S96 Installierte Biomasseheizanlagen im Wohnbereich im Gebäudebestand 2006- 2020 und die jeweilige Wärmebereitstellung auf S. 97 Tab. 5.13 <p>Förderstatistiken des Marktanzreizprogramms Datengrundlage zur Ermittlung der installierten Anlagen (ausgenommen Einzelfeuerstätten)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einsatz Feuerstätten konstant bis 2020

	<p>ausgetauscht werden müssen, werden durch Biomasseanlagen ersetzt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • MFH: Angenommene Quote von 2% • Vgl. Tab. 5.8 Installierte Biomasseheizanlagen im Gebäudebestand 2006-2020 auf S. 93 • Kein Zubau im Bestand/Trendentwicklung nicht ableitbar <p>Berechnung des Brennstoffbedarfs der Anlagen im EFH/ZFH und MFH:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10% der Anlagen sind Kombianlagen (Biomasse- und Solarthermie) • Deckungsrate von 10 % für Solarthermieanlagen • Energie besteht zur Hälfte aus Pellets und zur anderen Hälfte aus Scheitholz/Hackschnitzel <p>→ Bedarf an 34.000 t Pellets und 43.000 t Scheitholz/Hackschnitzel.</p>	
<p>Geothermie/ Wärmepumpen</p>	<p>Trendfortschreibung S. 105:ff</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung von Neubaugenehmigungen für Ein- und Mehrfamilienhäuser 2008 bis 2009 <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ausgegangen wird von einem Anteil von ca. 55-60 % Sole/Wasser-Wärmepumpen, 35-40 % Luft-Wärmepumpen und 1-5 % Wasser/Wasser-Wärmepumpen aus • Zeitraum 2010-2020: 26 % der Heizungssysteme in neuen EFH und knapp 10 % der Heizungssysteme in neuen MFH • Gebäudebestand: Es wird angenommen, dass 37 % aller neuen Wärmepumpen im Bestand installiert werden. <p>Referenzentwicklung S. 107 ff</p> <ul style="list-style-type: none"> • 45 % der neu gebauten Einfamilienhäuser (1.747 Einfamilienhäusern pro Jahr) mit Wärmepumpen als Heizungssystem 	<p>Wohngebäudebestand S.105 ff:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anteil an Wärmepumpen an den ausgetauschten Heizungssystemen im Bestand wird durch unterstützende Maßnahmen auf 16 % in EFH und auf 13,3 % in MFH im Jahr 2020 gesteigert. • MFH: ab 2011 werden bei 5 % der ausgetauschten Anlagen Wärmepumpen installiert. <p>→ insgesamt 21.673 Wärmepumpen installiert, die mit einer Wärmebereitstellung von 669,02 GWh_{th} (2,9 % des Gesamtwärmebedarfs im Wohnbereich im Jahr 2020) und einem Strombedarf von 174,7 GWh_{el} einhergehen (bzw.157,2 GW_{el} bei höherer Energieeffizienz)</p> <p>Nichtwohngebäude S.105ff:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2011 0,1 % der Bestandsanlagen durch Wärmepumpen ersetzt und bis 2020 eine jährliche Zunahme um 30 % festgelegt.

	<ul style="list-style-type: none"> • Anteil an Wärmepumpen in neu errichteten MFH von 10 % (139 neu errichteten Gebäuden pro Jahr) • In 17,5% der neu errichteten Nichtwohngebäude werden Wärmepumpen errichtet • Deckungsgrad 50 % • Durch jährlichen Zubau von 565.400 m² Wohnfläche kommt demnach jährlich eine Wärmebereitstellung 4,5 GWh_{th} durch Wärmepumpen hinzu. • Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Wärmepumpensysteme (Sole/-Wasser- und Luft-Wärmepumpen) berücksichtigt (S.108) • Sonderstromtarif wird beibehalten (Hinweis, dass sich das mit zunehmender Wirtschaftlichkeit ändern kann) <p>→ Wohngebäudebereich: 2020 Insgesamt 18.000 Anlagen mit einer Wärmebereitstellung von etwa 445 GWh (s. Abb. 5.6) bzw. einem Anteil von 1,8 % am gesamten Wärmebedarf der privaten Haushalte</p> <p>→NWG kein Zuwachs</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wärmepumpensysteme bis 2020: 60 % Sole/Wasser-Wärmepumpen, 35% Luft-Wärmepumpen, 5 % Wasser/Wasser-Wärmepumpen. • Tiefen Geothermie spielt keine Rolle 	<p>→ Wärmebereitstellung im Nichtwohngebäude-Bestand von 11,91 GWh_{th} im Jahr 2020; inklusive Neubau beläuft sich die Bereitstellung auf 61,31 GWh_{th} (bei einem Strombedarf von 14,4-16 GW_{el}).</p> <p>→ 1,9 % des Gesamtwärmebedarfs im Jahr 2020 mit einem Strombedarf von ca. 190,7 GW_{el}</p> <p>Tiefen Geothermie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiefen Geothermie Anlage der Gasag errichtet mit Wärmeleistung von 2,5 MW <ul style="list-style-type: none"> ○ Volllaststundenzahl von 8000 h ○ jährlich ab 2013 20 GWh_{th} • sowie eine weitere 5-MW Anlage , die im Neubaubereich (Wohngebäude) zur Anwendung kommt <ul style="list-style-type: none"> ○ 3000 Volllaststunden pro Jahr ○ 15 GWh_{th} Wärme jährlich • Strombedarf: 1093 MWh_{el} pro Jahr
Selbsteinschätzung Szenario	konservative Annahmen – keine Steigerung der Volllaststundenzahl bzw. der Durchschnittswerte	
Energieeinsparung	<ul style="list-style-type: none"> • Effizienzsteigerung bei z.B. (Gas)Wärmepumpen, um deren Strombedarf zu senken (s. Kapitel 2.5.1); Dieser könnte sich um 10% verringern 	
Emissionsminderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet
Anteil EE Elektro	<ul style="list-style-type: none"> • Zielwert 30 % EE im Strommix bis 2020 • Anteil am gesamten Stromverbrauch 2020: 11,3 % (bereits abzüglich Wärmepumpenstrom und mit Biomasse-HKW Klingenberg) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zielwert 40 % EE im Strommix bis 2020 • Anteil am gesamten Stromverbrauch 2020: 16,8% (bereits abzüglich Wärmepumpenstrom/Tiefen Geothermie und mit Biomasse-HKW Klingenberg)

Anteil EE Wärme	<ul style="list-style-type: none"> • 2,5 % des gesamten Wärmebedarfs • Anteil am gesamten Wärmeverbrauch ohne Klingenberg: 5,8% (vgl. S. 120) 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % des gesamten Wärmebedarfs • Anteil am gesamten Wärmeverbrauch (ohne Klingenberg): 10,4 (vgl. S. 121)
Anteil EE Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet
Anteil EE an PEV/EEV	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet
Kostenentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Kostendegression z. B. bei PV und Solarthermie • Einbezogen in die Wirtschaftlichkeitsberechnung 	
Technologische Innovationen	<ul style="list-style-type: none"> • Im Rahmen der Erläuterung der Maßnahmen zur Erschließung der Potenziale bis 2020 (vgl. Kap. 6; S. 123 ff) wird sich auf Forschung und Entwicklung sowie daraus resultierenden Innovationen bezogen 	
Soziale Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Verhaltensweisen berücksichtigt z.B. Wärmepumpen 	<ul style="list-style-type: none"> • Politische Fördermaßnahmen
Wirtschaftliche Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeitsberechnung 	

Schlussfolgerungen

Potenziale: Bei den hier ermittelten langfristig möglichen EE-Ausbauentwicklungen handelt es sich um eine Einschätzung theoretisch-technischer Potenziale bis 2050 (vgl.Tab. 4.8; S: 75).Grundlegend war hier die Annahme, dass sich einige elementare Infra- und Gebäudestrukturen noch nicht vollständig verändert haben bzw. erneuert wurden. Gleichzeitig wurde auf die Problematik des großen Zeitrahmens hinsichtlich der Strompreisentwicklung hingewiesen. Änderungen würden die Potenzialwerte beeinflussen. Die ermittelten Größen sind in die Szenario Betrachtung mit eingeflossen.

Die Gesamtschau der Szenarioergebnisse für Strom und Wärme (S.119 ff) zeigt, dass der EE-Ausbau im „Ausbau-Plus-Szenario“ stärker forciert wird basierend auf der Schaffung von optimistischeren Rahmenbedingungen. Die in Kapitel 6 diskutierten technologiespezifischen Maßnahmen sind Handlungsempfehlungen zur Realisierung der Ausbau-Plus-Szeanrioziele.

BB⁶: Studie A [IÖW 2012]

„Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg 2030 Erschließbare technische Potenziale sowie Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte – eine szenariobasierte Analyse“

[IÖW 2012]

Herausgeber: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

Ziel der Studie

Die veränderten Rahmenbedingungen in Brandenburg (vgl. S11) führen dazu, dass die ursprüngliche Zielsetzung der Energiestrategie 2020 aus dem Jahr 2002 für 2030 nur erreicht werden kann, wenn entsprechende Änderungen im Energiesystem Brandenburg vorgenommen werden. Die Studie untersucht, welche Rolle Erneuerbare Energien dafür im Jahr 2030 spielen können. „Die Untersuchung gliedert sich dabei in zwei Teile: im ersten Teil werden die erschließbaren EE-Potenziale bis zum Jahr 2030 dargestellt, im zweiten Teil werden die daraus resultierenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte ermittelt.“ (S.11)

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2012
Autoren, Institution	Mark Bost, Timo Böther, Dr. Bernd Hirschl, Sebastian Kreuz, Anna Neumann, Dr. Julika Weiß Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
Auftraggeber	Greenpeace e. V., Hamburg
Finanzierungsquelle	privat
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Brandenburg
Zeitraumen	Bis 2030
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie, Wärme, Mobilität
Modellierte Nachfragesektoren	Wärmenachfrage der Haushalte
Betrachtete Technologien	Wärmebereich: Biomasse, Wärmepumpen, oberflächennahe Geothermie, Solarthermie, Biogas, Deponie- und Klärgas. Strom: Wind, PV, Biomasse, Wasserkraft, Geothermie, (konventionelle Stromerzeugung)
Wirtschaftlicher Fokus?	Ja
Sozialer Fokus ?	Akzeptanzfragen

⁶ Brandenburg

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisches Potenzial	Erschließbares Potenzial 2030
Wind	<p>Literaturbasierte Potenzialermittlung sowie zusätzliche eigene Abschätzungen der Autoren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Restriktionsgebiete (Gebiete mit Konfliktpotenzial beim Aufbau WEA z.B.: Siedlungsgebiete usw.) aus Potenzialbetrachtung ausgeschlossen. (Aufschlüsselung S. 66) - GIS-basierte Raumanalyse Brandenburgs identifiziert eine Fläche von 1.500 km², für die kein oder nur geringes Konfliktpotenzial bei Errichtung WEAs angenommen werden kann 	Über Szenarien ermittelt EE-50BK und EE-OBK
PV	<p>Literaturbasierte Potenzialermittlung sowie zusätzliche eigene Abschätzungen der Autoren. Auflistung der einzelnen in der Literatur ausgewiesenen Potenziale in Tab. 3.15 auf S. 71</p> <p>Freiflächenanlagenpotenzial</p> <ul style="list-style-type: none"> • theoretisches Flächenpotenzial je nach Studie 20.000 ha oder 6.561 ha <p>Dachflächenpotenzial: 20 % der Dachflächen erschließbar, abzgl. Solarthermie (439 ha): 3.561 ha</p> <p>Fassaden und Gebäudeflächen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet <p>Verkehrs-Randstreifen-Potenzial</p> <ul style="list-style-type: none"> • EEG-vergütete PV-Freiflächen von 110 m Breite, die längs an Autobahnen oder Schienenwegen liegen. • Überschlags-Rechnungen (Ann.: 3 ha/ MWp, 900 kWh/(kWp-a)): • 20 % des Autobahnnetzes (795 km [D]) werden beidseitig für PV erschlossen: 3.498 ha • Erschließung von 10 % des Eisenbahnnetzes (2.490 km): 5.478 ha • Solar-Carports: Jeder 10te der 1,3 Mio. Personenkraftwagen wird mit 8 m² PV überdacht: 105 ha 	Über Szenarien ermittelt EE-50BK und EE-OB
Wasserkraft	Literaturbasierte Potenzialermittlung (S.73)	Über Szenarien ermittelt EE-50BK und EE-OBK

	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr geringes Potenzial • Studien im Auftrag der Landesregierung weisen ein Potenzial von 0,3 PJ für die Wasserkraft aus (Landesregierung Brandenburg 2008; Seefeldt et al. 2007; LUA 2007)⁷ ➔ Studienergebnisse werden auch in dieser Studie übernommen 	
Solarthermie	<ul style="list-style-type: none"> • Abschätzung über die zur Verfügung stehenden 200 Mio. m² Dachfläche Brandenburgs, davon eignet sich ein Fünftel zur solaren Energiegewinnung. • spezifische Wärmebereitstellung: 445 kWh/m² <p>Restriktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reihe von Gebäuden nur bedingt zur Nutzung geeignet (insbesondere Nichtwohngebäude) • Nutzungskonkurrenz PV • Ein Wärmeanteil von mehr als 30 % über Solarthermie nur unter günstigen Rahmenbedingungen oder mit Hilfe großer Speicher realisierbar • Nicht sonderlich gut geeignet zur Bereitstellung von Prozesswärme (S.53ff) 	Über Szenarien ermittelt EE-50BK und EE-OBK
Wärmepumpen	<ul style="list-style-type: none"> • Günstige geologische Situation und große Flächenverfügbarkeit • Nutzung eingeschränkt in dicht besiedelten Gebieten • Übernahme des MLUV nur ein theoretisches Potenzial (S.53ff) 	Über Szenarien ermittelt EE-50BK und EE-OB
Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> • Die Erschließbarkeit sowie das exakte technische Potenzial, der an sich gigantischen Stromerzeugungs-Potenziale des Norddeutschen Beckens im Exajoule-Bereich, lassen sich derzeit kaum abschätzen. Wenn Potenzial quantifiziert wird, dann zumeist als reine Wärmequelle • Je nach Quelle liegt das Potenzial zwischen 30 und 300 PJ. (S.53ff) 	
Biomasse	<ul style="list-style-type: none"> • Literaturbasierte Potenzialermittlung (szenariounabhängig) mit eigenen Abschätzungen der Autoren*Innen. Die zentralen Biomassestudien sind aufgelistet auf S. 47. Hervorzuheben ist die Biomassestrategie Brandenburgs von 2010 als Datengrundlage. • endogenes Biomassepotenzial (ohne Importe) (Vgl. S. 46 ff) • nach Art und Herkunft untersucht: 	

⁷ Landesregierung Brandenburg (2008b): Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg, Umsetzung des Beschlusses des Landtages, DS 4/2893-B, vom 18. Mai 2006. Hrsg.: Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg.

Seefeldt, Friedrich, Jutta Struwe und Marco Wünsch (2007): Grundlagen für die Fortschreibung der Energiestrategie Brandenburg.

Prognos AG. http://www.energie.brandenburg.de/media_fast/bb1.a.2865.de/prognos_EnergiestrategieBB_Endbericht.pdf.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Holzartige Biomasse ○ landwirtschaftliche Biomasse auf insgesamt 30 % der Ackerfläche (insgesamt größter Anteil am Potenzial), zuzüglich Agrarholz; Nutzung von Stilllegungsflächen bis auf 3 %, die ungenutzt bleiben ○ Biogene Reststoffe (eher untergeordnete Rolle) <ul style="list-style-type: none"> ● Bezüglich der Verwendung wird angenommen, dass der größte Teil künftig als aufbereitetes Biogas in das Gasnetz eingespeist wird, sodass dieses verbrauchernah sowohl thermisch als auch elektrisch verwendet werden kann. ● Wirkungsgrade von 45 % thermisch und 38 % elektrisch angenommen. ● Feste Biomasse wird größtenteils in hoch effizienten Hackschnitzel- oder Pelletfeuerungen thermisch (92 % Wirkungsgrad) oder in Biomasseheizkraftwerken thermisch/ elektrisch (48/ 37 % Wirkungsgrad) genutzt. <p style="margin-left: 40px;">➔ Das erschließbare Potenzial in 2030 entspricht aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit der endogenen Biomassepotenziale bereits den technischen Potenzialen. (S48)</p> <p style="margin-left: 40px;">➔ Bis 2020 vollständige Erschließung des Biomasse-Potenzials</p>
--	---

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	z.B. EEG-Vergütung
Soziale Daten	Akzeptanzfragen
Ökologische Daten	Landnutzung, Bewertung von Restriktionsgebieten
Klimadaten	

Szenarien

	„ambitionierter Ausbau erneuerbarer Energien, minus 50% Braunkohle“ (EE-50BK)	„Energiewende“ bzw. „sehr ambitionierter Ausbau Erneuerbarer Energien minus 100% Braunkohle“
Name	Es wird davon ausgegangen, dass die Braunkohleverstromung bis 2030 um 50 % verringert wird.	Es wird von einem kompletten Ausstieg aus der Braunkohleverstromung bis 2030 ausgegangen.
Strom-Szenarien		
Wind	<ul style="list-style-type: none"> ● Umsetzung der Ausbauziele der Energiestrategie 2020 ● Bis 2015 unterdurchschnittlicher Zubau von etwa 241 MW/a (im Vergleich zum durchschnittlichen Ausbau der 10 Jahre zuvor.) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Insgesamt fällt in diesem Szenario der Ausbau um 30 % höher aus als im Szenario EE-50BK, sodass 2020 etwa 9 GW Leistung installiert sind.

	<ul style="list-style-type: none"> • im Zeitraum 2020–2030 wird dann der durchschnittliche Ausbau der letzten 10 Jahre mit etwa 403 MW/a sogar leicht überschritten werden. • Bedeutung des Repowering vor allem im Zeitraum 2015–2025 (Großteil des Anlagenbestands ist dann älter als 25) • im Zeitraum 2010–2020: <ul style="list-style-type: none"> ○ 85 % des Ausbaus durch Repowering • Zeitraum 2020–2030 etwa 59 % <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Hälfte aller Anlagen mit einem Alter von mehr als 15 Jahren wird durch modernere ersetzt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ab 2020 wird der Zubau im Vergleich zum Szenario EE-50BK um 50 % gesteigert. • Ausweisung neuer Großwindparks von bis zu 8 GW • Schaffung der notwendigen Netzinfrastruktur wird vorangetrieben • Repowering: <ul style="list-style-type: none"> ○ 65 % bis 2020. ○ 39 % für 2020–2030
PV	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung der Ausbauziele der Energiestrategie 2020 (d.h. eine solare Energieerzeugung von 11 PJ/a (3.056 GWh/a)) • Ausgehend von 2010 fehlt eine Erzeugungskapazität von ca. 8,6 PJ • Es bedarf einer zu installierenden Leistung von 2,6 GWp bzw. 260 MWp pro Jahr bis 2020 • Bis 2030 wird diese Zubaurate beibehalten 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 % höherer Zubau als in EE-50BK und somit bis 2030 etwa 6.113 MW
Wasserkraft	<ul style="list-style-type: none"> • Bis 2020 wird das Energiestrategieziel erreicht – eine Verdopplung des derzeitigen (2010) Ausbaus auf 0,2 PJ • Kein Zuwachs 2020-2030 	<ul style="list-style-type: none"> • vollständige Erschließung der Potenziale bis 2030
Tiefengeothermie	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet 	<ul style="list-style-type: none"> • bis 2020 5 % (19 MW bzw. 0,55 PJ bei 8.000 Volllaststunden) erschlossen • 2030 10 % (85 MW bzw. 2,45 PJ) erschlossen
Wärme-Szenarien (Technologie übergreifend)		
gebäudebezogenen Wärmebereitstellung	<p>Kein Unterschied zwischen den Szenarien, da Braunkohle hier keine hervorgehobene Rolle spielt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzungen des Gebäudebestands und dessen Wärmebedarf • Annahmen zum Anteil der EE-Heizungen an den im Jahr 2030 neu installierten Heizungen im Gebäudebestand <ul style="list-style-type: none"> ○ EZFH: Biomasse 20%; Wärmepumpen: 60%; Solarthermie: 60% ○ MFH: Biomasse 30%; Wärmepumpen: 50%; Solarthermie: 80% ○ NWG: Biomasse 30%; Wärmepumpen: 60%; Solarthermie: 30% 	

	<ul style="list-style-type: none"> • EE-Wärmeerzeugung [PJ] im Gebäudebestand (Baualter bis 2010) <ul style="list-style-type: none"> ○ EZFH Biomasse 2,48; Wärmepumpen: 8,84 ; Solarthermie: 2,12 ○ MFH: Biomasse 1,69; Wärmepumpen: 1,05; Solarthermie: 0,56 ○ NWG: Biomasse 2,91; Wärmepumpen: 3,71; Solarthermie: 0,32 • Annahmen zum Anteil der EE-Heizungen an den von 2020 bis 2030 installierten Heizungen in Neubauten <ul style="list-style-type: none"> ○ EZFH: Biomasse 5%; Wärmepumpen: 80%; Solarthermie: 90% ○ MFH: Biomasse 30%; Wärmepumpen: 50%; Solarthermie: 90% ○ NWG: Biomasse 30%; Wärmepumpen: 60%; Solarthermie: 30% • EE-Wärmeerzeugung [PJ] in Neubauten (Baualter ab 2011) <ul style="list-style-type: none"> ○ EZFH: Biomasse 0,17; Wärmepumpen: 2,77; Solarthermie: 0,73 ○ MFH: Biomasse 0,00; Wärmepumpen: 0,00; Solarthermie: 0,00 ○ NWG: Biomasse 0,49; Wärmepumpen: 0,70; Solarthermie: 0,05 • Wärmepumpen-Strombedarf von 4,40 PJ. • Durch konventionelle Biomasseheizungen würden im Jahr 2030 weitere 1,61 PJ EE-Wärme dezentral bereitgestellt.
Prozesswärme	<p>Kein Unterschied zwischen den Szenarien, da Braunkohle hier keine hervorgehobene Rolle spielt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenziale von Solar- und Geothermie nicht additiv zu sehen, da sie im selben Temperaturbereich einsetzbar sind. • Solare Prozesswärme bis zu einem Temperaturniveau von rund 100°C; Mittel- bis langfristig wird angenommen, dass ein Potenzial bis zum Temperaturbereich von 250°C erreichbar ist. • Prozesswärmebedarf von 1.800 PJ • Prozesswärme aus Wärmepumpen: Bis zu 80°C bei zweistufigem Betrieb und bis max. 75°C im einstufigen Betrieb • Tiefen Geothermie: Einsetzbar im Bereich der Niedertemperaturwärme <p>Übertragung der bundesweiten Anteile an Niedertemperatur-Prozesswärme von 30 % auf Brandenburg: 2030 15,2 PJ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarwärme und Wärmepumpen stellen jeweils 10 % der Niedertemperatur-Prozesswärme in 2030 mit kontinuierlichem Wachstum ab 2015 • Tiefen Geothermie: Wachstumsbeginn 2020 bis schließlich 5 % der Niedertemperaturwärme in 2030

	<ul style="list-style-type: none"> • Anteil an Biomasse gering, da sie eher im Bereich gebäudebezogene Wärmebereitstellung eingesetzt wird. Biomasse: 0,58 PJ Prozesswärme • Prozesswärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien in Höhe von 5,36 PJ in 2030, womit er unter dem Wert von 2010 liegt. <p>Genauere Aufteilung der EE-Bereitstellung an der Prozesswärme vgl. S.60 Tab 3.9</p>	
Fernwärme	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl der angeschlossenen Gebäude im Gebäudebestand bleibt konstant • Anteil der Fernwärme an der Prozesswärme bleibt konstant • Kein Anschluss von Neubauten ab 2020 (sinkender Wärmebedarf) <ul style="list-style-type: none"> ➔ Daraus resultiert insgesamt ein Rückgang der Fernwärmeabnahme von 300 % bis 2030 auf 10,74 PJ. • Rückgang der Nachfrage wirkt sich zuerst rückläufig auf die Braunkohlefernwärmenachfrage aus • Wärmemenge aus Müll und Biomasse aus dem Jahr 2010 konstant bis 2030 • Umbau oder ein Rück- und Neubau von Wärmenetzen <p>Tab. 3.10 zeigt Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern für das Szenario</p> <ul style="list-style-type: none"> • resultierende Wärmemenge bereits übererfüllt, wenn entsprechend der Pläne der Landesregierung in der Energiestrategie 2 PJ aus tiefer Geothermie zur Verfügung gestellt werden und die Fernwärmeerzeugung aus Gas konstant bleibt. • Rückgang der gasbasierten Fernwärme auf 3,02 PJ (von 4,86 PJ 2010) • Solarthermie: ein Anteil von 1 % an der Fernwärme bis 2020 wird als wirtschaftlich angesehen sowie ein Anteil von 10 % bis 2050 als erreichbar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl der angeschlossenen Gebäude im Gebäudebestand bleibt konstant • Anteil der Fernwärme an der Prozesswärme bleibt konstant • Kein Anschluss von Neubauten ab 2020 (sinkender Wärmebedarf) <ul style="list-style-type: none"> ➔ Daraus resultiert insgesamt ein Rückgang der Fernwärmeabnahme von 300 % bis 2030 auf 10,74 PJ. • Rückgang der Nachfrage wirkt sich zuerst auf rückläufig auf die Braunkohlefernwärmenachfrage aus • Wärmemenge aus Müll und Biomasse aus dem Jahr 2010 konstant bis 2030 • Umbau oder ein Rück- und Neubau von Wärmenetzen <p>Tab. 3.10 zeigt Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern für das Szenario</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensiver Ausbau EE • Für das Szenario EE-0BK wird angenommen, dass bis 2030 ein Anteil von 5 % an der Fernwärme durch Solarthermieanlagen bereitgestellt wird. • Ausbau der tiefen Geothermie schreitet weiter voran und bis 2030 wird insgesamt eine Wärmemenge von 4 PJ bereitgestellt. • gasbasierte Fernwärmeerzeugung von

		5,57 PJ und damit eine leichte Zunahme gegenüber 2010.
Selbsteinschätzung Szenario	PV Szenario EE-50BK wird bereits als sehr ambitioniert eingeschätzt	
Energieeinsparung	Die Variante „Effizienz“ (Reduktion des Endenergiebedarfs bis 2030 um 15 % gegenüber 2010) orientiert sich bis 2020 an den Zielen der Landesregierung, darüber hinaus an bundesweiten Trendabschätzungen. Die Variante „Effizienz plus“ (Reduktion um 36 % gegenüber 2010) geht von einer deutlich stärkeren Reduktion aus. (S. 11/12)	
Emissionsminderungen	Nicht betrachtet	Nicht betrachtet
Anteil EE Elektro	Im Strombereich kann bis 2030 ein EE-Anteil von 52–80 % an der Stromerzeugung realisiert werden (vgl. Abb. 3.3, S. 76)	
Anteil EE Wärme	31,62 % in 2030	33,73 % 2030
Anteil EE Mobilität		
Anteil EE an PEV/EEV	Nicht betrachtet	Nicht betrachtet
Kostenentwicklung	Ja	Ja
Technologische Innovationen	Ja	Ja
Soziale Entwicklung	Demographische Faktoren bei der gebäudebezogene Entwicklung der Wärmebereitstellung, Wohnungsmarktprognosen des BBSR bis zum Jahr 2025	
Wirtschaftliche Entwicklung	Ja	Ja

Schlussfolgerungen

Bis 2030 kann ein EE-Anteil von 52–80 % an der Stromerzeugung realisiert werden. Ein Braunkohleausstieg ist möglich, ohne dass Brandenburg seine Rolle als Stromexporteur aufgeben muss. Die Potenzialerschließung setzt einen ambitionierten EE-Ausbau voraus. Vor allem für die Windkraft sollten neue Eignungs- oder Vorranggebiete ausgewiesen werden, was aber auch für PV gilt. „Es zeigt sich insgesamt, dass trotz der merklichen Unterschiede der beiden Szenarien im Bereich der Fernwärmebereitstellung der gesamte Anteil der EE-Wärme in beiden Szenarien recht nahe beieinander liegt, da in Folge des Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung lediglich im Bereich der Fernwärme ein stärkerer EE-Ausbau angenommen wurde. Insgesamt kann ein Anteil von 38 % bzw. 40 % EE am prognostizierten Gesamtwärmebedarf 2030 erzielt werden, wenn auch das in das Gasnetz eingespeiste Biogas berücksichtigt wird.“ (vgl. S. 63)

BB: Studie B [BTU 2011]

„Fortführung der Studie zur Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Brandenburg“ [BTU Cottbus 2011]

Herausgeber: Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Ziel der Studie

Die Studie untersucht die Netzintegration von Erneuerbaren Energien in Brandenburg. Es wird eine Prognose zur Leistungseinspeisung aus EEG-Anlagen bis zum Jahr 2020 erstellt. Es handelt sich hierbei um eine Fortführung der Studie zur „Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Brandenburg“.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2011
Autoren, Institution	Prof. Dr. Ing. Harald Schwarz, Prof. Dr. Ing. Klaus Pfeiffer, Dipl. Ing. André Fuchs, Dipl. Ing. Tobias Porsinger, Dipl. Ing. (FH) Alexander Feige; BTU Cottbus in Kooperation mit 50Hertz Transmission GmbH, envia Verteilnetz GmbH, E.ON edis AG, WEMAG Netz GmbH
Auftraggeber	im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Brandenburg
Zeitraumen	Prognose für 2015 und 2020 ausgehend vom Ist-Stand des Stichtages 31.12.2009
Art des Zeitrahmens	Transformationspfad mit den Jahren 2015 und 2020
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie
Modellierte Nachfragesektoren	
Betrachtete Technologien	Wind, PV, Biomasse
Wirtschaftlicher Fokus?	EEG-Vergütung
Sozialer Fokus?	Nein

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Grundlagen der Prognose 2015 und der Prognose 2020
Wind	<ul style="list-style-type: none">• Ermittelt wurde die Leistung aus WEA basierend auf den gültigen Windeignungsgebieten zum Stichtag: 31.12.2009.• Keine WEA Errichtung außerhalb der zum Zeitpunkt des Stichtags ausgewiesenen (vgl. S. 6 ff). Windneigungsgebiete <p>Relevante Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lage, Gesamtfläche• Bebauungsstand• Nutzbare Restfläche• Repowering <ul style="list-style-type: none">• Datengrundlage: Bezogen aus Regionalen Planungsgemeinschaften• Die Ergebnisse wurden für die einzelnen Planungsgemeinschaften

	aufgeschlüsselt
PV	<p>Prognosen für die installierte Leistung von Photovoltaik Freiflächenanlagen (vgl. S. 12-15): Grundlagen der Prognose PV-Freiflächenanlagen (vgl. S. 12-14):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Flächenpotenzial basiert vor allem auf Tagebauflächen sowie Konversionsflächen • Die Photovoltaik-Freiflächenanlage der Firma Juwi in der Lieberoser Heide diente als Grundlagen für die Ermittlung der Flächenlasten von 32,5 W/m² • Flächenpotenzial für Photovoltaik-Freiflächenanlagen: 20.000 ha Ergebnisse aufgeschlüsselt nach den Versorgungsgebieten der Netzbetreiber <p>Grundlagen der Prognose für PV auf Dachflächen (vgl. S. 15-17):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prognoseansatz über die Einwohnerzahl • Berücksichtigt wurden Dachanlagen mit einer installierten Leistung von unter 200 kW • Auswertung der Bestands- und Anmelde Daten für Photovoltaik-Dachflächenanlage • Es wurde eine Gleichverteilung der installierten Photovoltaik-Leistung beruhend auf der Einwohnerzahl jeder Gemeinde, jedes Amtes und jeder kreisfreien Stadt zugrunde gelegt. • Datengrundlage: Bezogen aus den regionalen Planungsgemeinschaften Stand 31.12.2009 • Ergebnisse aufgeschlüsselt nach den Versorgungsgebieten der Netzbetreiber
Biomasse	<p>Grundlagen der Prognose (vgl. S: 17ff):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfahren zur Biomasseverstromung durch regenerative Blockheizkraftwerke • Keine Unterscheidung von Biogas und Biomasse • Nutzung von 20 % des Ackerlandes zum Biomasseanbau • Nutzung von 10 % des Dauergrünlandes zum Biomasseanbau • Nutzung des Güllepotenzials aus der Viehhaltung • Datengrundlage: Statistische Amt Brandenburg <p>Ergebnisse für die Prognose zur Biomasseverstromung, aufgeteilt auf die Netzbetreiber. → Die installierte Leistung über ganz Brandenburg ist in etwa gleichverteilt.</p>

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	EEG Vergütung
Soziale Daten	Demographie
Ökologische Daten	Flächennutzung
Klimadaten	Flächendaten Statistikamt des Landes, Daten der regionalen Planungsgemeinschaften

Szenarien

Name	Prognose 2015	Prognose 2020
Wind	<p>Auffüllen der nutzbaren Restflächen der noch unbebauten Windeigungsgebiete, die im Durchschnitt, so angenommen, bis zum Jahr 2015 vollständig bebaut sein werden</p> <p>Einbezug des technischen Fortschritts</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zeitabschnitt 2010/11 2 MW / WEA mit einer Flächenlast von 25 W/m² 2. Zeitabschnitt 2012/13 2,5 MW / WEA mit einer Flächenlast von 30 W/m² 3. Zeitabschnitt 2014/15 3 MW / WEA mit einer Flächenlast von 35 W/m² <p>Es wird davon ausgegangen, dass jeweils ein Drittel der zur Verfügung stehenden Restfläche in jedem Zeitabschnitt bebaut wird</p> <p>Prognose wurde zweimal durchgeführt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Restflächenpotenzial nach Angaben der regionalen Planungsgemeinschaften 2. Basierend auf dem theoretischen Restflächenpotenzial (um ca. 1.000 MW größer) 	<ul style="list-style-type: none"> • Szenarioschwerpunkt ist das Repowering nach §30 EEG • Auswertung aller Bestandswindenergieanlagen • Baut auf der Prognose für 2015 auf <p>Zeitabschnitt 2016 bis 2020:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leistungszuwachs der Windenergie ausschließlich über Repowering <p>Repowering-Ansatz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlagen Leistungsbereich (100 - 1.000) kW und Errichtung vor dem Jahr 2000. (Es ist möglich WEA von einem Windneigungsgebiet ins andere zu versetzen.) • Repowering wird bis zum Jahr 2020 vollzogen sein. <p>Prognose wurde zweimal durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restflächenpotenzial nach Angaben der regionalen Planungsgemeinschaften • Basierend auf dem theoretischen Restflächenpotenzial (um ca. 1.000 MW größer)
PV	<p>Photovoltaik-Freiflächenanlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ca. 20.000 ha, die bis 2015 zu 25 % verbaut sind <p>Prognose für PV- Dachanlagen:</p>	<p>Photovoltaik-Freiflächenanlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Da nicht genau bestimmt werden kann, welche Flächen bebaut werden, wurde ein Gleichverteilungsansatz gewählt, d.h. jeder Fläche (insgesamt 20.000 ha) wird eine 50 %ige Bebauung bis zum Jahr 2020 zugewiesen. <p>Prognose für PV- Dachanlagen:</p>

	Bis zum Jahr 2015 wird eine installierte Leistung von 400 W pro Einwohner prognostiziert	Bis zum Jahr 2020 wird eine installierte Leistung von 600 W pro Einwohner prognostiziert
Biomasse	2015: 11.810 MW (rund 77 % des Biomassepotenzials ist installiert)	2020: 14.571 MW (das Biomassepotenzial ist vollständig ausgeschöpft)
Selbsteinschätzung Szenario	Nicht bewertet	Konservative Einschätzung des gewählten Repoweringansatzes (vgl. S.8) sowie der Hinweis auf hohe Sensitivität bei der Prognose.
Energieeinsparung	Nein	Nein
Emissionsminderungen	Nein	Nein
Anteil EE Elektro	Keine Angaben	Keine Angaben
Anteil EE Wärme	Keine Angaben	Keine Angaben
Anteil EE Mobilität	Keine Angaben	Keine Angaben
Anteil EE an PEV/EEV	Keine Angaben	Keine Angaben
Kostenentwicklung	Rückgang der EEG-Vergütung verringert den Anreiz z.B. PV-Freiflächenanlagen zu installieren	
Technologische Innovationen	Ja	Ja
Soziale Entwicklung	Demographie	Demographie
Wirtschaftliche Entwicklung	Entwicklung der EEG-Vergütung	Entwicklung der EEG-Vergütung

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass die Windenergie in Brandenburg die dominierende Technologie ist und zukünftig bleiben wird. Aufgrund des großen Flächenpotenzials werden auch die zukünftigen Einspeisungen aus Photovoltaik-Freiflächenanlagen signifikant sein. Die Entwicklung der Photovoltaik-Dachflächenanlagen verzeichnet ebenfalls eine deutliche Zunahme, was vor allem für Mittel- und Niederspannungsnetze relevant ist. Die Biomasseverstromung hat den geringsten Anteil an der EEG-Summenleistung in Brandenburg. Außerdem werden Schwerpunktregionen in Brandenburg herausgearbeitet (vgl. S. 19-20). Des Weiteren sei darauf hingewiesen, dass die Studie den Bedarf an Netzausbau und den dazugehörigen Investitionsbedarf sowie geeignete Speichertechnologien für den Einsatz in Stromnetzen in Brandenburg behandelt.

M-V⁸: Studie A [EUB 2011]

“Landesatlas Erneuerbare Energien Mecklenburg-Vorpommern 2011” [EUB 2011]

Herausgeber: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern

Ziel der Studie

Ziel ist es, nach dem Aktionsplan Klimaschutz M-V (2010)⁹ mit seinen Aussagen zur Steigerung der Energieeffizienz, in diesem Landesatlas Erneuerbare Energien nun das technische Potenzial der Erneuerbaren im Land nach den potenzial-analytischen Annahmen des Energie-Umwelt-Beratung e.V. abzuschätzen, kartographisch darzustellen und somit nach aktuellem Kenntnisstand die obere Grenze des Ausbaus zu identifizieren. Dabei soll die große Bedeutung der EE für M-V klar herausgestellt werden.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2011
Autoren, Institution	Energie-Umwelt-Beratung e.V./Institut Rostock, Geothermie Neubrandenburg GmbH
Auftraggeber	Siehe Herausgeber
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche Abdeckung	Bundesland Mecklenburg- Vorpommern
Zeitraumen	Bis 2020
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie, Wärme
Modellierte Nachfragesektoren	Haushalte
Betrachtete Technologien	Solar-, Wind-, Wasser-, Bioenergie, oberflächennahe - und Tiefengeothermie, Deponie- und Klärgas, Abfallverwertung
Sozialer Fokus ?	lokaler Wärmebedarf wurde als begrenzender Faktor der Energiebereitstellung z.B. aus KWK betrachtet.

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisches Potenzial
Wind	<u>onshore</u> : Es wurde eine mittlere Leistung von 2 MW pro Windenergieanlage (WEA) durch Effizienzsteigerung/Repowering angenommen. 2.100 WEKA sollen auf eine Fläche von etwa 15.000 ha installiert werden (aktuell ausgewiesen sind 9.146 ha). Die Volllaststunden werden mit 2000 h/a angenommen. <u>offshore</u> : 799 WEA sind bereits heute in den geplanten offshore-Projekten mit einer Gesamtleistung von ca. 3.890 MW bewilligt. Die angenommenen Volllaststunden liegen bei 3.500 h/a. (Vgl. S. 13ff)

⁸ Mecklenburg-Vorpommern

⁹ Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern (2010): „Aktionsplan Klimaschutz Mecklenburg-Vorpommern“, Referat Klimaschutz, Emissionshandel, Ökobilanzen

PV	<p>Für die PV-Potenzialermittlung wurde 1kW_p^{10} pro 7 m^2 Modulfläche angenommen und $6,6\text{ Mio. m}^2$ nutzbare Fläche auf Wohngebäude-Dächern ermittelt. $10,2\text{ Mio. m}^2$ existieren auf Nichtwohngebäude-Dächern, 4 Mio. m^2 sind an Fassaden nutzbar und $2,1\text{ Mio. m}^2$ auf Freiflächen. Volllaststunden wurden in Höhe von 800 h/a angenommen.</p> <p>In Nutzungs-Konkurrenz zu den betrachteten Flächen steht Solarthermie. (Vgl. S.17f)</p>
Solarthermie	<p>Anhand des Gebäude-Wärmebedarfs der Abnehmer, der vorhandenen, nutzbaren Flächen, der Sonneneinstrahlung und des solarthermischen Nutzungsgrads wurde dieses technische Potenzial ermittelt. (Vgl. S. 36f)</p>
Bioenergie	<p><u>Biomasse:</u> Aus dem Potenzial an Waldrest-, Energie-, Restholz, Holzresten aus der Garten- und Landschaftspflege (GaLa), Energieholz und Getreidereststroh wurde mit einer anteiligen Nutzung der Ressourcen das technische Biomasse-Potenzial ermittelt.</p> <p><u>Biogasanlagen:</u> Wirtschaftsdünger, Silomais, Grünmasse bezogen von Grünland, Grünschnitt aus GaLa und GPS¹¹-Roggen werden in Biogasanlagen genutzt. (Eine Berechnung lautet bspw. 170.000 Rinder mit täglich $1,05\text{ m}^3$ Biogasertrag je Rind und Tag, ergeben pro Jahr 65 Mio. m^3. Davon werden 60% gesammelt, wobei 5% Transportverluste angenommen werden. Daher können 37 Mio. m^3 Biogas pro Jahr genutzt werden mit einem Energieinhalt von $21,8\text{ MJ/m}^3$.) Die mittlere Volllaststundenzahl der Bioenergie liegt bei 6.200 h/a. (Vgl. S. 21ff)</p>
Wasser	<p>Ca. 470 km Flussnetz aus Ostseezuflüssen und 325 km aus Nordseezuflüssen wurden bemessen. An 150 Standorten kann somit in Zukunft eine elektrische Leistung von $P_{el}=3,5\text{ MW}$ installiert werden. Mit einer Volllaststundenzahl von 4.000 h/a beträgt das Potenzial bereitgestellter Energie 14 GWh/a. (Vgl. S. 19f)</p>
Geothermie	<p>Für die geothermische Nutzung des Untergrunds ist eine Porosität der potenziellen Nutzaquifere¹² von mehr als 20% des Gesteins und eine Mächtigkeit größer als 20 m notwendig. Diese Tiefengeothermie soll ausschließlich zur grundlastfähigen Wärmeversorgung in Heiznetzen dienen, wobei die geothermische Heizleistung je Erschließung nicht unter 3 MW_{th} liegen soll.</p> <p>Nach Einwohnerzahl (EW) werden folgende Volllaststunden des Geothermiekraftwerks angenommen: $5-10\text{ tsd. EW} = 5.000\text{ h}$ $10-50\text{ tsd. EW} = 6.000\text{ h}$ $> 50\text{ tsd. EW} = 7.000\text{ h}$</p>
Oberflächen-nahe Geothermie	<p>Angenommen wird im Untergrund ein geothermischer Wärmestrom von $0,05\text{ W/m}^2$ bezogen auf eine Landesfläche von etwa 23.200 km^2. Dies ergibt rein rechnerisch eine nachströmende Wärmemenge i.H.v. 14 TWh/a.</p> <p>Außerdem ist eine gespeicherte Wärme des Bodens nutzbar. Bis 100 m Tiefe sind das 32 kWh/m^2 Landesfläche. $185\text{ km}^2 (= 10\%)$ der Siedlungs- und Verkehrsflächen seien somit erschließbar. (Vgl. S. 38f)</p>
Deponie- und Klärgas	<p>Ein Ausbau der Deponiegasanlagen ist nicht zu erwarten, da deponieren von Abfall-Aufkommen seit 2005 unzulässig ist. Daher werden die „Ist-Anlagen“ betrachtet. Außerdem hat der Ausbau der geeigneten Klärwerke ($> 10.000\text{ EW}$) in der Klärgasnutzung ein Ausbaupotenzial. (Vgl. S. 40f)</p>

¹⁰ Kilowatt_peak - siehe Erläuterung im Glossar

¹¹ Ganzpflanzensilage

¹² Grundwasserleiter

Industrierest- und Altholz	Das Aufkommen von 230.000 t Altholz pro Jahr wird geschätzt über das Aufkommen pro Kopf bei fortlaufender demographischer Entwicklung. Industrierestholz wird auf etwa 650.000 t geschätzt. Dies setzt sich zusammen z.B. aus Reststoffen der Holzwerkstoffindustrie, Sägewerken, der Möbelindustrie, sowie dem Holzgewerbe. (Vgl. S. 42f)
Abfall	Das Aufkommen von Siedlungsabfällen wird mit 234 kg/(EW*a) angenommen. Aufgeteilt wird er in einfachen Siedlungsabfall (HW ¹³ =8 MJ/kg), Ersatzbrennstoff ¹⁴ (HW=13 MJ/kg) und in sonstige Abfälle aus den Sortieranlagen (HW=10 MJ/kg). (Vgl. S. 44f)

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	Ausbau des Erneuerbare Energien (EE)-Wärmegesetz als Antriebsmotor für EE-Wärme, lokaler Wärmebedarf als begrenzender Faktor des Potenzials, Daten des Netzbetreibers 50Hertz Transmission GmbH
Soziale Daten	Demographischer Wandel und geringerer Bedarf durch Effizienzsteigerung
Ökologische Daten	Landnutzung durch Kategorisierung der Landesfläche

Schlussfolgerungen

Die technischen Potenziale des Bundeslandes wurden in dieser Studie transparent herausgestellt und abgeglichen mit den Daten aus dem Aktionsplan Klimaschutz M-V (2010). Die Potenziale der EE im Land sind umfassend, das Wissen zum Ausbau der Nutzungsmöglichkeiten besteht und ein Fortfahren nach den wirtschaftlichen Möglichkeiten des Landes wird empfohlen.

¹³ Heizwert

¹⁴ vorbehandelte, heizwertreiche Abfallfraktion

M-V: Studie B [Uni Rostock 2013]

“Netzstudie M-V 2012” [Uni Rostock 2013]

Herausgeber: Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern (M-V)

Ziel der Studie

Ziel der Studie ist die Feststellung des Netz-Ausbaubedarfs der elektrischen Infrastruktur im Land M-V. Dazu wird das Ausbaupotenzial der Erneuerbaren Energieträger im Land bestimmt und in verschiedenen Szenarien auf die Notwendigkeit von Netzausbau untersucht.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2013
Autoren, Institution	Prof. Dr. Ing. H. Weber, Dipl.-Ing. A. Holst, Dipl.-Wirt.-Ing. P. Kertscher Institut für Elektrische Energietechnik Universität Rostock
Auftraggeber	Siehe Herausgeber
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche Abdeckung	Bundesland Mecklenburg-Vorpommern (M-V) mit den Regionen: Rostock, Westmecklenburg, Mecklenburgische Seenplatte und Vorpommern
Zeitraumen	1995-2025
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie
Modellierte Nachfragesektoren	Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Wind, PV, Bioenergie, Sonstige (Wasser, Deponie-, Klär und Grubengas, Abfallverbrennung, Geothermie-Kraftwerke)
Wirtschaftlicher Fokus?	Netzausbaukosten werden betrachtet
Sozialer Fokus ?	Akzeptanz durch die Bevölkerung am Netzausbau wird einbezogen, sowie die demographischen Prognosen an der jeweiligen, regionalen Entwicklung validiert

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisches Potenzial
Wind	<u>onshore:</u> Die Verdopplung des Wind-Vorrang und Eignungs- (V-E) Gebiets des aktuellen Raumentwicklungsplans „RREP 2014“ wird von 13.500 auf 27.000 ha angenommen. Repowering der Alt-Anlagen (bis auf durchschnittlich 4 MW je WEA in 2025), sowie eine optimierte Bebauung der V-E Gebiete soll mit folgenden Mindestabständen zwischen den Anlagen umgesetzt werden: 3-facher Rotordurchmesser und bei südwestlicher Hauptwindrichtung 5-facher Rotordurchmesser <u>offshore:</u> Ausbau bis auf 6,4 GW installierter Leistung in 2025 (S.14ff)

PV	<p>Anhand der vorhandene Flächen aus der GIS-Analyse ergibt sich folgendes Potenzial: 1.411 MW_p auf Dach- und Gewerbeflächen (Ein- und Mehrfamilienhäuser, sowie Gewerbe- und Industrieflächen), 476 MW_p auf Konversionsflächen (ehemalige Militärstandorte, ungenutzte Flugplatzflächen, geschlossene Deponien und ehemals befestigte Brachen der Landwirtschaft), wobei je Flächengröße eine definierte installierte Leistung angenommen wurde.</p> <p>935 MW_p sollen an Autobahnen & Schienenwegen installierbar sein, wobei eine Konkurrenz zu Solarthermie-Anlagen besteht (Vgl. S.18ff)</p>
Biomasse	<p>Betrachtet werden bei der Bioenergie lediglich Anlagen, die Elektroenergie ins Netz einspeisen. Zukünftig werden mehr KWK-Anlagen betrieben, da reine Verstromung nicht mehr EEG-vergütet werden wird. Bioenergie soll danach anhand der Entwicklung des Wärmebedarfs ausgelegt werden und wird im Land leicht rückläufig bei ca. 20 TWh/a prognostiziert. Bioenergie-KWK-Anlagen (ca. 750 kW) sollen an Wärmenetze (in Bioenergiedörfern wie z.B. Ivenack) angeschlossen sein. Biomasse soll zu 2/3 und Biogas zu 1/3 den zukünftigen Wärmebedarf decken. Perspektivisch werden zunehmend KWK-Anlagen (5-20 MW aus Holz und Getreidestroh) in Stadt-Umland-Allianzen an Fernwärmenetze angeschlossen. Eine Steigerung der Volllaststundenzahl von heute 6.200 h/a auf 7.200 h/a in 2025 wird angenommen. Auf die Nutzungskonkurrenz zu Nahrungs- und Futtermittelanbau der Landwirtschaft wird hingewiesen. (S.21ff)</p>
Sonstige	<p>Es wird der bisherigen Entwicklung entsprechend eine durchschnittliche, jährliche Steigerung der installierten Leistung um 2 % angenommen.</p>

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	EEG Vergütung der Erneuerbaren Energien wird betrachtet.
Soziale Daten	Eine Wärmebedarfsanpassung durch Effizienzmaßnahmen, Urbanisierung und Bevölkerungsabnahme spielt mit in die Betrachtung.

Szenarien

Name	Mittleres Szenario	Oberes Szenario
Wind	<p><u>onshore:</u> Vergleichbare Widerstände und Hemmnisse des Ausbaus (z.B. durch Bevölkerung, Genehmigung) im Vergleich zur bisherigen Entwicklung führt zu halbiertes Neuausweisung</p> <p><u>offshore:</u> Geplanter Ausbau der genehmigten Windparks</p>	<p><u>onshore:</u> Ausweisung neuer V-E Gebiete nach Zielen der Landesregierung bis zur Verdopplung (damit Lockerung der Ausschlusskriterien)</p> <p><u>offshore:</u> Geplanter Ausbau der genehmigten Windparks</p>
PV	<p>Dachflächen: Sättigung des Ausbaus auf 30 % des Flächenpotenzials, Konversionsflächen: Insgesamt 51 Anlagen entstehen (mit 2 MW_p bei Konversionsfläche>25 ha, 3 MW_p bei Konversionsfläche>50 ha, 3 MW_p bei Abbaufäche>50 ha, 5 MW_p bei Abbaufäche>100 ha) Autobahnen & Schienenwege: Kategorisierung und prozentualer Zubau (S.19ff)</p>	<p>Dachflächen: Sättigung des Ausbaus auf 40 % des Flächenpotenzials, Konversionsflächen: Insgesamt 80 Anlagen entstehen (2 MW_p bei Konversionsfläche>20 ha, 3 MW_p bei Konversionsfläche>40 ha, 3 MW_p bei Abbaufäche>40 ha, 5 MW_p bei Abbaufäche>80 ha) Autobahnen & Schienenwege: Kategorisierung und 10 % höherer, prozentualer Zubau (S.19ff)</p>
Biomasse	Ausbau mit Hemmnissen (z.B. durch Bevölkerung, Genehmigung) führt zu ca. 25 % weniger elektrischer Anschlussleistung als im Oberen Szenario	Ausbau anhand der Wärmebedarfsdeckung in Fernwärmenetzender Städte und Netzen von Bioenergiedörfern
Selbsteinschätzung Szenario	Entwicklung mit gewissen Widerständen z.B. durch die Bevölkerung gegen Netzausbau	Optimistische Entwicklung der Erneuerbaren Energien nach dem Plan der Landesregierung
Energieeinsparung	Wärmebedarf sinkt im Haushalt um 2 TWh/a auf 9 TWh/a, GHD bzw. Industrie bleibt konstant bzw. steigt um 1 TWh/a	Vgl. mittleres Szenario
Kostenentwicklung	Minimierung der Erzeugungskosten zur Elektroenergiebereitstellung durch Modell optimiert, Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) wurde untersucht, Notwendigkeit neuer Umspannwerke (UW) gegeben, Netzausbau → ca. 0,9 Mrd. € Investition seien im Land notwendig	Vgl. mittleres Szenario, jedoch ist bereits früher ein größerer Netzausbaubedarf vorhanden, netzbetreiberübergreifende Anschlusskonzepte werden erforderlich, 25 von 79 UW benötigen eine höhere Kapazität bzw. müssen durch zusätzliche UW entlastet werden, HS-Netzausbau → ca. 1,5 Mrd. € seien im Land notwendig

Technologische Innovationen	Das elektrische Netz wird vorwiegend in Freileitungsbauweise ausgebaut. Aufgrund großer, lokaler regenerativer Erzeugungsleistung kann durch separate Netzstrukturen kostengünstige und weniger redundante Netzstruktur möglich sein	Vgl. mittleres Szenario
-----------------------------	--	-------------------------

Schlussfolgerungen

Die Netzstudie legt konkrete Simulationsergebnisse vor und bewertet diese bezogen auf das elektrische Netz im Land, aber auch auf Schnittstellen zu anderen Energieformen hin. Es wird davon ausgegangen, dass bezogen auf den Bedarf im Jahre 2025 in M-V die 4- bis 5-fache Menge an Elektroenergie bereit steht. Bleiben die konventionellen Energieträger weiter im bisherigen Umfang am Netz, sogar die 5- bis 6-fache Menge. Export und somit auch der Netzausbau steigen dadurch stark an. Die Überdeckung der Last gipfelt dann in Überschussspitzen von bis zu 13 GW_{el}. Eine intensive und integrative Nutzung wird daher z.B. durch Umwandlung in Wärme, Klimatisierung, Mobilität und Pufferung durch Energiespeicher empfohlen.

M-V: Studie C [MW-MW 2009]

„Gesamtstrategie Energieland 2020“ [MW-MV 2009]

Herausgeber: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern

Ziel der Studie

In dieser Studie soll ein essentieller Beitrag zum Energie- und Klimaprogramm (IEKP¹⁵) der Bundesregierung bis 2020 geleistet werden. Die weitere Erschließung der Erneuerbaren Energien (EE) im Land steht dabei neben wirtschaftlichen Kenndaten im Vordergrund. Es geht um die Überprüfung der konkreten Ziele:

- Verdopplung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität gegenüber 1990,
- Erhöhung des Kraft-Wärme-Kopplungs (KWK)-Anteils an der Stromerzeugung auf 25 %,
- Erhöhung der EE-Anteile am Endenergieverbrauch (EEV) auf: Elektroenergie 25 – 30 %, Wärme 14 %, Kraftstoffe 17 %
- Minderung der CO₂-Emissionen um 36 bis 40 % gegenüber 1990

(Vgl. S.2).

In der Studie werden des Weiteren verschiedene Szenarien zur Erreichung der Ziele untersucht.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2009
Autoren, Institution	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus M-V
Auftraggeber	Siehe Herausgeber
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Mecklenburg-Vorpommern
Zeitraumen	2005-2020
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie, Wärme, Mobilität
Modellierte Nachfragesektoren	Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Wind, PV, Bioenergie, Sonstige (Wasser, Deponie-, Klär und Grubengas, Abfallverbrennung, Geothermie-Kraftwerke)
Wirtschaftlicher Fokus?	gesamtwirtschaftliche Primärenergieproduktivität
Sozialer Fokus ?	Investitionen im sozialen Sektor (z.B. Wohnungsbau oder Verkehr)

¹⁵ Integriertes Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung
<http://www.bmwi.de/DE/Service/gesetze,did=254040.html>

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Prognose zum Ausbau der EE bis 2020
Wind	<p><u>onshore:</u> Es wird von einer sukzessiven Neuausweisung von Wind Vorrangs- und Eignungs- (V-E) Gebieten im Raumentwicklungsprogrammen (RREP) ausgegangen. Außerdem wird von einem Repowering und einer Volllaststundenzahl von 1590 h/a ausgegangen.</p> <p><u>offshore:</u> Die drei beantragten Windparks mit insgesamt 79 WindKraftAnlagen (WKA) werden bis zum Prognosezeitpunkt umgesetzt, wobei Volllaststunden i.H.v. 3500h/a angenommen werden.</p>
PV	Die Volllaststunden belaufen sich für PV auf 840 h/a. Potenziale besonders im Stadtraum können z.B. mittels Dünnschicht-PV erschlossen werden.
Biomasse	24 % des PrimärEnergieVerbrauchs (PEV) solle 2020 durch Biogas, Biotreibstoff und Biofestbrennstoff gedeckt werden. Deponie- und Klärgas sind damit eingeschlossen. Biogas wird vorwiegend aus Wirtschaftsdünger und Mais gewonnen und Biofestbrennstoffe aus forstwirtschaftlicher Energiebiomasse. Außerdem entstammt Biofestbrennstoff aus Stroh, Getreideganzpflanzen, Energieholz und Energiegräsern.
Geothermie	Vgl. Landesatlas EE-MV 2011 ¹⁶
Wasserkraft	Mit 2,68 MW wird das Wasserkraftpotenzial bereits heute als ausgeschöpft angenommen.

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	BIP, EEV, Endenergieproduktivität, Wertschöpfungsketten
Soziale Daten	Angestelltenzahlen
Ökologische Daten	Entwicklung der CO ₂ Emission
Klimadaten	CO ₂ Bilanz (Energie- CO ₂ -Bericht Mecklenburg-Vorpommern 2007)

¹⁶ Landesatlas Erneuerbare Energien Mecklenburg-Vorpommern (2011), Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus,
Energie-Umwelt-Beratung e.V./ Institut Rostock, Geothermie Neubrandenburg GmbH

Szenarien

Name	Basisszenario	Effizienz-Szenario	Szenario EE-high
Wind	Ausbau der bereits genehmigten Anlagen	Steigerung auf ca. die 6fache Energiebereitstellung bis 2020	Steigerung auf über die 6fache Elektroenergiebereitstellung bis 2020 (von 1.774 auf 10.137 GWh)
PV	Ausbau der genehmigten Anlagen bis auf 50 MW in 2020	Steigerung auf ca. die 3fache Energiebereitstellung bis 2020	Steigerung auf über die 3fache Elektroenergiebereitstellung bis 2020
Biogasnutzung	Nutzung der genehmigten Anlagen	Steigerung auf ca. die 6fache Energiebereitstellung bis 2020	Steigerung auf über die 6fache Elektroenergiebereitstellung bis 2020 (von 112 auf 598 GWh)
Sonstige EE	Nutzung der genehmigten Anlagen	Steigerung auf ca. die 1,5 fache Energiebereitstellung bis 2020	Steigerung auf über die 1,5 fache Elektroenergiebereitstellung bis 2020
Selbsteinschätzung Szenario	„Weiter so“, Ohne wesentliche Änderungen	Moderater Ausbau der EE	Ambitionierte Zielvorstellungen
Energieeinsparung	Keine besonderen Einspar-Ambitionen, Gesamt-EEV steigt von 140 PJ in 2010 auf 161 PJ in 2020	Da bereits hohe Energieeffizienz, nur moderate Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität/-Effizienz nach Möglichkeiten im Land. Gesamt-EEV steigt von 134 PJ in 2010 auf 151 PJ in 2020	Komplette Umsetzung des IEKP mit enthaltenen Vorgaben der EU und des Bundes. Gesamt-EEV steigt von 134 PJ in 2010 auf 139 PJ in 2020
Emissionsminderungen			Nach IEKP Minderung der CO ₂ -Emissionen um 36 bis 40 % bis 2020
Anteil EE Elektro	25-30 %	67 % - Steigerung um das 5fache (von 2.206 auf 11.264 GWh)	67 % - Steigerung um das 5fache (von 2.206 auf 11.264 GWh)
Anteil EE Wärme		Anstieg auf ca. 2,5 fache	Anstieg um das 2,5 fache von 2,7 auf 7,0 PJ
Anteil EE Mobilität		Anstieg auf 2,8 fache	Anstieg um das 2,8 fache von 2,5 auf 7,0 PJ
Kostenentwicklung			Höhere Differenzkosten als bei anderen durch Förderung zur Verringerung des CO ₂ Ausstoßes
Soziale Entwicklung	Rückgang der Bevölkerung auf 1,6 Mio.	steigende Arbeitsplatzzahlen in der EE-Industrie auf ca. 3.000,	steigende Arbeitsplatzzahlen in der EE-Industrie auf über 3.000,

		Rückgang der Bevölkerung auf 1,6 Mio.	Rückgang der Bevölkerung auf 1,6 Mio.
Wirtschaftliche Entwicklung	Wirtschaftswachstum um 2 %	Wirtschaftsmotor EE, Klimaschutz, Wirtschaftswachstum um über 2 %	Wirtschaftsmotor EE, Klimaschutz Wirtschaftswachstum um über 2 %

Schlussfolgerungen

Auch in dieser Studie steht die Elektroenergiebereitstellung aus EE im Vordergrund, wobei ebenfalls auf Wärme- und Treibstoffbereitstellung, Energie-Effizienz und –Produktivität, sowie wirtschaftliche Kenngrößen eingegangen wird. Die getroffenen Annahmen der modellierten Sektoren sind kurz dargestellt und die Ergebnisse der Simulationsrechnungen im Anhang tabellarisch übersichtlich dargestellt.

M-V: Studie D [EUB 2013]

„Potenzialabschätzung der Erneuerbaren Energien in Mecklenburg-Vorpommern mit Bilanzen und Nutzbarkeit.“ [EUB 2013]

Herausgeber: Landkreis Nordwestmecklenburg

Ziel der Studie

In dieser Studie wird eine Auswertung von Potenzialanalysen zu Erneuerbaren Energien im Bundesland vorgenommen. Hierbei werden die Erschließ- und Umsetzbarkeiten der Potenziale betrachtet. Wertschöpfungsketten sollen analysiert werden und der Politik als Entscheidungs- und Handlungsempfehlungen dienen.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2013
Autoren, Institution	Dr.-Ing. F. Grüttner , M.Sc. B. Hartmann, Dipl.-Ing E. Heinrich (EUB e.V.)
Auftraggeber	European Regional Development Fund – RES-Chains
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Mecklenburg Vorpommern
Zeitraumen	Ab 2012 bis 2020
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie, Wärme
Modellierte Nachfragesektoren	Haushalte
Betrachtete Technologien	Wind, Solare Nutzung, Bioenergie, oberflächennahe und tiefe Geothermie, Wasserkraft
Wirtschaftlicher Fokus?	Investitions- und Betriebskosten, Amortisationszeit, EEG-Vergütung
Sozialer Fokus?	Einwohnerdichte, Akzeptanz des Raumbedarfs für EE, Energiebedarfswerte je Einwohner

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial
Wind ¹⁷	<p><u>onshore:</u> Die mittlere, elektrische Leistung beträgt zukünftig 2 MW je Windenergieanlage (WEA) und wird erreicht durch Effizienzsteigerung bzw. Repowering. 2.100 WEAs werden auf eine Fläche von ca. 15.000 ha installiert. (aktuell ausgewiesen sind 13.500 ha) Hierbei wird eine Volllaststundenzahl von 2000 h/a angenommen.</p> <p><u>offshore:</u> 799 WEA in den bisher geplanten Projekten werden mit einer installierten Gesamtleistung von ca. 3.890 MW errichtet, wobei die angenommenen Volllaststunden 3.500 h/a betragen.</p>	

¹⁷Annahmen aus Landesatlas M-V 2011

PV ¹⁸	<p>Es wird von einer installierten Leistung von $P_{el}=1kW_p$ pro 7,5 m² Modulfläche ausgegangen, wobei 6,6 Mio. m² nutzbare Fläche auf Wohngebäude-Dächern identifiziert wurden. 10,2 Mio. m² auf Nichtwohngebäude-Dächern und, 4 Mio. m² an Fassaden sind neben 2,1 Mio. m² auf Freiflächen ebenfalls verfügbar. Volllaststunden werden i.H.v. 800 h/a angenommen. Es besteht jedoch eine Flächenkonkurrenz mit Solarthermieanlagen in Bezug auf Dachflächen.</p>	<p>Die Wirtschaftlichkeit wird mittels Investitionskosten der Neuinstallation (Annahmen: Modulpreis: 800 €/kW_p, Installation: 220€/kW_p, Wechselrichter: 2.000 €, optionale Installation eines Speichers, laufende Kosten 2 % der Gesamtinvestition) und Platzbedarf der EE, sowie einer Ertragsprognose betrachtet. Die Vergütung der eingespeisten Energie beträgt nach EEG 2012:</p> <ul style="list-style-type: none"> - für Freiflächenanlage keine Förderung außer an Bahnlinien, - für Aufdach-Anlagen wird Strom mit 19,5 ct/kWh vergütet <p>(Vgl. S. 78f)</p>
Solarthermie		<p>Die Wirtschaftlichkeit wird statt über den Mehrertrag zu den Investitionskosten, durch Vergleich zu konventionellem Heiz- Systemberechnet. Aus Investitionskosten und Brennstoffeinsparungen, wodurch sich ein Amortisationszeit von etwa 25 Jahren errechnet. Etwa so lang wird auch die Betriebszeit angenommen.</p>
Biogas	<p>Geeignete Biomassen zur Biogas-Produktion sind bspw. Wirtschaftsdünger von Rindern und Schweinen, Silomais und GPS¹⁹- Roggen. Biogas besitzt einen Energiegehalt von 5,0-7,5 kWh/m³. Eine Fläche von 10 % der Äcker wird als für Bioenergie nutzbar angenommen. Außerdem der Dung von 1,2 Mio. Rindern/Schweinen. Ein elektrischer Wirkungsgrad der BHKW von 35-40 % wird angenommen. Die BHKWs werden mit einer Volllaststundenzahl von 6.200 h/a (Vgl. S. 38ff, S. 73ff)</p>	<p>Es wird eine Untersuchung der Wirtschaftlichkeit/ Rentabilität durch Investitionskosten der Neuinstallation, Inflation, Platzbedarf der EE und die Energiequelle (z.B. Energiemais) durchgeführt. Die Preisstabilität und Flexibilität des Substrats, die Technologiereife, sowie eine Ertragsprognose in Konkurrenz zu bestehenden Anlagen wird durchgeführt. Die Vergütung der eingespeisten Energie wird mit 12 ct/kWh für Anlagen mit 500 kW_{el}²⁰ erhoben und sinkt nach EEG 2012 jährlich um 2 %. (Vgl. S. 61 ff)</p>

¹⁸ Annahmen aus Landesatlas M-V 2011

¹⁹ Ganzpflanzensilage

²⁰ Laut Studie eine übliche Größe

Tiefe Geothermie	<p>Die Tiefe eines nutzbaren Aquifers²¹ wird mit der Voraussetzung bestimmt, dass die Temperatur der Wärme an der Lagerstätte größer als 60 °C sei. Gute hydraulische Voraussetzungen im Aquifer mit einer Permeabilität größer 500 mD, einer Nutzporosität größer 20 % und einer Aquifermächtigkeit größer 20m mit einer großräumiger Verbreitung werden als notwendig angesehen. Die thermische Leistung der Kraftwerke liegt bei 1 - 50 MW_{th}. Auch Petrothermale²² Geothermie kann mittels hohen Drucks nutzbar gemacht werden. Künstlich erzeugter Risse werden dabei im Gestein erzeugt. Je nach Nutzerzahl wird eine Volllaststundenzahl i.H.v.:</p> <p>5-10 tsd..... h EW = 5</p> <p>10-50 tsd..... h EW = 6</p> <p>>50 Tsd. EW = 7 Tsd. h Angenommen. (vgl. S.20)</p>	<p>Die Investitionskosten inkl. Planung, Bohrung und Bau liegen bei 1.500 bis 3.000 €/kW_{th}. Die EEG Vergütung für bereitgestellten Strom liegt bei 25 ct/kWh (mit 5 ct Bonus für Petrothermale Geothermie). Wärme wird mit einer 2 ct/kWh Vergütung angenommen. Für die Wärmebereitstellung wird ein stabiler, lokaler Wärmedarf für z.B. Thermalbädern oder Wäschereien in räumlicher Nähe angenommen. (Vgl. S. 85f)</p>
Oberflächennahe Geothermie	<p>Relativ geringe Temperaturdifferenzen bei Bohrtiefen bis 100m eignen sich vor allem zur Beheizung und Kühlung. Im Untergrund wurde eine konstante Temperatur von 10 °C angenommen. Die zur Raumbeheizung notwendige Wärmepumpe weist dabei eine Betriebsstundenzahl von 1.800 h/a auf. (vgl. S.21f)</p>	<p>Investitionskosten: Eine Wärmepumpe (WP) wird mit ca. 10.000 € angenommen, die Kosten einer Bohrung kostet 80-150 € je Meter Bohrtiefe (ergibt 4.000-7.500 €). Elektroenergie in Sonderkondition für WP fällt mit ca. 23 ct/kWh ins Gewicht. Verglichen wird dabei mit Erdgas für eine Heizung mit 6 ct/kWh. Für einen wirtschaftlichen Betrieb muss die WP eine Jahresarbeitszahl von mindestens 4 aufweisen. Auch eine Kombination von PV-Anlage in Kombination mit Erdwärmenutzung wurde betrachtet. (vgl. S. 83f)</p>
Wasserkraft	<p>Durch die Differenz aus Jahres-Niederschlagsmenge und jährliche Verdunstung wird eine Bilanz gebildet,</p>	

²¹ Grundwasser führende Gesteinsschicht

²² Wärmenutzung aus trockenem, heißen Gestein im Untergrund

	woraus sich eine mittlere jährliche Abflusshöhe ergibt. Außerdem fließt die Fallhöhe über den Höhenunterschied im Gelände in die Rechnung ein. Anhand vorhandener Gewässer wird ein hydroenergetisches Potenzial gebildet.	
--	--	--

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	EEG Vergütung, Preisentwicklung von: Substraten, Investitionskosten, Betriebskosten, Personalkosten, Versicherungsprämien, Lebenszyklus-Analysen
Soziale Daten	Einwohnerdichte, Energiebedarfsdaten je Einwohner
Ökologische Daten	Landnutzung, Fruchtfolge, Biodiversität
Klimadaten	Daten der Klimaschutzinitiative des BMU, mittlere Jahressumme der Globalstrahlung in Norddeutschland

Schlussfolgerungen

Der Ausbau der EE erfolgte bisher vorwiegend im Bereich der Elektroenergie-Bereitstellung und hat dazu beigetragen, dass Mecklenburg-Vorpommern zum Stromexporteur wurde. Wärmeseitig sind die Potenziale jedoch noch sehr gering ausgeschöpft. In diesem Bereich sehen die Autoren insbesondere Möglichkeiten, um zukünftig mehr Wärme aus Biomasse, oberflächennaher Geothermie und Solarthermie zu nutzen.

Besonders die transparente, wirtschaftliche Betrachtungsweise der EE-Potenziale zeichnet diese Studie aus.

SN²³: Studie A [VEE Sachsen 2008]

„Grüne Ausbaustudie 2020 Perspektiven für Erneuerbare Energien in Sachsen - Ermittlung der technischen Potenziale der erneuerbaren Energieträger in Sachsen sowie deren wirtschaftliche Umsetzungsmöglichkeiten für die Stromerzeugung bis zum Jahr 2020“

[VEE Sachsen 2008]

Herausgeber: Fraktion Bündnis 90 die Grünen im Sächsischen Landtag

Ziel der Studie:

„war es, den Nachweis zu erbringen, dass bis zum Jahr 2020 ein EE-Anteil am Stromverbrauch von mindestens 30 % möglich ist. Darüber hinaus sollten die Autoren das technisch-realistische Potenzial einschätzen, inwieweit der Anteil der Erneuerbaren Energien darüber hinaus gesteigert werden kann (...)“ (S. 142)

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2008
Autoren, Institution	Wolfgang Daniels, Hans-Peter Grafe, Antje Koppen, Eckhard Kreibich, Uwe Mixdorf, Hans-Jürgen Schlegel, Peter Volkmer, Volkmar Weise, Dieter Winkler, Gerd Wolf VEE Sachsen
Auftraggeber	Partei Bündnis 90 die Grünen
Finanzierungsquelle	Partei
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Sachsen
Zeitraumen	Bis 2020
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie
Modellierte Nachfragesektoren	Nicht betrachtet
Betrachtete Technologien	Wind, PV, Wasserkraft, Biomasse, Biogas
Wirtschaftlicher Fokus?	z.B. Anlagenwirtschaftlichkeit (vgl. S. 29ff)
Sozialer Fokus?	Akzeptanz und Ästhetik wurden besprochen (vgl. S. 25f.)

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisch-realistisches (wirtschaftliches) Potenzial bis 2020	Theoretisches Potenzial
Wind	<p>Basierend u.a. auf einer älteren Studie von 1997 „Windpotenziale in Sachsen“ sowie dem Nutzungsstand 2007/2008</p> <ul style="list-style-type: none"> • ermittelt über den Vergleich von 7 verschiedenen Anlagen an verschiedenen Standorten (vgl. S. 19ff) • Typ: Binnenlandoptimierte WEA • Volllaststunden von mindestens 2500 h/a • 2-MW-WEA • Flächenlast von 10 ha/WEA (Vgl. S. 23ff) • Wenn Reserveflächen auch noch zur Windnutzung freigegeben werden würden, dann noch größeres Potenzial. <p>Annahme zum Repowering:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl der Altanlagen (bezogen auf WEA-Leistungsklassen von 500 kW bis 1000 kW) wird halbiert und die Leistung pro WEA auf 2 MW erhöht (Umsetzungszeitraum bis 2020), was jährlich zusätzlich 493 GWh Strom generiert (vgl. S. 31ff) <p>→ Windpotenzialumsetzung bis 2020 ist möglich</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet
PV	<ul style="list-style-type: none"> • Quantitative Ermittlung der zur Verfügung stehenden Flächen (vgl. S. 57) <p>Gebäudebezogene Flächen und Freiflächen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die verfügbare Gesamt-PV-Grundfläche beträgt rund 14.500 ha = 145 km², das sind rund 0,8 % der sächsischen Landesfläche. • Der durchschnittliche leistungsbezogene Flächenbedarf der verschiedenen PV-Technologien wird mit ca. 10 m²/kWp angenommen. • Modulorientierung: Südost bis Südwest, Neigung: (20 – 40)° 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet

	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht die gesamte Fläche ist auch tatsächlich zur PV Nutzung geeignet: Hierfür „konservative Annahme“ (vgl. S. 58 und 60): 40% der Schrägdächer auf Wohn- und Nichtwohngebäuden und 50 % der Fassadenflächen sind geeignet. • Bei den Fassadenflächen wurde für den Energieertrag ein Abschlag von 30 % vorgenommen, da eine Fassade mit 90° Neigung nur etwa 70 % der Globalstrahlung erhält. • Sicherheitsabschlag für die Wirtschaftlichkeitsberechnung bei Fassadenflächen: 30 % • Konkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarthermie wird hier nicht als besonderes Problem gewertet (vgl. S. 64). 	
Wasserkraft	<p>Potenzial der Fließgewässer dreier Flussgebiete Sachsens. (Pumpspeicherwerke nicht miteinbezogen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zubaupotenzial auf Basis der Wehrdatenbank Sachsen abgeschätzt • Differenzierung nach Niederschlagswerten • Es wurden Wehrstandorte mit einbezogen, deren Potenzial als wirtschaftlich eingestuft worden ist (vgl. S.116) • Volllaststunden: ta ≈ 3.500 h/a (Mulde / Weiße Elster: 4.000 h/a) • Weitere Annahmen S. 116 f. z.B. EEG Einspeisung aus WKA • Zubau Potenzial ermittelt für $P \geq 40 \text{ kW}$; $P \geq 100 \text{ kW}$ • Die Leistungen wurden nach benachbarten WKA, Wehrhöhen und Wassermengen MQ und MNQ abgeschätzt • Potenzialermittlung aufgeschlüsselt für die drei sächsischen Flussgebiete nachlesbar S. 120-126 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht betrachtet
feste Biomasse	Ermittlung des Umsetzungsstands des technischen Potenzials 2007 und darauf aufbauend Prognose für 2020 zum technisch- realistischen	Theoretische Biomassepotenzial (vgl. S.71)

	<p>(wirtschaftlichen) Potenzial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Annahmen dargestellt auf den Seiten 85-91; hervorzuheben ist hier der Bezug zur Studie von Grunert, LfL, 2007²⁴ S. 86 bezogen auf Möglichkeiten des Non-Food-Anbaus. • Bevölkerungsrückgang • Ertragszuwachs von jährlich +1,5 %. • Pro-Kopf-Verbrauch und Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln bleiben gleich (Stand 2005) • Nutzung landwirtschaftlicher Kulturen auf 117.000 ha • Nutzung von Stroh: Mitverbrennung als Festbrennstoff in Großkraftwerken. Realistisches Potenzial bis 2020 entspricht 24 % des technischen Potenzials • Dauergrünlandflächen konstant ca. 180.000 ha mit durchschnittlichem Jahresertrag von 5 t/ha • Annahmen zum Rohholzaufkommen und Einschlag basierend auf Studie von Weber et al (2008)²⁵ und Bundeswaldinventur (BWI) II. Wichtig hierbei der Erhalt bzw. die Erhöhung der Stabilität der Waldökosysteme • Privatwälder sind Restriktionen • Maximales Waldholzaufkommen von 740.000 Efm nutzbar • Aufteilung zwischen Strom und Wärme im Verhältnis 30 zu 70. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definition: Innerhalb eines Jahres theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot <p>Technisches Potenzial Biomasse (definiert als bereitstellbaren Brennstoffmenge aus Biomasse vgl. S.71):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestehend aus 3 Teilaspekten: • „Flächen, die dem gegenwärtigen Anbau landwirtschaftlicher Kulturen zugrunde liegen, die für energetische oder stoffliche Zwecke genutzt werden (die nicht für Nahrungs- und Futtermittelzwecke dienen, was ca. 18,6 % der Ackerfläche entspricht/ 134.000 ha), zzgl. der stillgelegten Flächen <p>Biomasseaufkommen aufgeteilt nach:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nebenprodukte aus der Landwirtschaft
--	--	---

²⁴ Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), (2007)

²⁵ Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig. In: Weber et al (2008): Rohholzaufkommensstudie Sachsen.

		<p>(Getreidestroh, Rapsstroh, Heu von Dauergrünlandflächen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenzial der Forstwirtschaft bezogen auf den jährlichen Holzzuwachs, das Alt- und Industrierestholzpotenzial. (vgl. S. 71) • Potenzial biogener Abfälle durchschnittlichen Ertrages von 10 t Trockenmasse auf zur Verfügung stehender Fläche <p>➔ Faktoren der Nachhaltigkeit (z.B. Humusbildung) einbezogen. Jährlich 5,16 Mio. t Biomasse(potenzial) (stand 2008)</p>
Biogas	<p>Zunächst Potenzialabschätzung für 2007, dann für 2020</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biogas aus Wirtschaftsdünger, landwirtschaftliche Reststoffe; Reststoffe aus dem Weiterverarbeitenden Gewerbe; Organische Reststoffe aus Haushalten und Kommunen, Klärschlämme • Biogasanlage benötigt ca. 3 – 8 % des Stromes und bis zu 30 % der Wärme als Prozessenergie selbst. • Aus der Bruttoenergie des Biogases lassen sich durch die Verstromung ca. 35 – 40 % Strom sowie 45 % Wärme erzeugen. Der 	<p>- Nicht betrachtet</p>

	<p>Rest sind Verluste (vgl. S.94).</p> <ul style="list-style-type: none">• Wirtschaftsdünger: Tierbestand (Rinder sinkend; Schweine, Schafe usw. konstant Die prozentualen Anteile der Potenziale für die einzelnen Tierarten wurden von 2007 übernommen (vgl. S. 103)• Futtermittelbedarf sinkend• 2020 Nonfood Sektor mit einer Fläche von ca. 288.507 ha: Die Flächennutzung: 98 % für den Energiepflanzenanbau, 45 % Raps, 30 % Getreide, 15 % Mais und 5 % GPS geschätzt.• Organische Reststoffe: Schätzungen basierend auf Werten aus 2007 (vgl. S. 104ff)• 90 % der bereitgestellten Bruttoenergie im BHKW mit einem 45 %-igen Wirkungsgrad verbrannt (vgl. 107 ff)	
--	--	--

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	Vor allem bezogen auf Umsetzungsmöglichkeiten des technisch-realistischen Potenzials bis 2020 (S. 25; 29; 65) sowie als Basis zur Bestimmung der zu Grunde liegenden Annahmen.
Soziale Daten	Vor allem bezogen auf die Umsetzungsmöglichkeiten des technisch-realistischen Potenzials bis 2020 (S. 25). Des Weiteren z.B. Demographie beim Biomassepotenzial
Ökologische Daten	Flächennutzung; Tool: Schletter Verschattungsberechnung
Klimadaten	<ul style="list-style-type: none">• bezogen auf Umsetzungsmöglichkeiten Solarenergieerträge für PLZ-Bereiche (01000 – 09999) 2000- 2008 bezogen aus www.pv-ertraege.de• Verweis auf das GIS-gestützte Programm „Sun Area“ der Stadt Osnabrück zur Ermittlung des PV-Potenzials von einzelnen Dächern (wurde jedoch hier nicht verwendet).• z.B. Ertragssteigerung bei Biomasse• Niederschlagswerte

Szenarien

Namen des Szenarios	<p>Es wurden keine Szenarien berechnet. Innerhalb der Studie werden jedoch auf einzelne Szenarien verwiesen.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - EPIA(European Photovoltaik Industry Association) - Szenario in der EU - Grunert (LfL, 2007) Szenario, dass die Möglichkeiten zum Non-Food-Anbau in Sachsen bis zum Jahr 2020 aufzeigt <p>Grundsätzlich gleichen die Ermittlung des technisch realistischen Potenzials bis 2020 und dessen Umsetzungsmöglichkeiten sowie deren Hemmnisse einer szenariohaften Betrachtung, auf die sich im Folgenden, soweit möglich, bezogen wird.</p>
Selbsteinschätzung Szenario	PV konservative Flächenbewertung (S.58), ansonsten keine Angaben
Energieeinsparung	Keine Angaben
Emissionsminderungen	Bis 2020 können die jährlichen CO ₂ -Emissionen um etwa 15.930.000 t verringert werden. Das entspricht einer Reduktion von rund 28 %.
Anteil EE Elektro	Anteil EE am Stromverbrauch 2020 rund 82%
Anteil EE Wärme	Keine Angaben
Anteil EE Mobilität	Keine Angabe S.
Anteil EE an PEV/EEV	Keine Angaben
Kostenentwicklung	u.a.: Einfluss der EEG-Vergütung; Systemkostenentwicklung bei WEA, wo nicht damit zu rechnen ist, dass diese zukünftig degressiv verläuft, da die Energie- und Werkstoffkosten steigen (vgl. S. 29).
Technologische Innovationen	u.a.: Wirkungsgrad Steigerungen; Erhöhung der Volllaststundenzahl
Soziale Entwicklung	Siehe oben
Wirtschaftliche Entwicklung	Siehe oben

Schlussfolgerungen

Die Stromversorgung in Sachsen aus EE kann bei Nutzung der ermittelten Möglichkeiten mit rund 17.288 GWh/a auf einen Anteil von etwa 82 % gesteigert werden. „Damit wäre der Bedarf einer 3,18 fachen Anzahl an sächsischen Haushalten gedeckt“ (S.142) (Stromverbrauch der Haushalte: 2.460 kWh/a). Außerdem leiten die Autoren konkrete politische Handlungsempfehlungen zum Abbau von Hemmnissen aus ihren Ergebnissen ab (vgl. S.139-141).

SN: Studie B [Uni Stuttgart 2012]

Promotion: Kosten regionaler Energie- und Klimapolitik - Szenarioanalysen mit einem Energiesystemmodell auf Bundesländerebene

[Uni Stuttgart 2012]

Ziel der Studie

Es werden für „Bayern, Hessen und Sachsen vereinheitlichte Energiesystemmodellrechnungen mit harmonisierten Rahmenbedingungen durchgeführt. Die grundsätzliche Zielsetzung ist die einheitliche Bewertung der Implikationen verschiedener Klimaschutzstrategien in regionalen Energiesystemen sowie die Ableitung robuster CO₂-Minderungspfade.“ (S. 13) Die Leitfrage der Promotion lautet: Wie sieht die optimale Ausgestaltung des regionalen Energiesystems unter unterschiedlichen Klimaschutzanforderungen aus?

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2012
Autoren, Institution	Bastian Rühle Universität Stuttgart
Auftraggeber	Promotion/Universität Stuttgart
Finanzierungsquelle	Promotion
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Sachsen (sowie Bayern und Hessen hier aber nicht weiter betrachtet)
Zeitraumen	Bis 2020
Art des Zeitrahmens	Transformationspfad
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie, Wärme
Modellierte Nachfragesektoren	Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Wind, PV, Biomasse, Biogas, Wasserkraft, Geothermie
Wirtschaftlicher Fokus?	Energiewirtschaftliche Situation Sachsen dargestellt auf S.12f
Sozialer Fokus?	Ja, Demographische Rahmenbedingungen

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	technisch realisierbares (Gesamt)potenzial bis 2020
Wind	<ul style="list-style-type: none">• Potenzialwerte übernommen aus der Literatur• Hohe Zeitabhängigkeit des technischen Potenzials, welches dadurch kontinuierlich ansteigt; abhängig von Leistungserhöhung im Rahmen von Repowering sowie der Installation auf neu ausgewiesenen Flächen• Aktuelle Entwicklungen mit den Gutachten 2005 und 2010²⁶ verglichen und bewertet
PV	<ul style="list-style-type: none">• Potenzialwerte übernommen aus der Literatur (Dach-, Fassaden- und Freiflächenpotenzial)
Solarthermie	<ul style="list-style-type: none">• Potenzialwerte übernommen aus der Literatur

²⁶ dena Netzstudie II (2010): Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020, Berlin.

dena (2005): Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020, Studie im Auftrag der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena), Deutsches Windenergie-Institut GmbH (DEWI), E.ON Energie AG, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI), Rheinisch Westfälisches Elektrizitätswerk AG (RWE) Transportnetz Strom, Vattenfall Europe (VE) Transmission, Köln.

	<ul style="list-style-type: none"> • Technisches Potenzial für die solarthermische Nutzung errechnet sich grundsätzlich aus den für Kollektorinstallationen verfügbaren Dach- und Freiflächen und dem sich daraus ergebenden Wärmeerzeugungspotenzial, welches deutlich höher ist als die Niedertemperaturwärmenachfrage. • Konkurrenz von PV und Solarthermie wurden nicht explizit erwähnt • Das Gesamtpotenzial (Strom und Wärme) wird mit 52 PJ beziffert. Da zuvor noch ein photovoltaisches Erzeugungspotenzial von 5,6 TWh/a aufgeführt worden ist. Entspricht das Solarthermiepotenzial 52 PJ (14.444 GWh) minus 5600 GWh.
Biomasse	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen aus den Einzelgutachten Schneider et al. 2003²⁷ bzw. ISET 2005²⁸ • Biomassegesamtpotenzial (fest und gasförmig) dargelegt (S.45) feste Biomasse bestehend aus Stroh (größter Anteil am Potenzial), gefolgt von Waldholz und biogenem Abfall. Geringere Anteile haben Industrieholz, Gebrauchtholz und Heu • Strom und Wärme nicht getrennt dargestellt • Kostenpotenzialkurve ermittelt (vgl. S.46)
Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzialwerte übernommen aus der Literatur (vor allem Schneider et al. 2003) • Sehr hohes elektrisches Potenzial, da angenommen wird, dass das Hot-Dry-Rock-Verfahren im Zeitraum bis 2020 realisiert wird
Wasserkraft	Älterer Wert aus Untersuchung Kubessa und Tautenhan 1993 ²⁹ übernommen für den Bereich Kleinwasserkraft

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	u.a.: EEG Vergütung, MAP EE-Wärme
Soziale Daten	u.a.: Bedarfsanpassung durch Urbanisierung
Ökologische Daten	u.a.: Landnutzung, Einbeziehung von Schutzgebieten
Klimadaten	

²⁷ Schneider et. al. (2003): Expertise zur Nutzung erneuerbarer Energien in Sachsen erstellt im Rahmen der Erarbeitung des Energieprogramms Sachsen 2004. (unveröffentlicht)

²⁸ Institut für Solare Energieversorgungstechnik: Teilbericht Integriertes Klimaschutzprogramm Hessen 2012 - Abschlussbericht zur Bestimmung und Nutzung erneuerbarer Energien in Hessen. Hanau, 2005

²⁹ Kubessa, M.; Tautenhan, F.: Beitrag der Wasserkraft als regenerative Energiequelle zur Energieerzeugung in den neuen Bundesländern, Teil 1: Sachsen. Leipzig, 1993

Szenarien

Die zuvor ermittelten Potenziale dienen in den folgenden Szenarien nur als Parameter. Das Ziel der Promotion war die szenariogestützte „Bewertung der Implikationen verschiedener Klimaschutzstrategien in regionalen Energiesystemen sowie die Ableitung robuster CO₂-Minderungspfade“. Obwohl dies nicht der Schwerpunkt der vorliegenden Metastudie ist, wurden die Szenarien zur Vollständigkeit zusammenfassend dargestellt.

SN(REF) Referenzszenario (S. 53ff)

- Vergleichsbasis für die folgenden Klimaschutzszenarien bezüglich Kosten und Emissionen.
- beinhaltet keine Treibhausgasminderungsrestriktionen und keine CO₂-Preise
- Referenzszenario dient dazu, die volkswirtschaftlichen Mehrkosten für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen sowie die erreichten Minderungen von energiebedingten Treibhausgasen auszuweisen (S. 52)

Klimaschutzprogramme der Landesregierungen (KL-Szenariogruppe) (S. 56)

- umfasst existierende Zielvorgaben, die von den jeweiligen Landesregierungen explizit formuliert worden sind.
 - Steigerung des Anteils der Erneuerbaren bis 2020 auf 25 %
 - Senkung des Pro-Kopf-Endenergieverbrauchs in den Bereichen Strom, Wärme und Treibstoffe bis 2020 um 20 % gegen- über dem Jahr 2000
- Senkung Pro-Kopf-Endenergieverbrauchs in den Bereichen Strom, Wärme und Treibstoffe bis 2020 um 20% gegenüber 2000
- Ab 2020 soll sich die Energieeffizienz jährlich um 1,5% gegenüber dem Wert des jeweiligen Vorjahres steigern.
- EE-Anteil Gesamtstromverbrauch: 2010=13%; 2020=25%; 2050=60% ; bei insgesamt 1% pro Jahr Steigerung EE im Strommix
- Bis 2030 wird ein EE-Anteil am Gesamtstromverbrauch von 36,7 % angenommen.
- Potenzialwerte aus dem sächsischen Klimaprogramm entnommen

Klimaschutzszenario „-40%“ gegenüber dem Basisjahr 1990 (K90)(S. 56 ff)

- Grundlage: Bundesvorgabe zur Gesamtreduktion der Emissionen ab 2020 um 40 % gegenüber 1990
- Szenarioziel in Sachsen durch bereits getätigte Umstrukturierungsmaßnahmen im Energiebereich sowie ausgeglichenen Stromimportsaldo in den Modellrechnungen ohne zusätzliche Minderungsvorgaben bereits im Referenzszenario erreicht.
- Minderungsziele für die Szenariogruppe K90 vgl. Tabelle 4-2 S.58; Sachsen: 46,5 Mio. t CO₂/a bis 2020

Klimaschutzszenario Einheitliche Pro-Kopf-Emissionen (KOPF) (S.58 ff)

- Es werden die deutschen Pro-Kopf-Emissionen eines Minderungsszenarios von -40 % bis 2020 gegenüber 1990 auf Sachsen übertragen
- Zielwert: Jährliche Pro-Kopf-Emissionen 7,3 Tonnen CO₂ multipliziert mit dem Wert aus der 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung für Sachsen und für das Jahr 2020 angesetzt.
- Zertifikatspreise Deutschland: - 40 % 2020: 39,9 €/t CO₂ 2030: 101,5 €/t CO₂
- ➔ Hohe Anforderungen an Sachsen: Ausgangspunkt 1990 mit 77,4 Mio. t CO₂/a; 2005: 51,1 Mio. t CO₂/a
Zielwert 2020: 28,3 Mio. t CO₂/a

Für den Zeitraum von 2005 bis 2020 werden die Zielwerte linear interpoliert und für den Zeitraum ab 2020 bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes konstant fortgeschrieben.

Klimaschutzszenario Einheitliche marginale Minderungskosten (MARG) (S.59 ff)

- „beinhaltet als Zielvorgabe die einheitliche Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in allen Sektoren bis zu einer exogen vorgegebenen Höhe, die sich an den zu erwartenden Zertifikatspreisen aus dem europäischen Emissionshandelsgesetz ableitet. (S. 55)“
- Szenario mit CO₂-Preisfad für alle Sektoren, der sich bei Erfüllung einer 40 %-igen CO₂-Minderung auf Bundesebene bis 2020 ergeben würde. Dadurch werden alle Minderungsmaßnahmen bis zu diesem vorgegebenen CO₂-Preis wirtschaftlich und somit umgesetzt.
- Es wurden „Unterszenarien“ mit variierenden Preispfaden entwickelt (mit und ohne Kernkraft) (vgl. Tabelle 4-4; S. 60ff)
- „Zertifikatspreise wurden mit dem europäischen Energiesystemmodell TIMES PAN EU/Blesl 2008/ bestimmt und sind in Tabelle 4-4 dargestellt.“

Schlussfolgerungen

Die Szenarioergebnisse beziehen sich auf den Endenergieverbrauch (S.79), die Nettostromerzeugung (S.81), den Primärenergieverbrauch (S.84) und die CO₂-Emissionen (S. 85). Außerdem werden die wichtigsten Indikatoren für das sächsische Energiesystem (S.86) dargestellt. Die Potenzialermittlung war vollständig literaturbasiert ohne eigene Datenerhebungen und Berechnungen.

SN: Studie C [TUD 2013]

Potenziale der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Ressourcen im Freistaat Sachsen [TUD 2013]

Herausgeber: Technische Universität Dresden Fakultät Wirtschaftswissenschaften
Lehrstuhl für Energiewirtschaft

Ziel der Studie

Welche Technologien können zukünftig welchen Beitrag zur Energiewende in Sachsen leisten?

Allgemeine Informationen

Autoren, Institution	Hannes Hobbie, Vera Schippers, Michael Zipf, Dominik Möst; TU Dresden/ Lehrstuhl für Energietechnik.
Auftraggeber	Eine Analyse im Rahmen des Projektes „Energiewende Sachsen im transnationalen Kontext“, gefördert aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds sowie des Freistaates Sachsen.
Finanzierungsquelle	Öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Sachsen
Zeitraumen	Zeitlicher Ausgangspunkt: EEG-Vergütung nach dem EEG 2012 bei Inbetriebnahme der Anlagen im Jahre 2013
Art des Zeitrahmens	Keine Betrachtung eines konkreten Zeitrahmens
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie angebotsseitige Potenzialbetrachtung
Modellierte Nachfragesektoren	keine
Betrachtete Technologien	Wind, PV, Biogas
Wirtschaftlicher Fokus?	Ja
Sozialer Fokus?	Nein

Methodik der Potenzialermittlung

Potenzialbezeichnung in der Studie	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial
Wind	-	<p>Gesamtheit der technischen und wirtschaftlichen Parameter in Tab. 4.2 auf S. 10.</p> <p>GIS- gestützte Ermittlung und Analyse von Freiflächen sowie Art der Landnutzung (vgl. hierzu Aufschlüsselung in Tab. 4.1 S.6) Abstandsflächenregelung nach Bund-Länder-Initiative Windenergie (2012) Ermittlung der Siedlungsflächen über Datensatz Corine Landcover CLC 2006</p> <p>Anlagencharakteristika: Turbine E-82, Nennleistung 2,3 MW; Hersteller Enercon.</p>	<p>Gesamtheit der technischen und wirtschaftlichen Parameter in Tab. 4.2 auf S. 10.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Das wirtschaftliche Potenzial (aus betriebswirtschaftlicher Sicht) zu maximalen Gestehungskosten der EEG-Vergütung stellt die Obergrenze der im Jahr 2012 maximal wirtschaftlichen Nutzung von EE dar. <p>Ermittlung der Kostenpotenzialkurven, um die Unsicherheit bei der Anpassung von EEG-Fördersätzen (teilweise) zu erfassen. (S.11 ff), Sie bilden ab welche Menge an elektrischer Energie des technischen Potenzials zu welchen Gestehungskosten zur Verfügung stehen. Parameter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angebot Windenergie • Freiflächen • Jahresenergieerträge • Stromgestehungskosten 2010 • Bruttostromverbrauch 2010 • Bruttostromerzeugung 2010 • EEG-Vergütung 2012 (+Systemdienstleistungsbonus) <p>Aufgliederung des wirtschaftlichen Potenzials auf Stadt- und Landkreis-Ebene ab S. 13 ff</p>
PV	-	- Gesamtheit der technischen und wirtschaftlichen Parameter in Tab. 5.1 S. 23 (u.a. Wirkungsgrad, Sonnenhöhenwinkel usw.)	<p>- Ermittlung der Kostenpotenzialkurven S. 23-25 (grundsätzliches Vorgehen vgl. Wind)</p> <p>- wichtigster Parameter EEG-Vergütung (Stand April 2013) für Photovoltaik Kleinsysteme</p>

		<p>- GIS- gestützte Ermittlung und Analyse von Freiflächen</p> <p>- berücksichtigt wurden 262 Punkte mit unterschiedlichen Strahlungswerten</p> <p>- Zubau auf allen geeigneten Dachflächen - Datengrundlage Openstreetmap Projekt (Geofabrik 2013)</p> <p>Entwicklung einer Verteilfunktion über Daten von dem Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (2013), um die Dachneigung bei der Bestimmung des Energieertrags mit einzubeziehen</p>	<p>Photovoltaikmodule auf Dachflächen als Zubauoptionen berücksichtigt. In der gesamten Analyse werden sowohl Photovoltaikfreiflächenanlagen sowie Nutzungskonflikte zwischen Solarthermie und Dachflächenphotovoltaikanlagen nicht betrachtet (vgl. S.23)</p> <p>- Ermittlung des wirtschaftlichen Potenzial auf Stadt- und Landkreis-Ebene (vgl. S. 26ff)</p>
<p>Biogas</p>	<p>Biogaspotenzial aus Dauergrünland Energetische Nutzung der gesamte Grünlandfläche von 184.222 ha; mittleren Ernteertrag von 8,0 t/ha Trockensubstanz (TS)</p> <p>Biogaspotenzial aus Getreide- und Rapsstroh (vgl. S.33ff) Energetische Nutzung der gesamte Getreide- und Rapsanbaufläche von 4.186.130 ha mit einem Strohertrag in 2012 von rund 2 Mio. t</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biogaspotenzial nach Tierbeständen (vgl. S.30ff)Potenzialermittlung jeweils für Rinder- und Schweinebestand nach dem Statistischen Bericht 2012. Parameter: Anzahl, Großvieheinheit, Gülleanfall [m³/GV], Güllemenge, Spezifischer Methanertrag (m³/t). Tab. 6.1 auf S. 31 2. Biogaspotenzial aus Dauergrünland 184.000 ha als Dauergrünland davon ist ca. 23% Überschussfläche Kap. 6.1.2 S. 31 mittlerer Ernteertrag von 8,0 t/ha Trockensubstanz (TS) im Jahr 2012 (Vgl. ab S. 30) 3. Biogaspotenzial aus Getreide- und Rapsstroh (vgl. S.33ff) gesamte Anbaufläche für 	

	<p>Getreidestroh und rund 870.000 t Rapsstroh</p> <p>Biogaspotenzial aus Anbaukulturen auf Ackerflächen Energetische Nutzung der gesamten landwirtschaftlichen Fläche von 719.000 ha (Aufteilung Abb. 6.5 S. 35); Ernteertrag Getreide 2012 2,6 Mio. t Der Ernteertrag für Pflanzen zur Grünernte betrug im Jahre 2012 4,3 Mio. t.</p>	<p>strohliefernden Anbaukulturen 2012 500.000 ha, wobei 33% energetisch genutzt werden, also einem Drittel der gesamten Getreide- und Strohmenge. Weitere Parameter: Der spezifischen Methanertrag von Stroh ν Stroh [m^3/t] in Höhe von $161\text{m}^3/\text{t}$ und dem Heizwert HCH 4 von Methan ($9,97\text{ kWh}/\text{m}^3$). (vgl. Tab. 6.3)</p> <p>4. Biogaspotenzial aus Anbaukulturen auf Ackerflächen betrachtet wurden Getreide, Raps sowie Ganzpflanzen zur Grünernte Das technische Potenzial berechnet sich aus dem Überschuss an Getreideproduktion über den Eigenbedarf hinaus.</p> <p>Parameter: Nahrungsmittelproduktion: Pro-Kopf-Verbrauch an Getreide von $96,5\text{ kg}/\text{a}$ Einwohner in Sachsen Futtermittelproduktion: über Tierbestand. Es wird ein Jahresverbrauch von 4000 kg Grobfutter pro Großvieheinheit angenommen. Ernteertrag 2012: 4,3 Millionen t.</p> <p>- Für alle Potenziale wurden aufgeführt wie sie sich auf der Landkreis-Ebene verteilen.</p>	
--	---	--	--

Verwendete Daten

Klimadaten	U.a. Rauigkeitslängen bezogen auf verschiedene Kategorien der Landnutzung. Genaue Auflistung Tab. 4.1, S.6, Globalstrahlungswerte ³⁰ aus Solar Energy Mining (SOLEMI)
Soziale Daten	Ermittlung der Siedlungsflächen über Datensatz Corine Landcover CLC 2006; Dachflächen – Datengrundlage: Openstreetmap
Wirtschaftliche Daten	vgl. hierzu ebenfalls (Wind) Tab. 4.2 auf S. 10; (PV) Tab. 5.1 S. 23;
Ökologische Daten	Zum Beispiel Landnutzung; Identifizierung von Schutzgebieten: World Database on Protected Areas (WDPA)

Szenarien

Wind				
Name des Szenarios	Basis-Minimum-Szenario	Basis Maximum Szenario	Szenario Wald Min-	Szenario Wald Max
	Im Basis-Szenario ist der Zubau von Windturbinen in Wäldern oder Gebieten mit waldähnlichem Bewuchs nicht gestattet. Der Zusatz min/max. steht für die Differenzierung hinsichtlich eines Zubaus in Schutzgebieten in denen zurzeit eine Einzelfallregelung der Genehmigung herrscht. S.4ff)		Zubau von Windturbinen in Wäldern oder Gebieten mit waldähnlichem Bewuchs. Es gilt die gleiche Differenzierung nach Min / Max bezüglich des Zubaus in Schutzgebieten mit Einzelfallregelung. (S.4ff)	
PV				
Name des Szenarios	Basis-Szenario	Szenario mit Wenig PV Zubau	Szenario mit Viel PV Zubau	
Erläuterung/spezifische Annahmen	Modulpreise 2013. Wurde jedoch nicht genauer angeben. Modulwirkungsgrad 2013. Wurde jedoch nicht genauer angeben.	Modulpreise 1200 EUR/kWp Modulwirkungsgrad 19 %	Modulpreise 900 EUR/kWp Modulwirkungsgrad 21 %	

³⁰ Unter Globalstrahlung versteht man die gesamte an der Erdoberfläche auf eine horizontale Empfangsfläche auftreffende Solarstrahlung. (BRD zwischen 900 und 1200KWh/m² und Jahr)

Biogas (Potenzial szenariounabhängig betrachtet)

Selbsteinschätzung der Szenarios

Nicht vorhanden, jedoch Hinweis auf die hohe Bedeutung der EEG-Vergütungssätze (insbesondere bei PV) sowie der Bedeutung von Abstandflächen bei Wind. Die ermittelten wirtschaftlichen Potenzialwerte reagieren auf Änderung dieser Parameter sehr sensitiv.

Anteil EE Mobilität	Nicht betrachtet
Anteil EE Elektro Art	Nicht betrachtet
Anteil EE Gesamt	Nicht betrachtet
Kostenentwicklung / Berücksichtigung /Lernkurven	Ja
Technologische Innovationen	Ja
Soziale Entwicklung	Nein
Wirtschaftliche Entwicklung	Ja
Entwicklung von Umweltaspekten	Ja

Schlussfolgerungen

1. **Fazit zum Windpotenzial** (genaue Erläuterung ab S.18): „Zwar erhöht sich das technische Potenzial bei größerer installierter Leistung je Turbine nur geringfügig, die Erhöhung der Anlagenleistung bewirkt jedoch einen erheblichen Anstieg des wirtschaftlichen Potenzials.“ (S. 18)
Das wirtschaftliche Potenzial erhöht sich deutlich mit zunehmender Nabenhöhe und einer stärkeren Auslastung der 3 MW Turbine.
2. **Fazit zum PV-Potenzial:** „Es zeigt sich, dass zum einen die Stromgestehungskosten fallen und zum anderen, dass das technische Potenzial ansteigt. Die Stromgestehungskosten fallen durch die fallenden Modulpreise, während sich das Potenzial aufgrund des steigenden Systemwirkungsgrades erhöht. Von besonderer Relevanz für die Installation von PV-Systemen sind die geltenden Vergütungssätze des EEG sowie der Strombezugspreis für private Haushalte. Vergütungssatz für PV Kleinanlagen (Stand April 2013) beträgt 15,9 Cent je kWh. Legt man diesen Vergütungssatz als Grenze fest, so beträgt das wirtschaftliche Potenzial in Sachsen 3,47 TWh.“ (S. 24)

3. **Fazit zum Biogaspotenzial:** Die Ergebnisse, Annahmen und Berechnungssystematik wurden auf S. 42 zusammengefasst. „Wird das gesamte Potenzial an Biogas in Blockheizkraftwerken verstromt, so entspricht dies einem Potenzial von 2,6 TWh. Im Gegensatz zum wirtschaftlichen Potenzial bei der Windenergie und der Photovoltaik, handelt es sich bei der Biomasse um das technische Potenzial. Neben dem Potenzial zur Stromerzeugung entspricht das technische Potenzial an Biogas von Überschussflächen nach Abzug des Bedarfes an Biomasse zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion ca. 20,5% (7,5 TWh) des Erdgasverbrauches im Freistaat“ (S. 51).

ST³¹: Studie A [IE Leipzig 2007]

„Energiestudie für das Land Sachsen-Anhalt“ [IE Leipzig 2007]

Herausgeber: Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen Anhalt

Ziel der Studie

In dieser Studie wird eine Aktualisierung des landeseigenen Energiekonzepts vorgenommen, wobei mögliche Schwerpunkte der Energiepolitik des Landes herausgearbeitet werden.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2007
Autoren, Institution	Weber, Bohnenschäfer et. al., Institut für Energetik und Umwelt
Auftraggeber	Siehe Herausgeber
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Sachsen-Anhalt, Deutschland und EU
Zeitraumen	Von 2007 bis 2020
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Vorwiegend Elektroenergie, wenig Wärme und Verkehr
Modellierte Nachfragesektoren	Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Windenergie, oberflächennahe- und tiefe Geothermie, Biomasse, PV- und Solarthermie, Wasserkraft
Wirtschaftlicher Fokus?	Wirtschaftswachstum, Energiekosten, Subventionsprogramme
Sozialer Fokus?	Energetische Gebäudesanierung von Sozialbauten, Akzeptanz der Energietechnologien

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisches Potenzial
Wind	Nutzung des Vorrangs- und Eignungsgebiets für WEA 2006, 1.845 WEA mit insgesamt 2.533 MW installiert in 2006 auf 56 % der VE-Fläche, weitere 700 WEA bei gleicher Leistungsgröße mit insgesamt 1.300 MW werden erwartet (S. 91ff)
PV	Dachanlagen, unter der Annahme, dass 30 % der Grundfläche aller Wohngebäude (750 kWh/kWp) und 20 % der Grundfläche aller Nichtwohngebäude (800 kWh/kWp) mit Solarmodulen bedeckt werden, Freiflächenanlagen sind zusätzlich abzuschätzen (S. 83ff.)
Biomasse	Gesamtes Biomassepotenzial des Landes in Konkurrenz zur Produktion von Lebens- und Futtermitteln, Volllaststunden 7.500h/a (S. 100ff.)
Tiefe Geothermie	Auf die Landesfläche umgerechnet ergibt sich ein Wärmeinhalt der geologischen Schichten von 1000-5000m bei t>100°C (28.000 EJ) (S.44f)
Wasserkraft	Strömungskraftwerke bevorzugt dem Naturschutz zuliebe

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	EEG Vergütung, Energieeffizienz im Land, Energiepreise
Soziale Daten	(Primär-)Energiebedarfsdaten, Bevölkerungsdichte und -prognose, weitere volkswirtschaftliche Daten
Ökologische Daten	Landnutzung, Ertragspotenziale und Leistungsfähigkeit der Böden, Wasserverfügbarkeit, Düngungsbegrenzung, Erosionsgrad der Böden
Klimadaten	Klimagasemission (Berechnungen nach BMWI 2007 ³² , IFEU 2006 ³³)

Szenarien

Name	Referenzszenario ³⁴	Optimiertes Energieszenario ³⁵
Selbsteinschätzung Szenario	konservativ	Optimiertes Szenario
Energieeinsparung	Primärenergiebedarf bleibt konstant	Gegenüber 2002 nimmt der Primärenergiebedarf bis 2020 um 24 % ab, der Strombedarf sinkt bis 2020 um 14 %, der Ölbedarf sinkt bis 2020 um 23 % und der Erdgasbedarf um 5 %,
Anteil EE an PEV/EEV	8,3 % am PEV in 2020	12 % am PEV in 2020

Schlussfolgerungen

Die Technischen Potenziale wurden in der vorliegenden Studie vorwiegend selbst errechnet bzw. aus folgenden Quellen recherchiert³⁶. Die IE Leipzig gibt Empfehlungen zur raumplanerischen Flächensicherung für eine zukünftige Energieversorgung aus EE. Zur Bewältigung der Konkurrenzsituation zwischen energetischer, stofflicher und lebensmittelbezogener Nutzung von (landwirtschaftlichen) Flächen für die zukünftige Entwicklung wird ein regionalisierter Potenzial- und Nutzungsatlas empfohlen.

³² <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energie-und-klima.html>

³³ Elke Dünnhoff (ifeu), Dr. Immanuel Stieß (ISOE): Sondierungsprojekt: Energiekostenanstieg, soziale Folgen und Klimaschutz. ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg und Institut für sozialökologische Forschung (ISOE), Frankfurt/Main, 2006

³⁴ Energiereport IV: Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahre 2030 (2005), EWI/Prognos AG

³⁵ Ökologische optimierter Ausbau der Nutzung Erneuerbarer Energien in Deutschland (2004), DLR/IFEU/WI

³⁶ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Reserven, Ressourcen

und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2005, Update 07.02.2007.

Hannover, 2007 bzw. Armin Forkner et al.: interne Zuarbeit des Landesamtes für Geologie und Bergwesen des Landes Sachsen-Anhalt. Halle, 2007.

ST: Studie B [MW-SA 2014]

„Energiekonzept 2030“ [MW-SA 2014]

Herausgeber: Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft Sachsen-Anhalt.

Ziel der Studie

Die Feststellung eines Einsparziels bis 2020 und 2030, die Überprüfung der Erreichbarkeit des Ziels eines 26 % Erneuerbare Energien-Anteil am Primärenergieverbrauch und die Aufstellung eines zukunftsfähigen Energiesektors als Teil der landeseigenen Innovationsstrategie stehen im Fokus der Studie. Außerdem wird Versorgungssicherheit, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit im energiepolitischen Fokus geprüft. (vgl. (S. 72f)

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2014
Autoren, Institution	
Auftraggeber	Siehe Herausgeber
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Sachsen-Anhalt
Zeitraumen	Ab 2014 bis 2030
Art des Zeitrahmens	Transformationspfad
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie, wenig Wärme und Mobilität
Modellierte Nachfragesektoren	Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Windenergie, PV, Biomasse, Biogas, Laufwasser, Deponie- und Klärgasnutzung
Wirtschaftlicher Fokus?	Wirtschaftlichkeit der Empfehlungen, Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende, Investitionsförderung, Stromgestehungskosten, EEG, Erwerbstätigenzahl, Netzausbaukosten
Sozialer Fokus?	Sozialer Wohnungsbau wird betrachtet, Verbrauchsschwerpunkte identifiziert und die Akzeptanz in der Bevölkerung betrachtet

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Grundlage der eigenen Prognose für 2030
Wind	Mittels Geoinformationssysteme wurden Wind Vorrangs- und Eignungs- (V-E)-Gebiete vermessen. Die angestrebte Fläche für Windenergieanlagen (WEA) sei 2 % der Landesfläche, wobei bereits 2011 in Summe innerhalb und außerhalb der Wind V-E Gebieten die 2 % Marke erreicht. Die WEA außerhalb von Eignungsgebieten sollen um mindestens die Hälfte reduziert, betroffene Gebiete können aber als neue V-E Gebiete ausgewiesen werden. Für 2030 wird eine installierte Leistung von 6,5 GW vom Land als wahrscheinlich angesehen. (vgl. S. 26ff)
PV	Nach eigenen Aussagen der Studie wird anhand des bisherigen Wachstums ein das 2-4 fache der aktuell installierten PV Leistung bis 2030 angenommen. Das ergibt 3,4 – 6,8 GW _{peak} bzw. 2,8 – 5,6 TWh/a in 2030. (vgl. S.28ff)

Biomasse	Nach der Biomassepotenzialatlas 2013 ³⁷ der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) soll je nach Rechenweise 74-97 PJ (20,6 – 27 TWh) Bioenergie-Potenzial im Land vorliegen. Die AEE nimmt dabei die Verwendung diverser Substrate, wie z.B. Energieholz, -pflanzen, Alt- und Industrierestholz, Stroh bzw. Bio- Grünabfälle an. Außerdem die Nutzung von Reststoffen, wie z.B. Wirtschaftsdünger, Stroh, Bio- und Grün-abfällen, wobei Grünschnitt über „hydrothermale Carbonisierung“ (HTC) zu Biokohle gewandelt werden soll. (vgl. S. 91f) 20-30 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche könnten zum Anbau nachwachsender Rohstoffe (NaWaRo) zur Energiegewinnung genutzt werden,
oberflächennahe Geothermie	Oberflächennahe Geothermie dient vermehrt zu Heizzwecken im Gebäudebereich
Wasserkraft	Modernisierung bestehender Anlagen, aber kein Erweiterungspotenzial

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	EEG Vergütung, Energie-Einspar-Verordnung (EnEV), Netzkostenverteilung, EE-Wärme-Gesetz
Soziale Daten	KfW Daten zur Ermittlung des energetischen Gebäude-Sanierungsstandes, Daten für ÖPNV ³⁸ und Individualverkehr für eine Mobilitätsplattform, Einwohnerzahl, Erwerbstätigenzahl
Ökologische Daten	Landnutzung für diverse Zwecke (z.B. Landwirtschaftsfläche für Nahrungsmittel und Energiepflanzen) erfasst
Klimadaten	Prognosen für 2030: EuPD-Energiestudie 2012 ³⁹

Szenarien

Name	Es wurden keine konkreten Szenarien betrachtet.
Energieeinsparung	Durch politische Maßnahmen wird ein geringerer Wärmebedarf im Gebäudesektor, Verstärkte Nutzung des ÖPNV und Fahrräder gefördert Alle erfassten Energieverbraucher zwischen 2001 und 2005 unterliegen laut dem 2ten Nationalen Effizienz-Aktionsplan des Bundes (2011) einem Einsparrichtwert für den Zeitraum von 2008 bis 2016 i.H.v. 9 % des jährlichen Durchschnittsverbrauchs (entspricht 1 % pro Jahr) (vgl. S. 17)
Emissionsminderungen	Senkung der Emission von Treibhausgasen aus dem Endenergieverbrauch (EEV) fortschreiben, Absenkung der CO2-Emission um 0,6 % pro Jahr, Lärm und Abgase mindern, Emissionshandel ausbauen
Anteil EE an PEV/EEV	26 % EE am Primärenergieverbrauch (PEV) in 2030 als Landesziel
Kostenentwicklung	Fluktuierende EE erzielen bei geringer Nachfrage erhalten negative Preise, wobei der „Merit-Order-Effect“ eine niedrige Preisstruktur an Strombörse unterstützt, hohe Netzausbau-Kosten, falls Energie nicht lokal gespeichert

Schlussfolgerungen

Die Studie beruft sich auf externe Annahmen der EE-Potenziale. Rein rechnerisch erreicht das Bundesland das selbstgewählte Ziel, einen Anteil von 26 % EE am PEV. Die Überdeckung des Elektroenergiebedarfs u.a. aus Braunkohle wird exportiert, wobei sämtliche Elektroenergie aus EE in den Anteil der EE am PEV einfließt.

³⁷ https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/248.AEE_Potenzialatlas_Bioenergie_Sachsen-Anhalt_jan13.pdf

³⁸ Öffentlicher Personennahverkehr

³⁹ „Energiestudie mit Prognosen der Energiekennzahlen für die Jahre 2020 und 2030 zur Vorbereitung der Fortschreibung des Energiekonzeptes der Landesregierung von Sachsen-Anhalt“, (2012), EuPD und DCTI

Die getroffenen Annahmen zur Deckung des PEV aus EE sind nicht ausreichend transparent, wobei der Ausbau der EE in der Studie vergleichsweise konservativ prognostiziert wird.

ST: Studie C [EuPD 2015]

„Studie zur Optimierung des Gesamtsystems Flexibilitätsoptionen im Energiesektor in Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung von Speichern“ [EuPD 2015]

Herausgeber: Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft Sachsen-Anhalt

Ziel der Studie

Die Bewertung von künftiger Belastungen des elektrischen Netzes und der zukünftige Bedarf an Speichertechnologien für regenerative und fossile Strombereitstellung soll in drei Szenarien geprüft werden. Weiterhin werden die Zielstellungen des „Energiekonzepts 2030 geprüft. (vgl. S. 6)

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2015
Autoren, Institution	Martin Ammon, Angelika Leiss (EuPD-Research), Linda Kleinschmidt et. al. (DCTI - Deutsches CleanTech Institut)
Auftraggeber	Siehe Herausgeber
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Sachsen-Anhalt
Zeitraumen	2015-2050
Art des Zeitrahmens	Transformationspfad
Modellierte Energiesektoren	Vorwiegend Elektroenergie, wenig Wärme und Mobilität
Modellierte Nachfragesektoren	Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Windenergie, PV, Biomasse, Laufwasserkraft, Deponie- und Klärgasnutzung
Wirtschaftlicher Fokus?	Wirtschaftlich- und technisch sinnvoller Einsatz von Speichertechnologien in Gewerbe und Industrie untersucht
Sozialer Fokus ?	Prognostizierte Stromnachfrage von Haushalten

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisches Potenzial
Wind	Die Neuinstallation nimmt mit den Jahren ab, da Vorrangs- und Eignungs-Gebiete knapper und Repowering ausgeschöpft sind. Neuinstallation ab 2050 ist nur noch mit erzeugungsseitigen Speichern (z.B. Lithium) geplant. Eine maximale Installierte elektrische Leistung der WEA wird in 2040 erwartet. Volllaststunden werden in 2050 von 2.600h/a angenommen.
PV	Neuinstallation ab 2050 wird nur noch mit erzeugungsseitigen Speichern (z.B. Lithium) angenommen mit Volllaststunden in 2050 von 1.100h/a.
Biomasse	Grundlastfähige Kraftwerke mit bis 2050 gleichbleibenden Volllaststundenzahl i.H.v. 6.900h/a.
Lauf- Wasserkraft	Etwa gleichbleibende Elektroenergie-Einspeisung bei standardisiertem Erzeugungsprofil gewählt, wobei die Erzeugung im Mai und Dezember am größten ist.
Deponie- und Klärgas	Grundlastfähige Kraftwerke mit bis 2050 gleichbleibenden Volllaststundenzahl i.H.v. 6.900h/a.

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	EEG Vergütung, Prognose des Energiemarktes bis 2050, „Levelized Costs of Storage“ (LCOS)-Summe der Speichertechnologien-Kosten dividiert durch gespeicherte Energie, Stromgestehungskosten, Speicherdaten, MAP EE-Wärme)
Soziale Daten	Bedarfsdaten z.B. aus Fraunhofer ISE & FfE 2013, Bevölkerungsentwicklungs- und BIP-Prognose
Ökologische Daten	Einflüsse der Speicher-Materialien auf die jeweiligen, regionalen Biotope
Klimadaten	Prognos AG und Öko-Institut Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050 (2013)

Szenarien

Name	Unteres Szenario	Referenzszenario	Oberes Szenario
Wind	Günstige Rahmenbedingungen für konventionelle Energieträger und KW-Neubau, Ausbau bis auf 4,5 GW in 2050	Konstanter Zubau bis Vorrangs- und Eignungs-Gebiete erschöpft, Repowering durch effiziente Neu-WKA, Ausbau bis auf 5,2 GW in 2050	Verkürzte Laufzeit der fossilen KW und baldige Abschaltung,, schneller Zubau der EE, Ausbau bis auf 6 GW in 2050
PV	Minimaler Zubau an PV, Ausbau bis auf 3 GW in 2050	Konstanter Zubau der PV, Ausbau bis auf 3,5 GW in 2050	schneller Zubau der EE, Ausbau bis auf 4 GW in 2050
Biomasse	Rückbau auf 0,34 GW in 2050, Als Regelenergie dienend	Gleichbleibende Leistung bei 0,4 MW, dient als Regelenergie	Leichter Ausbau auf 0,45 GW, dient als Regelenergie
Lauf-Wasserkraft	Leichter Anstieg von 25 auf 30 MW installierter Leistung aufgrund von technischen Neuerungen, dient als Regelenergie	Leichter Anstieg von 25 auf 30 MW installierter Leistung aufgrund von technischen Neuerungen, dient als Regelenergie	Leichter Anstieg von 25 auf 30 MW installierter Leistung aufgrund von technischen Neuerungen, dient als Regelenergie
Deponie- und Klärgas	Etwa gleichbleibend bei 75 bzw. 19 GWh/a (Nettostrom aus Deponie- bzw. Klärgas), dient als Regelenergie	Etwa gleichbleibend bei 75 bzw. 19 GWh/a (Nettostrom aus Deponie- bzw. Klärgas), dient als Regelenergie	Etwa gleichbleibend bei 75 bzw. 19 GWh/a (Nettostrom aus Deponie- bzw. Klärgas), dient als Regelenergie
Selbsteinschätzung Szenario	Unteres Extrem	Wahrscheinlichster Ausbaupfad	Oberes Extrem
Energieeinsparung	Kontinuierlicher Rückgang des elektrischen Energiebedarfs von 15,9 TWh in 2013, über 14,6 TWh in 2020, 14 TWh in 2030 auf 13,2 TWh in 2050.		
Emissionsminderungen	Verlängerte Laufzeit der fossilen KW bewirkt nur leichte Emissionsminderung, Braunkohle-KW bis 2050 in Betrieb	Moderate Emissionsminderung, Braunkohle-KW 2030 noch in Betrieb	Hohe Emissionsminderung, Braunkohle-KW bereits ab 2030 außer Betrieb
Anteil EE Elektro		Ein Anteil von 95 % an der Strom-Erzeugung in 2050	
Kostenentwicklung	Durch günstige Rahmenbedingungen für fossile KW entwickeln sich EE Preise langsam	Moderate Kostensenkung im Ausbau der EE	Durch günstige Rahmenbedingungen (z.B. EEG-Vergütung) entwickeln sich EE schnell und relativ kostengünstig

Schlussfolgerungen

Die Studie schildert transparent und umfassend die Zusammenhänge und Perspektiven für einen beschleunigten Ausbau der EE. Das benötigte Volumen an elektrischen Speichern fällt bis auf das genannte „obere Szenario“ gering aus. Im oberen Szenario stellt sich durch den antizipiert hohen Ausbaustand der fluktuierenden EE Wind- und PV bei Reduzierung der fossilen Kraftwerkseinspeisung ein hoher Speicherbedarf bereits im Jahr 2030 heraus. Die Zielstellungen des Energiekonzepts 2030 des Landes werden zum Großteil erreicht. (vgl. S. 6, S. 11 der Studie)

ST: Studie D [EuPD 2012]

„Energiestudie mit Prognosen der Energiekennzahlen für die Jahre 2020 und 2030 zur Vorbereitung der Fortschreibung des Energiekonzeptes der Landesregierung von Sachsen-Anhalt“ [EuPD 2012]

Herausgeber: Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt

Ziel der Studie

Die Entwicklung der Energieversorgung des Landes soll in dieser Studie für 2011, 2020 und 2030 untersucht und die potenzielle Beteiligung an den zu erreichenden, deutschen Klimaziele überprüft werden. (vgl. S. 7f)

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2012
Autoren, Institution	Martin Ammon (EuPD Research), Linda Kleinschmidt (Deutsches CleanTech Institut - DCTI)
Auftraggeber	Siehe Herausgeber
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Sachsen-Anhalt
Zeitraumen	Prognose beginnend mit dem Ist-Zustand ab 2007 bis 2020/30
Art des Zeitrahmens	Zieljahre 2020 und 2030
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie, Wärme, Mobilität
Modellierte Nachfragesektoren	Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Windenergie, PV, Biomasse, Biogas, Laufwasser, Deponie- und Klärgasnutzung
Wirtschaftlicher Fokus?	Stromgestehungs- und Energiekosten, CO ₂ Kosten, EEG, Netzkosten
Sozialer Fokus ?	Zukunftsprognose mit demografischem Wandel in der Bevölkerung

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Prognose zum Ausbau der EE bis 2030
Wind	Zukünftig wird von einer Installation von WKA der Nennleistung 5-10 MW statt bisher 2,5 MW ausgegangen, die sowohl als Neuanlagen, als auch im Repowering Anwendung finden.
PV	60 % aller Dachflächen des Landes eignen sich in 2 Klassen mit den folgenden, spezifischen Leistungseinbußen für die Installation von PV-Anlagen Klasse I ⁴⁰ auf Schrägdächern (- 15 %) und Flachdächern (- 10 %), Klasse II ⁴¹ auf Schrägdächern (- 25 %) und Flachdächern (- 15 %), wobei je 15 % der Flachdächer beiden Klassen, von den Schrägdächern 7,5 % der Klasse I und 22,5 % der Klasse II zugeordnet werden (vgl. S. 57f)
Biomasse	Das hohe, landwirtschaftliche Bioenergie-Potenzial wird begrenzt durch die Flächenkonkurrenz zur Lebensmittelproduktion, eine wachsende Reglementierungen im Rahmen der Umweltverträglichkeit und die Flächen-

⁴⁰ Südliche Ausrichtung

⁴¹ weniger geeignete Flächen beeinflusst durch Neigung und Ausrichtung (Richtung Ost/West)

	konkurrenz zur stofflichen Nutzung führt zu einer Verringerung auf 1,87 TWh/a in 2020. 2030 steigt die Nettostromerzeugung dann wieder auf 2,18 TWh/a an, was den Wert von 2011 (2,12 TWh/a) nur leicht übersteigt.
--	---

*Verwendete Daten*⁴²

Wirtschaftliche Daten	EEG Vergütung, MAP EE-Wärme, regionale Wertschöpfungsannahmen
Soziale Daten	Prognose der Bevölkerungsentwicklung des Statistischen Landesamtes
Ökologische Daten	Landnutzung zur stofflichen Nutzung bzw. Lebensmittelproduktion
Klimadaten	Klima- und Energiepaket der EU ⁴³

⁴² Modellschilderung S. 17ff

⁴³ http://ec.europa.eu/climateaction/docs/climate-energy_summary_de.pdf

Szenarien

Name	Szenario 1 ⁴⁴	Szenario 2 ⁴⁵	Szenario 3 ⁴⁶ bzw. eigenes Modell
Wind	Nach einer Abschreibungsdauer von etwa 16a ⁴⁷ wird die WKA ersetzt, wodurch auch bei knapper werdenden, freien V-E Flächen ⁴⁸ die absolute Stromerzeugung aus Windkraft ansteigt.	Repowering der Altanlagen auf 5 MW.	Zukünftige Installation von 10 MW Anlagen mit einer Gesamthöhe von 200 m. Eine zukünftige Steigerung der Windkraft um 18 % in 2020 bzw. 44 % in 2030 wird bezogen auf 2011 prognostiziert.
PV	Bis 2020 wird ein Ausbau des PV-Anteils an der Nettostromerzeugung auf 3 % (0,4 TWh/a) und auf 7 % (1,6 TWh) steigen. Durch Kürzungen der Vergütung im EEG 2012 und allmählich sinkende Stromgestehungskosten mittel- bis langfristig erfolgen.		
Biomasse		Stromerzeugung durch Bioenergie in 2030 vorwiegend aus fester Biomasse (ca. 1,4 TWh/a), Verringerung der flüssigen Biomasse-Nutzung auf nahezu Null, Verringerung auch der Biogas-Verstromung auf ca. 0,7 TWh/a in 2030. ⁴⁹	
Selbsteinschätzung Szenario	Referenzszenario/Mindesterfüllung der Ziele der EU als untere Grenze	Optimistische Einschätzung mit moderaten Annahmen	Tatsächliche Wachstumspotenziale

⁴⁴ Beruhend auf dem Energiekonzept der Bundesregierung

⁴⁵ Aktualisiertes Leitszenario des Bundesumweltministeriums mit leichter Übererfüllung der Ausbauziele aus Szenario 1

⁴⁶ Nach der Branchen-Prognose der Agentur für EE (AEE)/des Bundesverbands für EE(BEE) dargelegte Einschätzung der EE Potenziale im Land

⁴⁷ gemäß AfA-Tabelle

⁴⁸ Vorrangs- und Eignungs-Flächen

⁴⁹ Werte abgelesen auf S. 36 der Studie

Energieeinsparung			Die Stromnachfrage sinkt zwischen 2011 und 2030 um 11 %, Mineralöle (Rückgang um 39 %) verlieren im selben Zeitraum weiter an Bedeutung, Der Wärme- bzw. Treibstoffbedarf verringern sich im selben Zeitraum um 11 % bzw. um 2 %
Emissionsminderungen			Insgesamt sinkt der CO ₂ Ausstoß im Land ab 2010 kontinuierlich um insgesamt etwa 3 Mio. t je Jahrzehnt, wobei bei abnehmender Bevölkerungszahl und -dichte im selben Zeitraum der pro Kopf Ausstoß von 10,85 auf 12,55 t pro EW ansteigt (vgl. S.47, S.68)
Anteil EE Elektro			Nahezu konstanter Anstieg auf in 2020 44 %, 2030 53 % an der Nettostromerzeugung, bzw. Anstieg auf 85 % in 2020 bis auf 96 % in 2030 am Strombedarf der Endverbraucher
Anteil EE Wärme			18 % in 2011, 20 % in 2020 und 23 % in 2030
Anteil EE Mobilität			10,7 % in 2020 mit Anstieg durch weitere Ausschöpfung der Kapazitäten
Anteil EE an PEV/EEV			PEV nach logarithmisch abnehmender Trendfunktion modelliert mit Bestimmtheitsmaß von 44 %, 2020 nur noch 81 % des PEVs von 1991 durch massiven Bevölkerungsrückgang, EEV sinkt zwischen 2010 und 2030 um 2 %, wobei die Werte pro EW im selben Zeitraum deutlich steigen (vgl. Tabelle 5 S. 28)

Schlussfolgerungen

Sachsen-Anhalts Entwicklung der kommenden Jahre wurde in dieser Studie angenommen und mit vielen Energiekennzahlen belegt, wobei studieninterne Prognosen größtenteils von den Autoren selbst durchgeführt wurden. Besonders die Energieeffizienz und Emissionsminderung, aber auch konkrete Handlungsempfehlungen stehen neben dem „Status quo“ im Mittelpunkt. Energiespeicherung, Netzausbau, Kostenstrukturen und politische Strategieveränderungen werden als klare Handlungsfelder im Rahmen der Energiewende Sachsen-Anhalts herausgearbeitet. Eine Studie mit hohem Informationsgehalt.

ST: Studie E [Grüne 2015]

„Konzept einer zukunftsfähigen Energieversorgung – Eine Zukunft mit 100 % Erneuerbaren Energien Sachsen-Anhalt als Energieexportland“ [Grüne 2015]

Herausgeber: Landtagsfraktion Bündnis 90 - Die Grünen

Ziel der Studie

Die Erreichbarkeit des Ziels von 100 % Erneuerbare Energien am Strom-, Wärme- und Mobilitätsbedarf soll in Sachsen-Anhalt in 30 Jahren geprüft werden.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2015
Autoren, Institution	Dorothea Frederking als Energiepolitische Sprecherin der Landtagsfraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN im Landtag von Sachsen-Anhalt; Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt von der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften; Astrid Schneider von Solar Architecture, Design, Research & Communication
Auftraggeber	Siehe Herausgeber
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Sachsen-Anhalt
Zeitraumen	Ab 2015 bis ca. 30 a später
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie, Wärme, Mobilität
Modellierte Nachfragesektoren	Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Windenergie, Solarenergie, Bioenergie, oberflächennahe Geothermie, Wasserkraft
Wirtschaftlicher Fokus?	Kreislaufwirtschaft

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisches Potenzial
Wind	Wind onshore: 31 TWh aus 2.850 WEA ⁵⁰ (250 mehr als heute), 5x leistungsfähiger als heute, moderne Anlagen mit Gesamthöhe von 235 m, Vollaststundenzahl von 3000-4000h/a und 8 MW Turbinen, Wind offshore: 6,5 TWh bereitgestellt für Ballungszentren-Versorgung (Strom, Wärme, Verkehr) S. 36
PV	Verzehnfachung der aktuellen Kapazität, auf Dächern und Fassaden privater und öffentlicher Gebäude, Gewerbe- und Industriehallen, auf zukünftig überdachten Parkplätzen, Konversionsflächen. In Summe ergibt dies 0,65 % der Landesfläche (Vgl. S. 36)
Solarmodule	Kraft-Wärme gekoppelte (KWK) Solarmodule stellen Elektroenergie und Wärme bereit. (Vgl. S. 12)

⁵⁰ Windenergieanlagen

Bioenergie	30 % des jährlichen Zuwachses an Biomasse von 500.980 ha Wald findet energetisch Verwendung → ergibt 20,2 MWh/ha (mit Heizwert von 4,3 kWh/kg), 30 % des Stroh von 580.000 ha Getreideanbau wird energetisch verwendet → 15,1 MWh/ha Wärmeenergie (mit Heizwert: 4 kWh/kg), Ausweitung der Fläche des Energie- und Ölpflanzenanbaus von 142.986 ha auf 227.128 ha, um auf dieser Fläche ausschließlich extensiven Wildpflanzenanbau für Biogas und als Energiepflanzen zu betreiben, → mit Ertrag von 2.500 m ³ Methan je Hektar und Jahr (Vgl. S. 36)
Oberflächennahe Geothermie	Niedertemperatur (NT)-Wärmenutzung mittels Wärmepumpen aus Umgebungswärme (aus dem Untergrund), Entkopplung von Wärmebereitstellung und -Bedarf mittels Einbringung der Solarthermie-Wärme im Sommer in den Untergrund und Bereitstellung im Winter S.23, S.34
Wasserkraft	aktuelle Laufwasser-Energiebereitstellung i.H.v. 78 GWh/a beibehalten (Siehe S. 36)

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	EEG Vergütung
Ökologische Daten	Ökologie des Landes durch verminderte Monokulturen und Biodiversität, Nutzung der Ergebnisse der Studie „Energie aus Wildpflanzen“ über Wildblumenanbau und deren Verarbeitung zu Biogas.

Szenarien

Name	Grünes Energieszenario
Wind	Vorwiegend aus Wind wird ein großer Elektroenergie-Überschuss bereitgestellt, um diesen in Form von Umgebungswärme, Prozesswärme bzw. Treibstoffe zu nutzen bzw. anderweitig zu speichern (z.B. Batterie)
PV/ Solarthermie	insgesamt wird 0,65 % der Landesfläche (17 % der Gebäude- und Freiflächen) für PV und Solarthermie gemeinsam erschlossen, da eine KWK der Solarmodule angenommen wird.
Bioenergie	Als Alternativen zu Monokultur-Raps und Mais werden Wildpflanzen zur Biogas- und Methanol-Herstellung angebaut, ebenfalls wird Energie aus Rest- und Abfallstoffen gewonnen
oberflächennahe Geothermie	Stromspitzen werden in Form von NT-Wärme in den Untergrund gespeichert und bei Bedarf wieder entladen
Wasserkraft	Grundlastdeckung durch Wasserkraft
Selbsteinschätzung Szenario	Realistische Darstellung der tatsächlichen Potenziale
Energieeinsparung	In 30a 50 % des Endenergiebedarfs von 2012 angenommen, dieser setzt sich zusammen aus: 28,6 % Einsparung zum heutigen Strombedarf durch Effizienzsteigerung, 60,5 % Einsparung zum heutigen NT-Wärmebedarf durch Effizienzsteigerung (siehe S. 13f), 34,7 % Einsparung von Prozesswärme, 64,6 % Einsparung bei Mobilität durch Effizienzsteigerung und Umstellung auf Elektromotoren) (Siehe S.33f)
Emissionsminderungen	CO ₂ Verwendung in der „Biosprit-Synthese“, Methanol-Verwendung als Treibstoff-Zusatz.
Anteil EE Elektro	100 %
Anteil EE Wärme	100 % (Größtenteils Heizwärme aus Umgebungswärme mittels Wärmepumpen, Power to Heat, Prozesswärme aus Bio- und Elektroenergie)

Anteil EE Mobilität	100 % (Es wird hierbei 20 % weniger Verkehrsaufkommen durch effizientere Logistik angenommen, 87 % des Verkehrs wird auf E-Mobilität umgestellt, verbleibender Rest und auch Flugzeuge, werden mit EE-Treibstoffen betankt)
Anteil EE an PEV/EEV	100 %
Technologische Innovationen	Herstellung von Benzin, Diesel und Kerosin aus EE, Wandlung von Elektroenergie in Treibstoffe mit einem Gesamtwirkungsgrad von 47 % angenommen, Ausstattung des Flugverkehrs mit „EE-Kerosin“, WEA mit 8 MW/Turbine, KWK bei Solarmodulen, Wasserelektrolyse, CO ₂ Abscheidung und Verwendung, Methanol-Synthese
Wirtschaftliche Entwicklung	Etwa eine halbe Million Euro wird jährlich durch den Vertrieb von EE im Land erwirtschaftet. Anhand von Kreislaufwirtschaft besonders im Bioenergiebereich wird mit Stabilisierung der ökologischen Verhältnisse im Land geplant.

Schlussfolgerungen

100 % EE am Primärenergiebedarf Sachsen-Anhalts seien, bei um 50 % verringertem Primärenergiebedarf durch effizientere Verbraucher, in etwa 30 a möglich. Das Land solle Energieexportland bleiben und versorgt laut der Szenarien neben den 2,31 Mio. landeseigenen Einwohnern insgesamt 4,68 Mio. Menschen in Ballungsräumen mit Energie und Nahrungsmitteln. Nach Windenergie und PV ist Bioenergie die drittgrößte Erneuerbare Energiequelle und trägt durch verstärkten Wildpflanzenanbau und Verarbeitung zu Biogas zu einer Re-Ökologisierung der Bioenergie-Bereitstellung bei. Viele Verwendungsmöglichkeiten zur kreislaufwirtschaftlichen Ausnutzung der Ressourcen und gesamtökologischen Verbesserungen werden gegeben, so z.B. die Biosprit-Synthese aus abgeschiedenem Bioenergie-CO₂ und Wasserstoff aus der Reduktion von Wind- und Sonnen-Stromspitzen.

ST: Studie F [Zere 2015]

Wissenschaftliche Begleitung der Koordinierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Sachsen-Anhalt [Zere 2015]

Herausgeber: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt

Ziel der Studie

Ziel ist die Potenzialermittlung zur Fortschreibung des Ausbaus Erneuerbarer Energien (EE) im Bundesland. Dabei soll eine postleitzahlscharfe Zuordnung der EE-Potenziale je nach Energieform im Land möglich werden. Anhand von 3 Szenarien sollen außerdem potenzielle Konsequenzen und Handlungsempfehlungen zur Koordinierung von EE- und Netzausbau abgeleitet werden.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2015
Autoren, Institution	Zentrum für Regenerative Energien Sachsen-Anhalt, ZERE e.V.
Auftraggeber	Siehe Herausgeber
Finanzierungsquelle	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Sachsen-Anhalt
Zeitraumen	Von 2011 bis 2033
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Elektroenergie
Modellierte Nachfragesektoren	Industrie, GHD, Haushalte
Betrachtete Technologien	Windenergie, PV, Biomasse, Biogas
Wirtschaftlicher Fokus?	Repowering, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, Netzausbau
Sozialer Fokus ?	Bevölkerungsdichte und -Entwicklung

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisches Potenzial
Wind	Bei einem angenommenen Flächenbedarfswert von 3,6 ha/MW inklusive Repowering und keinen Neuausweisungen, wird postleitzahlscharf das Potenzial ermittelt. Da in Ausnahmefällen eine Randbebauung von 100m über der Vorrangs- und Eignungs- (V-E) Flächengrenze hinaus möglich ist, wird die Hälfte dieser Flächen ins Potenzial aufgenommen. Ein Drittel der Bestands-Anlagen außerhalb der V-E Flächen geht außer Betrieb und ein begrenztes Repowering ist dort möglich. Das Gesamtpotenzial der Windenergie beläuft sich auf 7.135 MW.
PV	Als Flächenpotenzial wird ein 110 m Randstreifen an Bahngleisen und Autobahnen außerhalb von Schutzgebieten angenommen. Außerdem wird der PV-Bestand auf Grün- und Ackerflächen erfasst. Weitere nutzbare Freiflächen sind auf Konversionsgeländen, und in Gewerbe- und Industriegebieten. Über Statistiken lassen sich weiterhin 20 Mio. m ² nutzbare Dachflächen identifizieren. Es wird generell von einer mittleren Globalstrahlung von 1.000 W/m ² ausgegangen, wobei ein Wirkungsgrad der PV-Module von 12 % angegeben wird. Bei unverschatteten Anlagen wie z.B. auf Freiflächen lässt sich ein Flächenbedarfswert von 2,9 ha/MW installierter Leistung annehmen. Das Gesamtpotenzial der PV im Land liegt somit bei 7.329 MW.

Wasserkraft	Aufgrund der geringen, elektrischen Leistung und nahezu ausgeschöpfter Potenziale wird die Wasserkraft, bezüglich der Potenzialermittlung, als ausgeschöpft angesehen
Biomasse	Das Ausbaupotenzial der Biomasse in Konkurrenz zur Flächennutzung für Lebensmittel bzw. eine stoffliche Weiterverarbeitung und steigende Umweltauflagen für Monokulturen ist sehr begrenzt. Zusätzlich zum Aufbau neuer Kapazitäten ist jedoch die Betrachtung des Repowering von Bestandsanlagen möglich. Da komplexe Wirkungsketten allgemeine Aussagen erschweren, wird in der Studie auf ein Dokument des Deutschen Biomasseforschungszentrums (DBFZ_2015 ⁵¹) hingewiesen.

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	Anlagendaten aus: EEG Anlagenregister entnommen, abgeglichen mit Anlagendaten des LVwA ⁵² , BNetzA ⁵³ , und des Übertragungsnetzbetreibers 50Hertz. Standardlastprofile des BDEW ⁵⁴ werden für die Simulationsrechnungen verwendet.
Soziale Daten	Bedarfsprofile der Bürger postleitzahlgenau ermittelt
Ökologische Daten	Umweltauflagen-Daten für z.B. landwirtschaftlichen Energiepflanzenanbau
Klimadaten	Klimamodell REMO des Max-Planck-Instituts für Meteorologie ⁵⁵ inzwischen in Verwendung des Helmholtz-Zentrums in Geesthacht

⁵¹ <http://www.energiedialog.nrw.de/repowering-bei-biogasanlagen/#more-1965>

⁵² LandesVerwaltungsAmt

⁵³ BundesNetzAgentur

⁵⁴ Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft

⁵⁵ Umweltbundesamt, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Bundesanstalt für Gewässerkunde, „Regionale Klimasimulationen für Deutschland, Österreich und die Schweiz“, präsentiert in Dessau am 25. April 2006, Zugriff am 31.03.2013.

Szenarien

Name	Konservativer Ausbau	Gemäßigter Ausbau	ProEE
Wind	Rückläufige Neuinstallation ohne Berücksichtigung von Repowering außerhalb von V-E Gebieten. Bis 2033 steigt die installierte Leistung um 34 % auf 5.328 MW.	Geringfügig rückläufige Neuinstallation von 170 MW/a ab 2014 bis 2032. 2033 wird mit 145 MW Zubau das Ausbau-Potenzial dann mit 6.832 MW nahezu ausgeschöpft.	Konstante Neuinstallation i.H.v. 260 MW/a auf insgesamt 7.968 MW, wobei Neuausweisungen von V-E Gebieten und Repowering angenommen werden.
PV	Rückläufige Neuinstallation ohne Berücksichtigung vom 110 m Streifen an Gleisanlagen und Autobahnen. Bis 2033 steigt die installierte Leistung um 21 % auf 1.831 MW.	Konstante Neuinstallation durch Zuwachs bis 2033 um ca. 143 %, wobei das Ausbau-Potenzial mit 3.683 MW nicht ausgeschöpft wird.	Jährlich ansteigende Neuinstallation beginnend bei 230 MW/a in 2014 und endend mit 320 MW/a in 2033 bei einer Gesamtleistung von 7.257 MW.
Biomasse	Rückläufige Neuinstallation mit Stagnation in 2026. Bis 2033 steigt die installierte Leistung um 50 MW auf insgesamt 446 MW.	Geringfügig rückläufige Neuinstallation, bis auf 559 MW installierter Leistung in 2033.	Jährlich konstante Neuinstallation i.H.v. ca. 30 MW/a über das Biomassepotenzial DBFZ_2015 hinaus auf insgesamt 651 MW.(vgl. S. 99f)
Wasserkraft	Potenzial bereits ausgeschöpft		
Selbsteinschätzung Szenario	konservativ	Begrenzende Annahmen	Potenziale werden umfassend genutzt
Energieeinsparung	Deutlicher Rückgang der Last durch demographischen Wandel.		

Schlussfolgerungen

Die Potenzialermittlung dieser Studie erfolgt überaus transparent in Bezug auf getroffene Annahmen und ist weiterhin sehr ausführlich im Bereich der Last- und Netzsimulation. Das Netz- und EE-Ausbau-Potenzial wurde erfolgreich bestimmt und in Szenarien geprüft. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass beim weiteren Ausbau des Erneuerbaren Energiepotenzials die Ziele der Landesregierung weit übertroffen werden können. Bezüglich des Netzausbaus bzw. lokaler Speicherung der Energie wird zwingend notwendig, um Netzüberlastungen und -Ausfälle zu vermeiden.

TH⁵⁶: Studie A [EKP 2011]

„Neue Energie für Thüringen – Ergebnisse der Potenzialanalyse“ [EKP 2011]

Herausgeber: Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie

Ziel der Studie

Ziel ist die Überprüfung des Eckpunktpapiers „Neue Energie für Thüringen“ (TMWAT 2011) der Landesregierung. Darin bestand das Ziel, 2020 einen Anteil von 45 % des Nettostrombedarfs und 30 % des Endenergieverbrauchs aus Erneuerbaren Energien (EE) zu decken. Weiterhin soll in dieser Studie für Thüringen ein EE-Potenzial bis 2050 erstellt werden.

Allgemeine Informationen

Jahr der Veröffentlichung	2011
Autoren, Institution,	Joachim Fischer, Dieter D. Genske, Thomas Jödecke, Steffi Klenner, Maria Nuschke, Ariane Ruff, FH Nordhausen, Matthias Schwarze, Energie-Klima-Plan (EKP) GmbH
Auftraggeber	Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie
Finanzierungsquelle (privat, öffentlich)	öffentlich
Räumliche / Geographische Abdeckung	Bundesland Thüringen unterteilt in Mittel-, Nord-, Ost- und Südwest-Thüringen
Zeitraumen	2010 – 2020/ 2050
Art des Zeitrahmens	Zieljahr
Modellierte Energiesektoren	Strom, Wärme und Treibstoff
Modellierte Nachfragesektoren	Wohnen, Arbeiten und Mobilität
Betrachtete Technologien	Solar-, Wind-, Wasser-, Bio-Energie, oberflächennahe - und Tiefengeothermie, Abwasserwärme, Deponiegas aus Müllverbrennungsanlagen
Sozialer Fokus?	Siedlungs- und Landschaftsraumtypen, Sozialer Wohnungsbau

⁵⁶ Thüringen

Methodik der Potenzialermittlung

Bezeichnung	Technisches Potenzial
Wind	<p>Zur Bestimmung des Potenzials wurde eine Windgeschwindigkeitskarte zur Empfehlung der Ausweisung von Vorrangs- und Eignungs- (V-E) Gebieten durch die AL-PRO GmbH erstellt. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit beträgt:</p> <p>in h = 50 m Höhe über NN → $v > 5\text{m/s}$, in h = 80 m Höhe über NN → $v > 5,5\text{ m/s}$ und in h = 120 m Höhe über NN → $v > 6\text{m/s}$.</p> <p>Die Rauigkeit des Geländes wurde mit 0,14 angenommen und die Volllaststundenzahl der Windenergieanlagen (WEA) beträgt 1.600 h/a.</p> <p>Auch Wald, Naturparks, Landschaftsschutzgebiete und Trinkwasserschutzzonen wurden besonders für das Ambitionierte und das Exzellenz-Szenario als grundsätzlich nutzbare Orte für WEA angenommen, wobei gesetzliche Abstandsregelungen für Wind V-E Gebiete eingehalten wurden. ((Vgl. S.40f)</p>
PV	<p>Für diverse Siedlungstypen wurde eine solare Gütezahl unterteilt nach solar nutzbaren Flächen von Dächern und Fassaden vergeben. (Daten Solardachkataster Erfurt).</p> <p>Die Einstrahlung wurde mit $1090\text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ und der Modulwirkungsgrad im Durchschnitt bei 10 % angenommen, wobei die Flächen-Ertragsannahme bei $9\text{ m}^2/\text{kWp}$ liegt. (Vgl. S.38f)</p>
Solarthermie	<p>Es wurde eine Deckung von etwa 2 % des Endenergieverbrauchs (EEV) durch Solarthermie in 2050 angenommen mit einem linearen Zubau von Dach und Fassadenanlagen.</p> <p>Je nach Installationsort wurden 30-60 % Nutzungsgrad bei einer Einstrahlung von $1090\text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ für die Berechnung genutzt. (Vgl. S.38f)</p>
Bioenergie	<p>Bioenergie wird aus folgender Zusammensetzung bereitgestellt: Aus dem Ackerbau (38 %) entstammt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stroh, Energiepflanzen und Nebenprodukten der Biokraftstoffproduktion, zum Bereich Holz (33 %) gehören: • Waldholz, Sägewerksabfall, Landschaftspflegeholz, <p>Rest- und Abfallstoffe (21 %) sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altholz, Grünabfall, Gülle/Festmist, Bioabfall, Hausmüll <p>Und vom Grünland (8 %) bezieht man: Gras und Heu.</p> <p>Die Ermittlung der Primärenergieinhalte der zuvor angeführten Fraktionen erfolgt laut der Studie nach einer konservativen Bewertung ihrer Nutzung. Dabei wird auf die Betrachtung von Restriktionen, wie z.B. Nutzung zur Nahrungsmittelproduktion, Begrenzung des Energieholzanteils im Wald und Nutzungsbegrenzungen im Grünlandbereich eingegangen.</p> <p>Private Kleinfeuerungsanlagen wurden anhand von der Rauchschorsteinverteilung erfasst. Dies trifft auf etwa 10 % der Haushalte zu. Groß-Feuerungstechnik wurde in effizienten KWK-Verbrennungsanlagen angenommen. ((Vgl. S.47f; S. 70f, S. A1-1f)</p>

Wasserkraft	<p>Laufwasserkraftwerke wurden mit einer Volllaststundenzahl von 4.500 bis 6.500 h/a, bei einem Nutzungsgrad von 60-80 % angenommen. Anhand von zu erwartenden Effizienzsteigerungsmaßnahmen wurde davon ausgegangen, dass Anlagen im Betrieb mit < 1 MW Nennleistung bis zum Zielhorizont eine Steigerung des Ertrags um 20 %, und Anlagen im Betrieb mit > 1 MW bis zum Zielhorizont eine Steigerung des Ertrags um 10 % erzielen. (Vgl. S.41)</p>
Tiefen-Geothermie	<p>Die Errichtung von Geothermiekraftwerken mit einer Förderung von mindestens 100 Liter Thermalwasser pro Sekunde und einer Produktionstemperatur von ca. 150 °C wurde als notwendige Grundannahme für das Potenzial getroffen. Die Volllaststundenzahl betrage etwa 7.900 h/a, wobei die Kraftwerke in geeignete, also fündigen Gebieten in Thüringen errichtet werden sollen.</p> <p>Die jeweiligen Geothermie-Reservoirs sind hierbei lokationsabhängig in Teufen⁵⁷-Bereichen von etwa 4.150 bis 5.200 m unter Geländeoberkante (GOK) zu erwarten.</p> <p>(Vgl. S.46f)</p>
Oberflächennahe Geothermie/ Umgebungswärme	<p>Erdwärmesonden-Bohrungen werden angenommen mit durchschnittlich 80 m Tiefe unter GOK, mit 50 W/m Entzugsleistung und einem Energieinhalt von 126 kWh pro Meter Teufe und Jahr. Hierbei wurde der Mindestabstand zur nächsten Bohrung in geeigneten Gebieten mit 16 m angenommen. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) der verwendeten Wärmepumpe (WP) beträgt im Mittel 3,5. Je nach Siedlungsraumtyp wurde somit eine maximale Dichte von vertikalen Erdwärmesonden zwischen 6 und 12 Sonden je ha ermittelt.</p> <p>(Vgl. S. 42ff)</p>
Abwasserwärme	<p>Die Ermittlung des Volumenstroms, die Temperaturdifferenz des Wärmeentzugs und die Wärmekapazität des Fluids wurden zur Bestimmung des Abwasser-Wärmenutzungspotenzials erfasst. Eine JAZ: von 3,5 wurde im Schnitt bei 2.400 Jahresarbeitsstunden der Wärmepumpe und 100 l Abwasser je EW und Tag angenommen. Somit sind etwa 5-10 % des Wärmebedarfs von Wohngebäuden durch Wärmerückgewinnung deckbar.</p> <p>(Vgl. S.44ff)</p>
Deponiegas aus Müllverbrennungsanlagen	<p>Im Gegensatz zu den geschilderten, ausbaufähigen Technologien bleibt diese Technologie bei 13 % der Strombereitstellung und 9 % der Wärmebereitstellung konstant, da sie als ausgeschöpftes Potenzial betrachtet wird.</p> <p>(Vgl. S.62ff)</p>

Verwendete Daten

Wirtschaftliche Daten	Einspareffekte aus Energieeffizienz, Technologiedaten, wie z.B. von Wärmepumpen
Soziale Daten	Zukünftige Anpassung des EEV im Land
Ökologische Daten	Naturräume werden betrachtet, strukturelle und ökologische Belange als Einschränkungen des technischen Bioenergie-Potenzials werden genutzt (S.47)
Klimadaten	Klimadaten aus IWU_2009 ⁵⁸

⁵⁷ Beschreibt die Tiefe unter Tage

⁵⁸ IWU (2009) Klimadaten deutscher Wetterstationen. Aufbereitet durch das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU)

Szenarien

Name	Referenz-Szenario	Ambitioniertes Szenario mit Effizienzsteigerung	Exzellenz-Szenario mit Effizienzsteigerung
Wind	Installierte Leistung der WEA steigt bis 2050 um 116 % (Vgl. Prognos_2009 ⁵⁹ S. 116)	Bis 2050 voll ausgeschöpftes Potenzial	Bis 2050 voll ausgeschöpftes Potenzial
PV	Ausbau nach dem Integrierten Energie- und Klimaprogramm der Bundesrepublik (IEKP_2007 ⁶⁰)	50 % der im Stadtraum erzeugbaren Potenziale genutzt	90 % der im Stadtraum erzeugbaren Potenziale werden genutzt
Solarthermie	Ausbau nach IEKP_2007	50 % der im Stadtraum erzeugbaren Potenziale genutzt	90 % der im Stadtraum erzeugbaren Potenziale genutzt
Biomasse	Ausbau nach IEKP_2007	Bis 2050 voll ausgeschöpftes Potenzial	Bis 2050 voll ausgeschöpftes Potenzial
Geothermie	Ausbau nach IEKP_2007	50 % der im Stadtraum erzeugbaren Potenziale genutzt	90 % der im Stadtraum erzeugbaren Potenziale genutzt
Wasserkraft	Ausbau nach IEKP_2007	Bis 2050 voll ausgeschöpftes Potenzial	Bis 2050 voll ausgeschöpftes Potenzial

⁵⁹ Prognos & Öko-Institut (2009) Modell Deutschland, Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken (Bearbeiter A. Kirchner, F.C. Matthes et al.). Eine Studie im Auftrag des WWF Deutschland. Basel/Freiburg, Prognos AG, Ökoinstitut, 495

⁶⁰ IEKP (2007) Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesrepublik. Meseberg 23./24.08.2007

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Selbsteinschätzung Szenario	„Business as usual“ Verhalten modelliert nach bundesdeutschem Trend (Vgl. S. 13), Grundszenario aus Prognos_2009 (S.52-53) genutzt.	An Thüringen angepasste Strategie mit Reduktion der Abhängigkeiten von fossilen Energieträgern, Innovationsszenario aus Prognos_2009 S.169-171 genutzt.	Weitere Steigerung des ambitionierten Szenarios mit erhöhter Ausschöpfung der EE und Effizienzmaßnahmen zur Reduktion des EEVs.
Energieeinsparung	Entsprechend den zu erwartenden bundesdeutschen Verordnungen, liegt der EEV in 2050 um 30 % geringer (Vgl. S.28ff)	Weitere, innovative Effizienzsteigerungs-Maßnahmen zum Referenzszenario, besonders von Warmwasser, Prozesswärme und Nutzung von Brennstoffen, Erhöhung der Sanierungsraten je Nutzungstyp ((Vgl. S.30, Tab. 7), sowie Verwendung von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (Vgl. S.13f, S.28ff)	Weitere, innovative Effizienzsteigerungs-Maßnahme zur Reduktion von Elektroenergie-, Wärme- und Treibstoffbedarf, Erhöhung der Sanierungsraten je Nutzungstyp (Vgl. S.30, Tab. 7), Sanierung der Haustechnik und Abstimmung der energetischen Sanierung mittels Sanierungszyklen und technologische Fortschritte der Energienutzung (Vgl. S.28ff)
Emissionsminderungen	20-30 % bis 2020 nach EU-Vereinbarung,	Erhebliche Senkung in Anlehnung an Technologie-Entwicklungsvorschläge: Prognos_2009 (Vgl. S. 169-171)	Vgl. ambitionierten Szenario
Anteil EE Elektro	45 % in 2020, 76 % in 2050	118 % in 2020 455 % in 2050	188 % in 2020 748 % in 2050
Anteil EE Wärme	25 % in 2020, 38 % in 2050	31 % in 2020 62 % in 2050	34 % in 2020 80 % in 2050
Anteil EE Mobilität	7 % in 2020 16 % in 2050	7 % in 2020 21 % in 2050	8 % in 2020 26 % in 2050

Potenziale Erneuerbarer Energien in Ostdeutschland

Anteil EE am EEV	26 % in 2020 47 % in 2050	44 % in 2020 153 % in 2050	61 % in 2020 247 % in 2050
Technologische Innovationen	Keine technologischen Sprünge	Technologie-Entwicklungs-Vorschläge: Prognos_2009 (Vgl. S. 169-171) berücksichtigt	Vgl. ambitioniertes Szenario
Soziale Entwicklung	Rückgang der Bevölkerung: Bis 2030 um -17 % Bis 2050 um -33 % (Vgl. S. 10f)	Vgl. Referenzszenario	Vgl. Referenzszenario

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend zeigt sich, dass Thüringen erhebliche Potenziale im Bereich der Regenerativen Energien besitzt. Das Ziel der Landesregierung von 45 % EE am Elektroenergiebedarf bis 2020 wird im Referenzszenario erreicht. Zur Erreichbarkeit eines Anteils von 30 % EE am Endenergieverbrauch sind jedoch zusätzliche Anstrengungen notwendig. Diese Studie bietet eine sehr transparente Darlegung der EE Potenziale