

Fortschreibung des
Integrierten Regionalen
Energiekonzeptes (IRE)
der Planungsregion Ostthüringen
für den Teilbereich der Stromerzeugung

ThINK –
Thüringer Institut für Nachhaltigkeit
und Klimaschutz GmbH



Auftraggeber:

Regionale Planungsgemeinschaft Ostthüringen

Puschkinplatz 7

07545 Gera

Tel.: +49 (0)356-8223-1410

Fax: +49 (0) 356-8223-1413

e-Mail: Regionalplanung-ost@tlvwa.thueringen.de

<http://www.regionalplanung.thueringen.de/rpg/ost/index.asp>

Auftragnehmer:

ThINK – Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz

Leutragraben 1

D - 07743 Jena

Tel.: +49 (0)3641-57 33 250

Fax: +49 (0)3641-57 34 3250

e-Mail: info@think-jena.de

<http://www.think-jena.de>

Autoren:

Dr. Stefan Knetsch (Projektleitung)

Dr. Matthias Mann

Dipl.-Geogr. Heiko Griebisch

Hinweis:

Dieser Bericht gibt die fachliche Einschätzung des Auftragnehmers wieder. Diese entspricht nicht zwangsläufig auch der Meinung des Auftraggebers.

Jena, August 2015

Inhalt

Kurzfassung des Konzeptes	9
1. Einleitung	11
2. Planerische, rechtliche und politische Rahmenbedingungen	12
2.1 Ziele der Bundesregierung	12
2.2 Ziele der Landesregierung	12
2.3 Landesentwicklungsprogramm 2025	12
2.4 Koalitionsvertrag vom November 2014	12
2.5 Länderöffnungsklausel Wind	13
2.6 Urteil des OVG	13
2.7 EEG-Novelle vom 01. August 2014	14
2.7.1 Allgemeine Veränderungen	14
2.7.2 Photovoltaik	16
2.7.3 Windkraft	16
2.7.4 Biomasse	17
3. Bestand erneuerbarer Energien	19
3.1 Methodik	19
3.2 Photovoltaik	19
3.3 Windkraft	23
3.4 Biomasse	28
3.5 Wasserkraft	31
3.6 Deponiegase	32
3.7 Tiefengeothermie	33
3.8 Zusammenfassung	33
4. Ermittlung und Prognose des Stromverbrauchs	36
4.1 Ermittlung des Stromverbrauchs	36
4.2 Problem des Eigenverbrauchs	38
4.3 Aktueller Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in Ostthüringen	39
4.4 Prognose des Stromverbrauchs	41
4.4.1 Nationale Ebene	41
4.4.2 Thüringen	42
4.4.3 Ostthüringen	43
5. Vergleich, Bewertung und Umsetzung der Potenziale	45
5.1 Photovoltaik	45
5.2 Windkraft	49

5.3	Biomasse	52
5.4	Wasserkraft	54
5.5	Deponiegase	54
5.6	Tiefengeothermie	54
6.	Zusammenfassung und Ausblick	56
	Literaturverzeichnis	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Quantitative Ziele der Bundesregierung zur Umsetzung der Energiewende (Quelle: [3])	12
Abbildung 2: Vergütungssätze für Photovoltaik nach dem EEG in der jeweils gültigen Fassung (Quelle: eigene Erhebungen)	16
Abbildung 3: Vergütungssätze für Windenergie an Land nach dem EEG in der jeweils gültigen Fassung (Quelle: [9])	17
Abbildung 4: Vergleich beispielhafter Vergütungen für Biogasanlagen nach EEG-2009, EEG-2012, EEG-2014 (inkl. Kapazitätsprämie für EEG-2014) (Quelle: [10])	18
Abbildung 5: Vergleich beispielhafter Vergütungen für Biomasse-HKW nach EEG-2009, EEG-2012, EEG-2014; inkl. Kapazitätsprämie für EEG-2014 (Quelle: [10])	18
Abbildung 6: Photovoltaik: Entwicklung der installierten Leistung und der Jahresarbeit 2006 bis 2014 (Datenquelle: [12], [13])	20
Abbildung 7: Photovoltaik: jährlicher Zubau der installierten Leistung in der Planungsregion Ostthüringen (Datenquelle: [12], [13])	21
Abbildung 8: Photovoltaik: Entwicklung der installierten Leistung in den Landkreisen und kreisfreien Städten. (Datenquelle: [12])	21
Abbildung 9: Photovoltaik: installierte Leistung pro km ² in verschiedenen räumlichen Einheiten in der Bundesrepublik und den Landkreisen und kreisfreien Städten der Planungsregion Ostthüringen pro km ² . (Datenquelle: [12], [13], [14])	22
Abbildung 10: Lorenz-Kurve der installierten Leistung und Jahresarbeit für die Jahre 2006 und 2013. (Datenquelle: [12])	23
Abbildung 11: Windkraft: Jährlicher Zubau sowie kumulierte installierte Leistung in der Planungsregion Ostthüringen. (Datenquelle: TLVA, Angaben netto, incl Rückbau).....	23
Abbildung 12: Windkraft: Jahresarbeit in Ostthüringen im Vergleich zum Ertragsindex Binnenland des IWR. (Datenquelle: [12],[16]).....	25
Abbildung 13: Windkraft: Volllaststunden von WEA in der Planungsregion Ostthüringen in den Jahren 2006 bis 2013 (Datenquelle: [12])	26
Abbildung 14: Installierte Leistung (MW _{el.}) in den Landkreisen und kreisfreien Städten in der Planungsregion Ostthüringen am 31.12.2014 (Datenquelle: TLVA).....	26
Abbildung 15: Windkraft: Jährlicher Zubau sowie kumulierte installierte Leistung in der Planungsregion Ostthüringen auf Landkreisebene. (Datenquelle: TLVA)	27
Abbildung 16: Wind: installierte Leistung pro km ² (geordnet) in verschiedenen räumlichen Einheiten in der Bundesrepublik und den Landkreisen und kreisfreien Städten der Planungsregion Ostthüringen pro km ² . (Datenquelle: [12], [13], [14])	28

Abbildung 17: Biomasse: installierte elektrische Leistung (2014) nach Landkreis und Anlagentyp (Datenquelle: TLVA).....	29
Abbildung 18: Biomasse: installierte elektrische Leistung pro km ² (geordnet) in verschiedenen räumlichen Einheiten in der Bundesrepublik und den Landkreisen und kreisfreien Städten der Planungsregion Ostthüringen pro km ² . (Datenquelle: [12], [13], [14])	31
Abbildung 19: Jahresarbeit (2013) der Laufwasserkraftwerke und des Laufwasseranteils der Pumpspeicherkraftwerke Hohenwarte I und Bleiloch nach Landkreisen (Datenquelle: [12], Vattenfall).....	32
Abbildung 20: Installierte elektrische Leistung der Anlagen zur Stromerzeugung aus Deponiegas auf Landkreisebene am 31. Dezember 2013 (Datenquelle:[12])	33
Abbildung 21: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in der Planungsregion Ostthüringen im Jahr 2014 (Wasser und Deponiegas 2013), unterteilt nach EE-Arten und Landkreisen (Datenquelle:[12] [13])	34
Abbildung 22: Aktuelle relative Stromerzeugung in der Planungsregion Ostthüringen nach Energieformen (Datenquelle: [12] [13])	34
Abbildung 23: Aktuelle relative Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Planungsregion Ostthüringen nach Landkreisen und kreisfreien Städten (Datenquelle: [12] [13])	35
Abbildung 24: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach den einzelnen EE-Arten für die Jahre 2010 und 2014 in der Planungsregion Ostthüringen (Datenquellen: [5], [12]).....	35
Abbildung 25: Stromverbrauch der Landkreise und kreisfreien Städte im Jahr 2012 nach unterschiedlichen Erhebungsmethoden. Im Rahmen dieser Studie wird die Hochrechnung über Zahlen des TLS verwendet (Datenquelle: [23] eigene Erhebungen, [20])	37
Abbildung 26: Stromverbrauch in Ostthüringen im Jahr 2012 nach Verbrauchssektoren (Datenquelle: [23]).....	38
Abbildung 27: Stromverbrauch pro Kopf nach Landkreisen in der Planungsregion Ostthüringen mit Vergleichswerten (Datenquelle: [23])	38
Abbildung 28: Stromerzeugung in der ZPR Blankenstein, getrennt nach Eigenverbrauch und Einspeisung (Quelle: [26])	39
Abbildung 29: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (2014) und Nettostromverbrauch (2012) in der Planungsregion Ostthüringen (Datenquelle: eigene Erhebungen, [23])	40
Abbildung 30: Bilanzieller Anteil der erneuerbaren Energien am Nettostromverbrauch in Ostthüringen im Jahr 2014 auf Landkreisebene, Angaben zum Stromverbrauch aus 2012. (Datenquelle: [23], eigene Erhebungen)	40
Abbildung 31: Stromverbrauch in der Bundesrepublik seit 2000 sowie Szenarien zur künftigen Entwicklung (Quelle: [28]).....	41

Abbildung 32: Netto-Stromverbrauch aus dem allgemeinen Versorgungsnetz in Thüringen und seine Zusammensetzung aus Stromerzeugung und Stromimport ; jährlich eingesetzter Pumpenstrom. (Quelle: [36])	43
Abbildung 33: Szenarien zur künftigen Entwicklung des Stromverbrauchs sowie in Ostthüringen. (Datenquelle: [20], [37]).....	44
Abbildung 34: Photovoltaik: Bestand, Potenzial und aktuelle prozentuale Ausnutzung des Potenzials in der Planungsregion Ostthüringen (Datenquelle: 50 Hertz, Bundesnetzagentur, [1])	46
Abbildung 35: Abschätzung der Stromgestehungskosten für PV-Anlagen bei unterschiedlichen Einstrahlungsbedingungen. (Quelle: [41]).	48
Abbildung 36: Windkraft: Bestand (2014), Gesamtpotenzial (Döpel) und Ausnutzung des Potenzials in Prozent (Datenquellen: eigene Erhebungen, [38])	49
Abbildung 37 Windkraft: Vergleich der verschiedenen Potenzialabschätzungen mit dem aktuellen Bestand (Datenquellen: eigene Erhebungen, [20], [38]).....	50
Abbildung 38: Stromerzeugung aus Biomasse: Vergleich Bestand (2014) mit verschiedenen Szenarien nach [20] (Datenquellen: eigene Erhebungen, [20])	52
Abbildung 39: Eignung der Gesteine des Grundgebirges in entsprechender Tiefe für petrothermale Anwendungen. (Quelle: [21]).....	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der fünf größten Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse in Ostthüringen (Datenquelle: [12])	30
Tabelle 2: Vergleich von verschiedenen PV-Potenzialermittlungen (Datenquelle: [20], [1])	47
Tabelle 3: Stromerzeugung aus Biomasse in Ostthüringen: aktueller Bestand und bisherige Umsetzung der Szenarien aus [20] (Datenquelle: eigene Erhebungen, [20]).....	53

Kurzfassung des Konzeptes

Die Regionale Planungsgemeinschaft Ostthüringen steht gemäß Landesentwicklungsprogramm (LEP) 2025 vor der Aufgabe, ihren Beitrag dazu zu leisten, dass im Jahr 2020 in der Region mindestens 1.600 GWh/a elektrische Energie aus regenerativen Energien bereitgestellt werden können. Entsprechend der energiepolitischen Ziele des Freistaates Thüringen soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Nettostromverbrauch damit auf 45 % ansteigen. Bei den entsprechenden Zielsetzungen handelt es sich um eine kontinuierliche Fortsetzung der energiepolitischen Ziele der letzten Landesregierung.

Im Jahr 2014 wurden in der Planungsregion insgesamt 1.748,9 GWh Strom aus erneuerbaren Energien bereitgestellt. Damit wird in Ostthüringen gegenwärtig schon mehr Strom aus regenerativen Energien gewonnen, als es die absolute Mengenzielvorgabe des LEP 2025 für das Jahr 2020 vorsieht.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, den aktuellen Stromverbrauch in der Planungsregion Ostthüringen anhand der Verbrauchsdaten in den einzelnen Kommunen zu ermitteln. Da aber mindestens ein bedeutender industrieller Großverbraucher nicht erfasst werden konnte, konnten die nach dieser Erhebungsmethode verwendeten Daten im Rahmen der vorliegenden Studie nicht verwendet werden. Stattdessen wurde der Stromverbrauch unter Nutzung von Angaben des Thüringer Landesamtes für Statistik hochgerechnet. Demnach liegt der Stromverbrauch aus dem öffentlichen Netz gegenwärtig in der Planungsregion Ostthüringen bei 4.190 GWh. Für die nähere Zukunft wurde angenommen, dass trotz erheblicher Anstrengungen zur Energieeffizienz aufgrund unterschiedlichster Faktoren wie Elektromobilität, verstärktem Einsatz von Klima- und Kältetechnik, sich ändernder Haushaltsstrukturen oder dem Ausbau der Kommunikationstechnik der Stromverbrauch in der Planungsregion bis 2020 weiter fast konstant bleiben wird.

Für den weiteren Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sind noch erhebliche Potenziale vorhanden, die detailliert dargestellt, erläutert und diskutiert werden. Dabei sind die Potenziale für Photovoltaik, Windenergie, Bioenergie und Wasserkraft durchaus sehr unterschiedlich zu bewerten. Gleichzeitig haben sich die Rahmenbedingungen für den weiteren Ausbau von Erzeugungskapazitäten im Bereich der erneuerbaren Energien durch die EEG-Novelle vom August 2014 deutlich verschlechtert.

Im Bereich der Biomasse – die gegenwärtig den Hauptteil der Elektroenergieerzeugung aus erneuerbaren Quellen in Ostthüringen sicherstellt – sind die noch verfügbaren Potenziale nur noch gering. Hier ist in den kommenden Jahren kaum noch mit dem Ausbau von Erzeugungskapazitäten zu rechnen. Längerfristig könnten auch Anlagen aus wirtschaftlichen Gründen nach dem Ende des gesetzlichen Vergütungsanspruchs still gelegt werden.

Die Steigerung der Stromproduktion durch Photovoltaik wird bis 2020 vermutlich eher moderat ausfallen. Der relativ geringe Zubau bei den erheblichen noch vorhandenen Potenzialen ergibt sich vor allem aus den verschlechterten Rahmenbedingungen durch die EEG-Novelle vom August 2014, die insbesondere die Freiflächen-PV-Anlagen betreffen.

Angesichts der fehlenden bzw. nur noch geringen erschließbaren Potenziale bei Wasserkraft bzw. Bioenergie und dem zu erwartenden relativ zurückhaltenden Wachstum bei Photovoltaik kommt der Weiterentwicklung der Windenergienutzung in Ostthüringen zwangsläufig eine große Bedeutung zu. Ausgehend von einer Erzeugung von Strom aus Windenergie im Jahr 2014 von ca. 379 GWh sind noch erhebliche Potenziale vorhanden. Unterstellt man, dass der Ausbau der Windenergie in Ostthüringen in der Größenordnung erfolgt, die der Döpel-Studie vom Februar 2015 entspricht, dann würde sich die Erzeugung mehr als vervierfachen – wegen

der durchschnittlich deutlich höheren Leistung der einzelnen Anlagen aber nur reichlich doppelt so viel Anlagen erfordern, wie heute bereits existieren.

Die Zielvorgaben der Bundesregierung (z. B. Senkung der Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 80 bis 95 %) sind nur umzusetzen, wenn der Kurs der Umstellung der Energieerzeugung auf erneuerbare Energien konsequent weiterverfolgt wird. Besondere Anstrengungen werden dabei in den Sektoren Wärmeversorgung und Mobilität erforderlich sein, aber auch im Strombereich darf im Interesse der Zielerreichung der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien nach 2020 in keiner Weise zurückgefahren werden. Auch hier sind in den Jahren ab 2020 weitere Anstrengungen nötig. Auf der Ebene der Regionalen Planungsgemeinschaften bedeutet dies, dass, wie im Landesentwicklungsprogramm 2025 vorgegeben, die Ausweisung entsprechender Vorranggebiete für Windenergienutzung und Freiflächen-PV-Anlagen erfolgen muss.

1. Einleitung

Die Struktur der Stromversorgung der Bundesrepublik befindet sich auf Grund der von der Bundesregierung eingeleiteten Energiewende hin zu regenerativen Energien gegenwärtig in einer Phase des Umbruchs. Der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen soll steigen, während fossile Energiequellen gleichzeitig zurückgefahren werden sollen. Die Stromerzeugung aus Kernenergie soll bis 2022 vollständig eingestellt werden. Entsprechend einer Koalitionsvereinbarung vom 01. Juli 2015, die auf die Einhaltung der Klimaschutzziele der Bundesregierung für 2020 abzielt, sollen Braunkohlekraftwerke mit einer Leistung von insgesamt 2,7 Gigawatt vom Netz genommen werden. Diese werden als Reserve vorgehalten und die Betreiber erhalten eine Entschädigung.

Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass auch bei hohen Anteilen von Stromerzeugung aus volatilen Quellen (Sonne und Wind) die Bereitstellung und der Verbrauch synchronisiert sind. Weiterhin soll trotz des Umbaus der Preis für Strom für alle Verbrauchssektoren (Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und private Haushalte nicht unangemessen steigen.

Die vorliegende Studie stellt die Fortschreibung der ersten Pilotuntersuchung für die Planungsregion Ostthüringen aus dem Jahr 2008 [1] sowie der „Beiträge zur Stufe 3 eines Integrierten Regionalen Energiekonzeptes (IRE) der Regionalplanung Ostthüringen“ [2] dar. Der Bereich der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien wurde dabei in der vorliegenden Studie nicht betrachtet.

Durch ein aktuelles Monitoring soll der gegenwärtige Bestand (31. Dezember 2014) an erneuerbaren Energien in der Planungsregion Ostthüringen dokumentiert werden. Durch eine Erfassung des aktuellen Stromverbrauchs auf Landkreisebene kann damit der Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtstromverbrauch bestimmt werden.

Weiterhin soll in Kapitel 4.4 die künftige Entwicklung des Stromverbrauchs in der Planungsregion abgeschätzt werden.

In Kapitel 5 sollen die ermittelten Bestände mit den aus verschiedenen Quellen entnommenen Potenzialen verglichen werden und die Möglichkeiten zur tatsächlichen Ausschöpfung der Potenziale vor dem Hintergrund der aktuellen energiepolitischen Rahmenbedingungen diskutiert werden.

2. Planerische, rechtliche und politische Rahmenbedingungen

2.1 Ziele der Bundesregierung

Die wesentlichen energiepolitischen Zielstellungen der Bundesregierung wurden im Energiekonzept vom 10. September 2010 festgelegt. In Abbildung 1 sind Ziele, die den Strombereich betreffen, dargestellt. Danach soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in der Bundesrepublik im Jahr 2020 bei mindestens 35 % liegen.

Kategorie	2011	2012	2020	2050		
				2030	2040	2050
Treibhausgasemissionen						
Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)	-25,6%	-24,7%	mindestens -40%	mindestens -55%	mindestens -70%	mindestens -80 % bis -95 %
Erneuerbare Energien						
Anteil am Bruttostromverbrauch	20,4%	23,6%	mindestens 35%	mindestens 50 % (2025: 40 bis 45 %)	mindestens 65 % (2035: 55 bis 60 %)	mindestens 80 %
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	11,5%	12,4%	18%	30%	45%	60%

Abbildung 1: Quantitative Ziele der Bundesregierung zur Umsetzung der Energiewende (Quelle: [3])

2.2 Ziele der Landesregierung

Grundlegende energiepolitische Leitlinien wurden im Positionspapier „Neue Energie für Thüringen - Eckpunkte der Landesregierung“ [4] im Jahr 2011 formuliert. Hier ist unter anderem das Ziel enthalten, dass „ein Anteil der erneuerbaren Energien am Nettostromverbrauch bis 2020 von 45 %, und am Endenergieverbrauch bis 2020 von 30 % angestrebt“ [4] wird. Daraus wurde die im Landesentwicklungsprogramm (LEP) 2025 enthaltene Mengenzielvorgabe abgeleitet. Dieses Ziel der Vorgängerregierung wird damit auch von der neuen Thüringer Landesregierung weiter verfolgt. Das Ziel des Bundes (35 % Anteil am Bruttostromverbrauch) ist weniger ambitioniert als das 2011 formulierte Ziel des Freistaates Thüringen.

2.3 Landesentwicklungsprogramm 2025

Im Landesentwicklungsprogramm Thüringen 2025 (LEP 2025) [5], das am 05. Juli 2014 in Kraft getreten ist, sind die Leitlinien der Landesentwicklung für die kommenden Jahre im Freistaat formuliert. Das LEP 2025 enthält für alle Planungsregionen Mengenzielvorgaben für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Der Anteil erneuerbarer Energien am Nettostromverbrauch soll im Jahr 2020 bei 45 % liegen. Der Beitrag der Planungsregion Ostthüringen soll dabei bei 1.600 GWh/a liegen, eine Präferenz auf eine bestimmte Form der erneuerbaren Energien wurde nicht vorgenommen. Die räumliche und sektorale Konkretisierung der Zielvorgaben soll in den neu aufzustellenden Regionalplänen erfolgen.

2.4 Koalitionsvertrag vom November 2014

Im dem im November von den Parteien DIE LINKE, SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN geschlossenen Koalitionsvertrag [6] ist das Ziel formuliert, dass der Freistaat Thüringen bis 2040 seinen Eigenenergiebedarf bilanziell durch einen Mix aus 100 Prozent regenerativer Energie selbst decken

soll. Um dieses Ziel zu erreichen, soll bis Ende 2015 eine »Thüringer Energie- und Klimaschutzstrategie 2040« verabschiedet werden. Bis zum Jahr 2020 soll ein Anteil von 35 % erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch erreicht werden. Dieser Wert geht damit über das Ziel des Eckpunktepapiers der Landesregierung von 2011 (30 %) hinaus. Bei dem Zielwert für Strom (45 %) ergab sich keine Änderung.

Der Ausbau der Windkraft soll in Thüringen laut Koalitionsvertrag durch wirksame Instrumente der Flächenausweisung vorangetrieben werden. Im Februar 2015 wurde eine entsprechende Studie veröffentlicht, die noch vom damaligen Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr (TMBLV) beauftragt wurde. Eine weitere ergänzende Untersuchung wurde im Mai 2015 beauftragt.

Der Anteil der Landesfläche mit Windenergienutzung soll von derzeit rund 0,3 auf 1 Prozent vergrößert werden. Um die regionalen Planungsgemeinschaften bei der Erreichung dieses Ziels zu unterstützen, soll ein Windenergieerlass verabschiedet werden, der allerdings bei Redaktionsschluss der vorliegenden Studie erst im Entwurf vorlag. Darin sollen unter anderem die Voraussetzungen für den Bau von Windkraftanlagen im Wald geschaffen werden.

2.5 Länderöffnungsklausel Wind

Mit einer Länderöffnungsklausel im BauGB soll es den Bundesländern ermöglicht werden, die bauplanungsrechtliche Privilegierung für Windenergie im Außenbereich einzuschränken und hierdurch gewisse Abstände zwischen Windenergieanlagen und der Wohnbebauung festzulegen.

Mit einer gemeinsamen Bundesratsinitiative „Entwurf eines Gesetzes zur Ergänzung des Baugesetzbuchs (BauGB)“ vom 02. Juli 2013 wollten die Landesregierungen der Freistaaten Sachsen und Bayern zunächst eine Änderung des Baugesetzbuches dahingehend erreichen, hier bereits konkrete Abstandsregeln gesetzlich zu verankern.

Als Kompromiss wurde schließlich im Koalitionsvertrag von CDU/CSU und SPD vom 16. Dezember 2013 vereinbart, eine Länderöffnungsklausel auf Bundesebene zu verankern. Nach zwei Referentenentwürfen des BMUB beschloss das Bundeskabinett am 08. April 2014 einen Gesetzentwurf, der den Ländern fortan die Einschränkung der Außenbereichsprivilegierung für Windenergie über Mindestabstände zu baulichen Nutzungen ermöglichen soll. Am 01. August 2014 trat diese Änderung des Baugesetzbuches in Kraft, die als Länderöffnungsklausel bezeichnet wird [7].

Die Einzelheiten müssen in den jeweiligen Landesgesetzen geregelt werden. Vom neuen § 249 Abs. 3 BauGB machte bisher nur der Freistaat Bayern mit seiner 10H-Regelung Gebrauch.

Pläne anderer Bundesländer zur Umsetzung dieser Klausel sind bisher nicht bekannt. In Thüringen wurde von der CDU ein entsprechender Antrag im Landtag eingebracht, der aber abgelehnt wurde. Entsprechende Regelungen sollen in einem Windenergieerlass festgelegt werden und damit dann die Grundlage der zu ändernden Regionalpläne bilden.

2.6 Urteil des OVG

Im Fall der Windkraft besteht in Ostthüringen durch ein Urteil des Oberverwaltungsgerichts des Freistaats Thüringen (1 N 676/12) eine besondere Situation. In dem am 18. Juni 2012 durch Bekanntmachung im Thüringer Staatsanzeiger in Kraft getretenen Regionalplan Ostthüringen waren 14 Vorranggebiete Windenergie, welche zugleich die Funktion von Eignungsgebieten hatten, mit einer Gesamtfläche von 835 ha ausgewiesen worden. Da hieraus ein Ausschluss für den übrigen Planungsraum folgte, wurde gegen diesen Plan am 14. September 2012 Normenkontrollklage

beim Thüringer Oberverwaltungsgericht (OVG) eingereicht, welche mit der mündlichen Urteilsverkündung am 08. April 2014 zugunsten der Klägerin entschieden wurde.

Die schriftliche Urteilsbegründung vom 21. Mai 2014 stellte insbesondere auf ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom Dezember 2012 ab, wonach eine fehlerhafte oder nicht ausreichende Unterscheidung in harte und weiche Tabuzonen dazu führt, dass als Ergebnis der Abwägung im Planaufstellungsprozess der Windenergienutzung nicht substantiell Raum gegeben wird. Dies sei vorliegend der Fall gewesen.

Die am 06. Juni 2014 seitens der Regionalen Planungsgemeinschaft Ostthüringen umgehend eingelegte und am 22. Juli 2014 begründete Revisionsnichtzulassungsbeschwerde wurde am 09. Februar 2015 durch das Bundesverwaltungsgericht zurückgewiesen und infolge dessen das Urteil des OVG rechtskräftig.

Damit wurde der Regionalplan Ostthüringen unwirksam, soweit er die Festlegungen zur Ausweisung von Vorrang-/Eignungsgebieten betrifft. Die dadurch entstandene Regelungslücke hat zur Folge, dass § 35 Baugesetzbuch greift, welcher Windenergieanlagen im Außenbereich privilegiert, was wiederum mit einer höheren Durchsetzungskraft gegenüber sonstigen Vorhaben verbunden ist.

Eine planerische Steuerung kann nur durch Flächennutzungsplanung der Kommunen und/oder eine Änderung des Regionalplans, hilfsweise eines Teilplanes Windenergie wiederhergestellt werden.

Die Änderung des Regionalplans wurde am 20. März 2015 in der Planungsversammlung beschlossen. Nach vorherrschender Auffassung kann eine befristete landesplanerische Untersagungsverfügung, die dem Schutz der vorgesehenen Ziele der Raumordnung dient, jedoch erst nach Vorliegen eines 1. Entwurfs des geänderten Regionalplans erfolgen.

Aufgrund dessen haben sich eine Reihe von Kommunen entschlossen, Flächen- oder Teilflächennutzungspläne aufzustellen bzw. vorhandene zu ändern, um ggf. Genehmigungsanträge für die Errichtung von Windenergieanlagen zurückstellen zu können.

Auch hierfür sind jedoch die rechtlichen Anforderungen an die Planung, wie die strikte Unterscheidung harter und weicher Tabuzonen, zwingend einzuhalten.

2.7 EEG-Novelle vom 01. August 2014

2.7.1 Allgemeine Veränderungen

Zum 01. August 2014 trat eine weitere Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Kraft. Es ist die vierte Veränderung des Gesetzes, dessen Komplexität seitdem deutlich zugenommen hat. Im Jahr 2004 bestand es noch aus 21 Paragraphen und einer Anlage, im Jahr 2014 sind es 104 Paragraphen, vier Anlagen und einige Verordnungen. Mit der Novelle von 2014 sind tief greifende Veränderungen des gesamten Fördersystems verbunden, die den bis dahin starken Ausbau von Kapazitäten zur Erzeugung erneuerbarer Energien verlangsamt haben.

Hauptziel der Novelle war eine Begrenzung der EEG-Umlage, was vor allem mit einem Systemwechsel weg von festen Vergütungssätzen hin zu mehr Marktteilnahme und wettbewerblicher Preisermittlung für Strom aus erneuerbaren Energien erreicht werden soll.

Daher wird mit dieser Novelle für alle Betreiber großer Erneuerbarer-Energien-Anlagen die Direktvermarktung im Marktprämienmodell zum Regelfall. Überschüssiger Strom von neuen Anlagen ab einer installierten Leistung von 500 kW muss entsprechend verkauft und an der Strombörse – in der Regel durch einen Direktvermarkter – gehandelt werden. Ab 01. Januar 2016 gilt die Direktvermarktung auch für alle neuen Anlagen ab 100 kW Leistung (§ 37 EEG). Für kleinere Anlagen gilt

weiterhin die garantierte Einspeisevergütung mit einer Laufzeit von 20 Jahren, die aber entsprechend des Degressionsmodells weiter abgesenkt wird [8].

Anlagenbetreiber in der Direktvermarktung erhalten eine Marktprämie, d.h. die Differenz zwischen Börsenstrompreis (energeträgerspezifischer Monatsmarktwert) und Höhe des jeweils anzulegenden Werts nach den Vergütungssätzen (§§ 40 bis 55 EEG 2014). Wichtige Voraussetzung für den Anspruch auf Zahlung der Marktprämie ist, dass die Anlage im Sinne von § 35 Abs. 1 EEG 2014 fernsteuerbar ist. Diese technischen Einrichtungen müssen vorgehalten werden, damit ein Direktvermarktungsunternehmen oder eine andere Person, an die Strom veräußert wird, jederzeit sowohl die jeweilige Ist-Einspeisung ablesen kann, als auch die Einspeiseleistung ferngesteuert reduziert werden kann. Für Bestandsanlagen gilt die Pflicht zur Fernsteuerbarkeit erst nach einer Übergangsfrist ab dem 01. April 2015 [8].

Der weitere Zubau von installierter Leistung soll außerdem durch die Anpassung der Degressionsätze an die Erreichung von Ausbauzielen stärker kontrolliert werden („atmender Deckel“). Dieser galt bisher nur für die Photovoltaik, wird aber künftig auch für Wind und Biomasse angewendet. Bei Photovoltaik erfolgt die Degression monatlich, bei Wind und Biomasse quartalsweise. Im Fall der Biomasse ist dieser Deckel mit 100 MW jährlicher Zubau vergleichsweise niedrig.

Ab 2017 soll die Höhe von Förderansprüchen bei allen neuen Anlagen ab einer bestimmten Leistung ausschließlich in Ausschreibungsverfahren ermittelt werden. Schon das EEG 2014 sieht ein Pilotprojekt für PV-Freiflächenanlagen vor. Die erste Runde über 150 MW wurde im April 2015 abgeschlossen, für eine weitere mit gleicher Leistung können sich Projektentwickler bis 01. August 2015 bei der Bundesnetzagentur bewerben. Der Durchschnittspreis für alle Zuschläge lag in der ersten Runde nach Angaben der Bundesnetzagentur bei 9,17 ct/kWh (Cent je Kilowattstunde).

Eine weitere wichtige Veränderung ist, dass die Eigenversorgung (Strom wird nicht ins öffentliche Netz eingespeist, sondern vor Ort verbraucht) künftig grundsätzlich zumindest anteilig mit der EEG-Umlage belastet werden soll (Wegfall des Eigenstromprivilegs). Die Umlagehöhe wird für alle neuen EE- und KWK-Anlagen, die ab dem 01. August 2014 in Betrieb genommen werden, stufenweise auf 40 % gesteigert. Bis Ende 2015 werden 30 %, bis Ende 2016 35 % und ab 2017 40 % der jeweils gültigen EEG-Umlage erhoben. In der Regel betrifft dies vor allem PV-Anlagen, Eigenverbrauch bei Windenergieanlagen ist seltener. Die Regelung gilt für alle Anlagen, die ab dem 01. August 2014 errichtet wurden oder nach diesem Zeitpunkt mit dem Selbstverbrauch beginnen. Wurde vorher schon Eigenstrom verbraucht, gilt die Regelung nicht. Ausgenommen davon sind Anlagen bis 10 kW installierter Leistung sowie Anlagen, die gänzlich autark als Inselanlagen betrieben werden.

Neu ist der Vergütungsstopp bei negativen Strompreisen. Der neue § 24 EEG regelt, dass die Vergütung komplett entfällt, sobald die Preise für die stündlich gehandelten Stromlieferungen (Stundenkontrakte) am Spotmarkt der Strombörse in Paris an mehr als sechs aufeinander folgenden Stunden negativ sind. Der Ausfall der Förderung gilt dann für den gesamten Zeitraum, in dem die Strompreise ohne Unterbrechung negativ sind. Diese Neuregelung gilt für Anlagen, die ab 2016 in Betrieb genommen werden. Windenergieanlagen mit weniger als 3 MW Leistung und sonstige Anlagen, also auch Photovoltaikanlagen, mit weniger als 500 kW Leistung sind grundsätzlich ausgenommen [8].

Ab August 2014 müssen alle Betreiber von neu errichteten Anlagen die Stammdaten (Standort, Energieträger, Leistung, ggf. Genehmigung, Netzanschluss, etc.) in ein Anlagenregister, das von der Bundesnetzagentur geführt wird, eintragen (§§ 6 und 93 EEG). Diese Daten sind stets aktuell zu halten. Bestandsanlagen werden vorerst nur bei Änderungen der Anlagenleistung bzw. – im Falle der Windenergie – auch bei der Festlegung des Zeitraums der erhöhten Anfangsvergütung (siehe zweistufiges Referenzertragsmodell) meldepflichtig [8].

2.7.2 Photovoltaik

In Abbildung 2 ist die Entwicklung der Vergütungssätze für Photovoltaik dargestellt. Die Höhe der Vergütung ist abhängig vom Anlagentyp und der Anlagengröße und liegt aktuell zwischen 12,31 und 8,53 ct/kWh. Am schon seit 2012 bestehenden Prinzip des „atmenden Deckels“ wird festgehalten. Der Zielkorridor wird allerdings enger gefasst und die Basisdegression abgemildert. Beträgt der prognostizierte Zubau brutto zwischen 2.400 und 2.600 MW pro Jahr (bisher 2.500 bis 3.500 MW pro Jahr), verringern sich die Vergütungssätze ab dem 01. September 2014 um 0,5 Prozent pro Monat (bisher 1 Prozent).

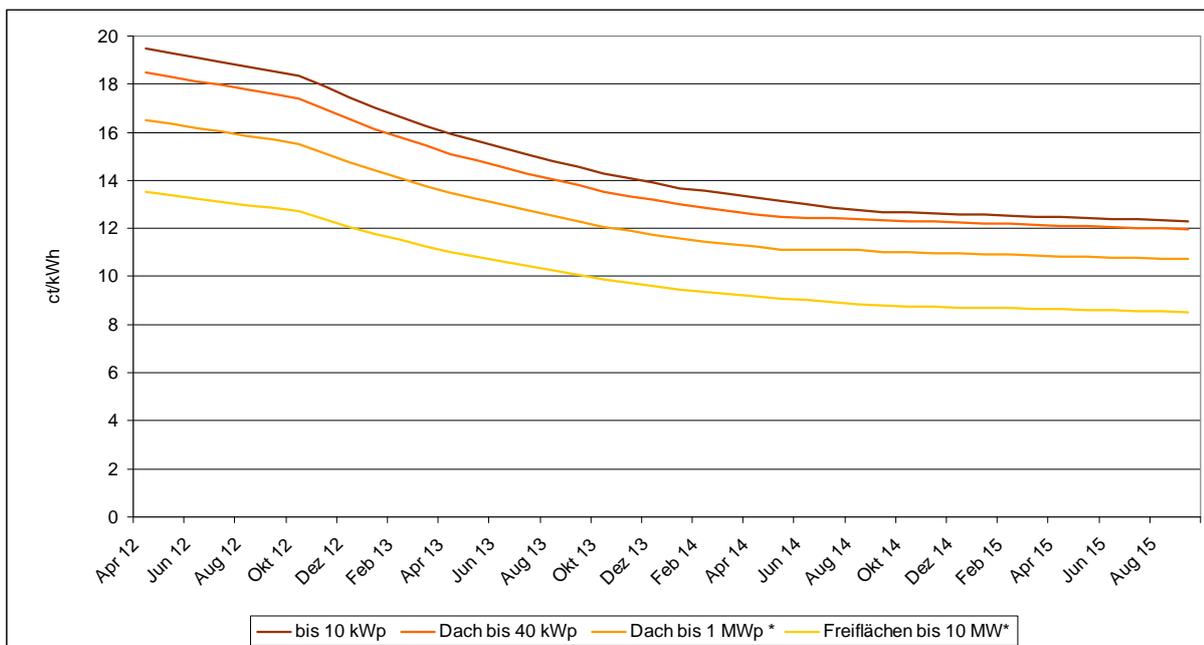


Abbildung 2: Vergütungssätze für Photovoltaik nach dem EEG in der jeweils gültigen Fassung (Quelle: eigene Erhebungen)

Je nach prognostiziertem Zubau wird diese Basisdegression wie schon zuvor angehoben oder abgesenkt. Wird der jährliche Ausbaukorridor überschritten, erhöht sich die Degression auf einen Wert von maximal 2,8 % pro Monat. Umgekehrt verringert sich die monatliche Absenkung bei Unterschreiten des Ausbaukorridors auf bis zu null Prozent. Liegt der prognostizierte Ausbau unter 1.000 MW erhöht sich sogar die in § 51 EEG festgeschriebene Vergütung einmalig zum jeweiligen Quartal um 1,5 %. Die Deckelung des Gesamtausbaus der Photovoltaik von 52 GW installierter Leistung wird beibehalten [8]. Bei Erreichung dieses Wertes sollen für PV keinerlei Vergütungen mehr gezahlt werden, im Juni 2015 waren fast 40 GW PV-Leistung installiert.

2.7.3 Windkraft

In Abbildung 3 ist die Entwicklung der Vergütungssätze für Windenergie an Land nach dem EEG dargestellt. Die Regelungen der EEG-Novelle vom August 2014 sind in dieser Abbildung noch nicht enthalten. Ab diesem Zeitpunkt beträgt die Anfangsvergütung 8,50 ct/kWh für mindestens fünf Jahre, anschließend wird eine Grundvergütung in Höhe von 4,55 ct/kWh gewährt. Diese Werte liegen damit im Durchschnitt unter den Vergütungen, die für Photovoltaik gezahlt werden.

Eine grundlegende Änderung der EEG-Novelle ist es, dass künftig nur noch Betreiber von kleinen Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung bis 500 kW (ab 2016: 100 kW) eine feste Vergütung in Anspruch nehmen können. Die meisten Anlagen müssen ihren Strom direkt vermarkten. Details dazu wurden schon in Kapitel 2.7.1 beschrieben.

Die Vergütung wird ab dem 01. Januar 2016 um 0,4 Prozent pro Quartal abgesenkt (Basisdegression). Diese Absenkung ist allerdings nicht fix, sondern kann sich in Abhängigkeit vom Zubau in jedem Quartal ändern. Wie bereits für die Photovoltaik wurde nun auch für die Windenergie an Land ein Ausbaukorridor (2.400 bis 2.600 MW) festgelegt (§ 29 EEG). Wird dieser Ausbaukorridor überschritten, kommt es zu einer Erhöhung, bei der Unterschreitung kommt es zu einer Absenkung der Degressionssätze („atmender Deckel“). Liegt der Ausbau z. B. bei 3.000 Megawatt, beträgt die Degression 0,8 Prozent, liegt er bei nur 2.200 Megawatt, beträgt die Degression hingegen nur noch 0,2 Prozent. Die maximale Degression kann 1,2 % betragen. Sie kann aber auch bis auf null abgesenkt werden, wenn der Ausbaukorridor um 400 Megawatt unterschritten wird. Der konkrete Degressionssatz wird in jedem Quartal neu festgelegt.

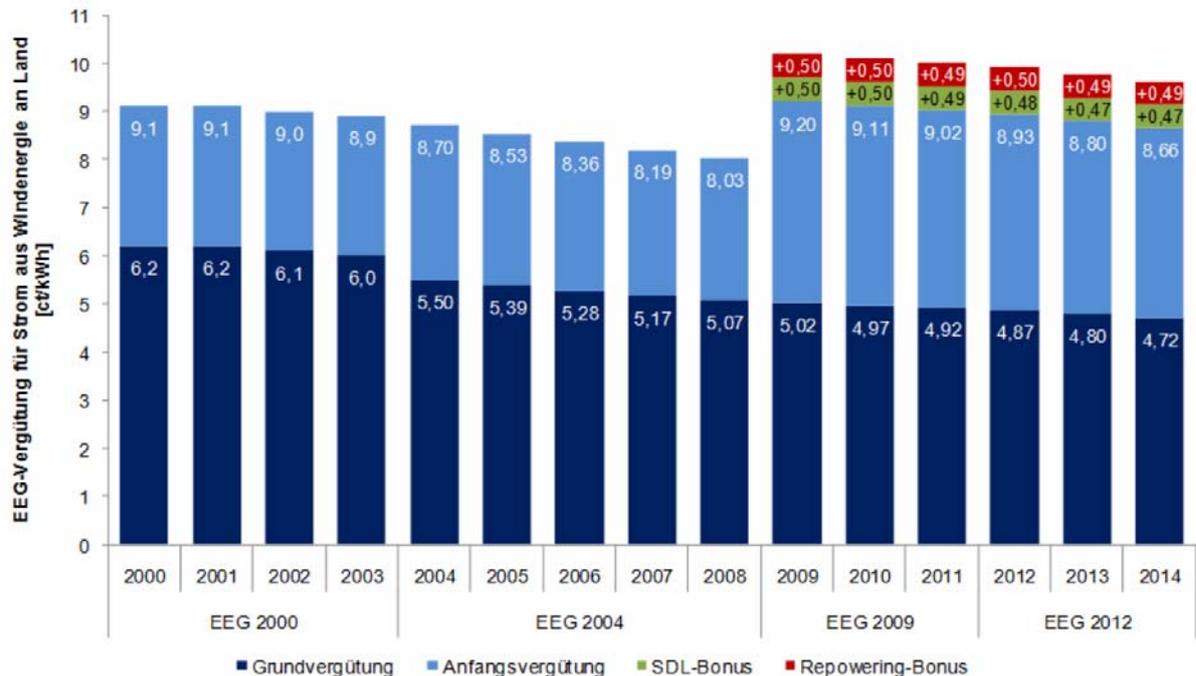


Abbildung 3: Vergütungssätze für Windenergie an Land nach dem EEG in der jeweils gültigen Fassung (Quelle: [9])

2.7.4 Biomasse

In Abbildung 4 und Abbildung 5 ist die Vergütung für Biogasanlagen und Biomasse-HKW nach Anlagengröße dargestellt. Mit Werten zwischen 15,62 und 13,66 ct/kWh liegen diese im Durchschnitt über den Werten für PV und Windkraft. Sehr große Biogasanlagen (> 20 MW) erhalten nur noch 5,58 ct/kWh. Anlagen < 75 kW erhalten dagegen noch 23,73 ct/kWh.

Vor allem für die Energieerzeugung aus Biomasse bedeutet die EEG-Novelle erhebliche Veränderungen, die den Zubau in diesem Bereich bereits gegenwärtig stark verlangsamt oder regional bereits sogar zum Stillstand gebracht haben.

Der Ausbaukorridor ist hier mit maximal 100 MW pro Jahr deutlich geringer als bei PV und Wind. Weiterhin wurden alle Boni und Erhöhungen für bestimmte Einsatzstoffe (Pflanzen, Gülle, Land-schaftspflegematerial etc.) gestrichen, ebenso der Gasaufbereitungsbonus.

Neue Anlagen > 100 kW erhalten die EEG-Vergütung bzw. die Marktprämie nur bis zur einer Stromerzeugung, die 50 % der installierten Leistung entspricht. Der darüber hinaus eingespeiste Strom wird nur mit dem Börsenpreis (Monatsmittelwert EPEX Spot) vergütet oder aber bei der Direktvermarktung durch den tatsächlichen Marktpreis. Dadurch gibt es keinen Anreiz, eine neue Anlage

zu mehr als 50 % auszulasten (gegenwärtig ca. 75 %), was die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen grundsätzlich in Frage stellt.

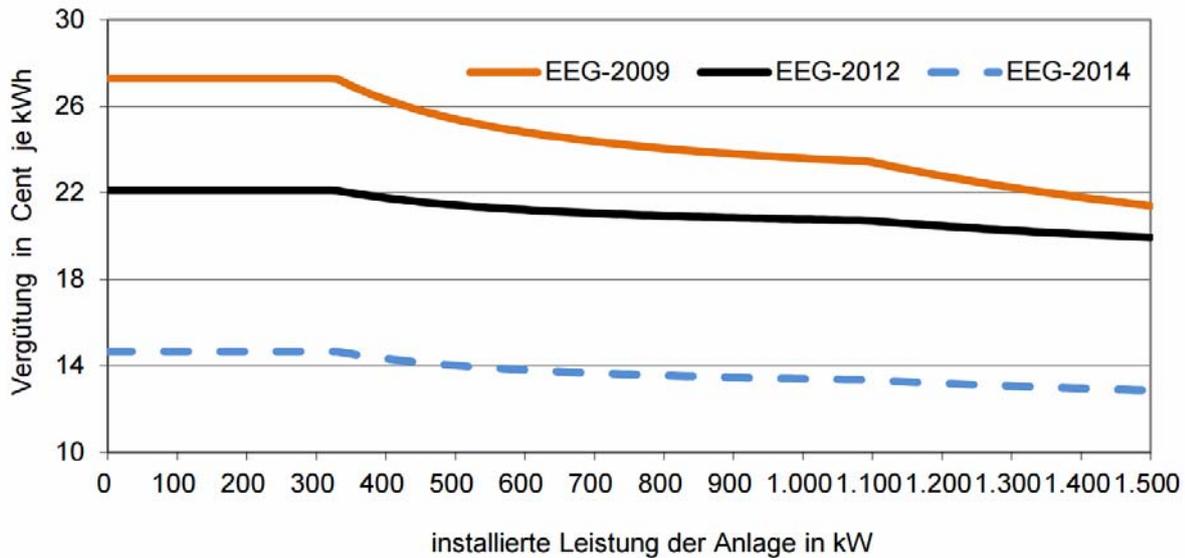


Abbildung 4: Vergleich beispielhafter Vergütungen für Biogasanlagen nach EEG- 2009, EEG-2012, EEG- 2014 (inkl. Kapazitätsprämie für EEG-2014) (Quelle: [10])

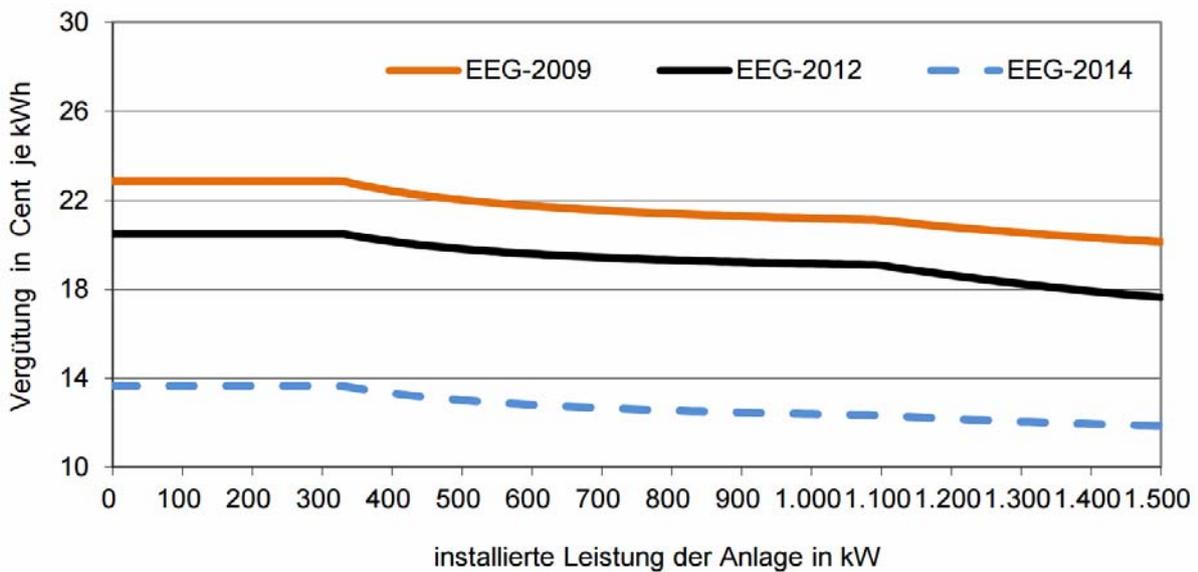


Abbildung 5: Vergleich beispielhafter Vergütungen für Biomasse-HKW nach EEG-2009, EEG-2012, EEG- 2014; inkl. Kapazitätsprämie für EEG-2014 (Quelle: [10])

Weiterhin müssen Anlagen ab dieser Größe fernsteuerbar sein und ihre Einspeisung kann so durch den Netzbetreiber bei Bedarf abgeregelt werden. Dies gilt auch für Bestandsanlagen, eine entsprechende Vorrichtung musste bis zum 01. April 2015 nachgerüstet werden. Weitgehend ausgenommen von Veränderungen sind Kleinanlagen bis zu 75 kW Leistung, die aber vor dem Hintergrund der großen Strukturen in der Landwirtschaft in Ostthüringen für die Energieerzeugung aus Biomasse keine bedeutende Rolle spielen.

3. Bestand erneuerbarer Energien

3.1 Methodik

Für die Darstellung des Bestandes erneuerbarer Energien in der Planungsregion wurde auf verschiedene Quellen zurückgegriffen. Die Netzbetreiber sind nach § 72 EEG dazu verpflichtet, die Erzeugungsdaten aller in ihr Netz einspeisenden und nach EEG geförderten Anlagen innerhalb einer bestimmten Frist zu veröffentlichen. Anhand der Postleitzahl und ggf. der Adresse (Kreis- und Postleitzahlgrenzen stimmen nicht immer überein) können die Anlagen einem Landkreis oder einer kreisfreien Stadt zugeordnet werden. Leider wird in der Regel der Ort der Einspeisung des Stroms angegeben, der sich bei Windkraftanlagen nicht immer im gleichen Landkreis wie der Standort der Anlage befindet. Hier ist daher manuelle Kontrolle unerlässlich.

Vom Thüringer Landesverwaltungsamt und von der Regionalen Planungsstelle Ostthüringen wurden außerdem Bestandsdaten für Biomasse und Windkraft zur Verfügung gestellt. Hier wurde die Jahresarbeit über Volllaststunden hochgerechnet.

3.2 Photovoltaik

Die Zahlen zum Bestand der Jahre 2006 bis 2013 wurden aus den veröffentlichten Angaben des Übertragungsnetzbetreibers entnommen. Da für das Jahr 2014 noch keine entsprechenden Angaben vorlagen, wurde für dieses Jahr auf Zahlen der Bundesnetzagentur zurückgegriffen. Alle Angaben wurden anhand der Postleitzahl der Planungsregion und den Städten und Landkreisen zugeordnet. In Fällen, bei denen die Postleitzahlgrenze räumlich nicht identisch mit einer Landkreisgrenze ist, wurden die Anlagen anhand des Ortsnamens manuell der jeweiligen administrativen Einheit zugeordnet.

In der Planungsregion Ostthüringen waren Ende 2014 etwa 350 MW Leistung installiert. Da für 2014 keine noch Angaben über die tatsächliche Jahresarbeit vorlagen, musste diese anhand der Volllaststunden vorhergehender Jahre hochgerechnet werden. Dazu wurden EEG-Meldungen für Thüringer PV-Anlagen des Übertragungsnetzbetreibers zu Leistung und Jahresarbeit der Jahre 2010 bis 2012 verwendet. Das Jahr 2013 wurde nicht berücksichtigt, da hier der Eigenverbrauch schon eine größere Rolle spielte, der in den Zahlen nicht enthalten ist. Weiterhin wurden alle Anlagen ausgeschlossen, die erst im Verlauf des jeweiligen Jahres ans Netz gingen und die – wahrscheinlich auf Grund fehlerhafter Datenmeldungen – mehr als 1300 Volllaststunden oder gar keine Jahresarbeit aufweisen. Dies betraf von den ca. 18.000 Anlagen Thüringens aber jeweils nur wenige Promille. Im Mittel ergaben sich für die drei Jahre 868 Volllaststunden, damit wurden also im Jahr 2014 etwa 308 GWh Strom erzeugt. (vgl. Abbildung 6). Für alle anderen Jahre wurde die tatsächlich erzeugte Strommenge aus der Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers verwendet.

Mit 308 GWh wurde der im Thüringer Bestands- und Potenzialatlas [11] für 2020 im Referenzszenario für die Planungsregion prognostizierte Bestand von 253 GWh schon deutlich übertroffen.

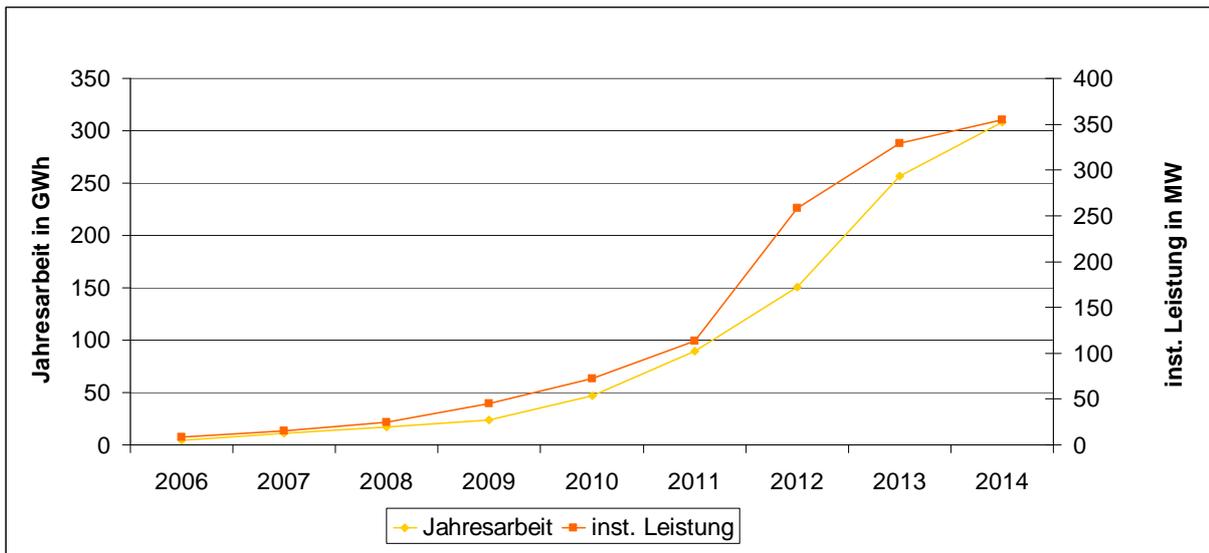


Abbildung 6: Photovoltaik: Entwicklung der installierten Leistung und der Jahresarbeit 2006 bis 2014
(Datenquelle: [12], [13])

Während in den Jahren 2007 bis 2011 der Zubau der installierten Leistung mit Werten zwischen 7 und 40 MW noch relativ moderat war, betrug der Zubau im Jahr 2012 in der Planungsregion Ostthüringen 145 MW (vgl. Abbildung 7). Die Ursache dafür war die Photovoltaik-Novelle des EEG, die Ende Juni 2012 in Kraft trat und mit der deutliche Veränderungen der Art und der Höhe der Vergütung einhergingen. Weiterhin fällt auf, dass in diesem Jahr das Verhältnis zwischen installierter Leistung und erzeugter Strommenge sehr ungünstig ist. Die Ursache dafür ist, dass die zahlreichen großen Freiflächenanlagen, die erst im Laufe des Jahres sukzessive begannen ins Netz einzuspeisen und dies zu einer sehr niedrigen Zahl an Volllaststunden führte.

In den Jahren 2013 und 2014 ging der Zubau dann wieder stark zurück und erreichte im Jahr 2014 mit ca. 25 MW etwa nur noch das Niveau des Jahres 2010.

Nach Zahlen der Bundesnetzagentur¹ lag der Zubau in der Planungsregion Ostthüringen im Januar 2015 bei 0,43 MW, im Februar bei 0,38 MW. Da im März drei größere Anlagen bei der Bundesnetzagentur gemeldet wurden, betrug der Zubau in diesem Monat nochmals 3,1 MW. Die Anlagen befinden sich in Neustadt/Orla (1,54 MW), Crispendorf, Saale-Orla-Kreis (657 kW) und Langenwolschendorf, Landkreis Greiz (370 kW). Im Mai 2015 wurde durch die Stadtwerke Stadtroda auf einem 650 m langen Lärmschutzwall an der A4 bei Bollberg eine Anlage mit 936 kW_{peak} errichtet. Im Vergleich zu den Vorjahren ist damit der Zubau in 2015 dennoch stark zurückgegangen.

¹ Die Bundesnetzagentur veröffentlicht die Zubauzahlen geordnet nach dem Datum der Meldung der Anlage bei der Behörde. Dieses kann allerdings erheblich von dem tatsächlichen Inbetriebnahmedatum abweichen. Das bedeutet dass die technische Fertigstellung und die tatsächliche Einspeisung zeitlich (zum Teil deutlich) auseinander fallen können.

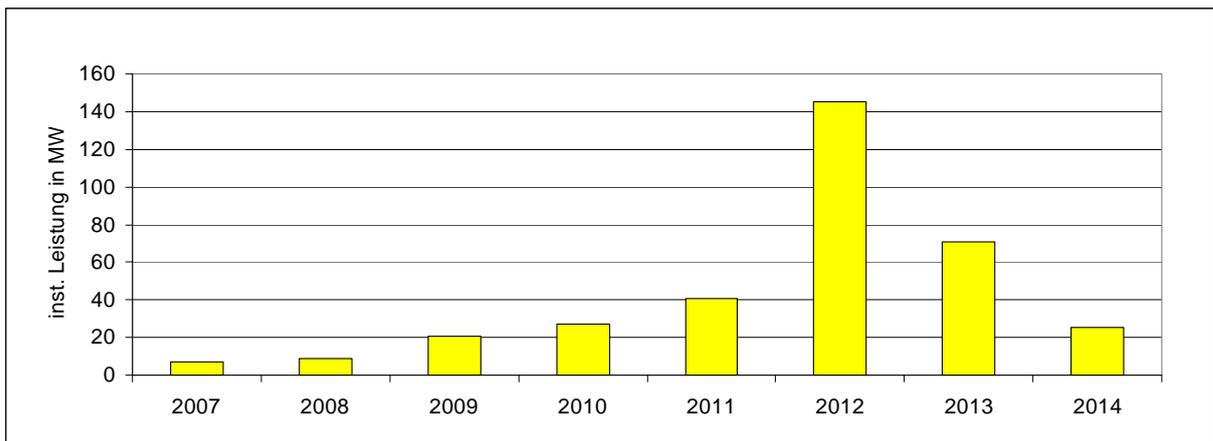


Abbildung 7: Photovoltaik: jährlicher Zubau der installierten Leistung in der Planungsregion Ostthüringen (Datenquelle: [12], [13])

Die installierte Leistung ist sehr unterschiedlich auf die Landkreise und kreisfreien Städte verteilt (vgl. Abbildung 8). Während im Landkreis Greiz bis zum Jahr 2014 fast 100 MW installiert waren, sind es im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt etwa 24 MW. Die Unterschiede sind vor allem durch die verschiedenen Flächennutzungen zu erklären, beispielsweise sind im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt 52 % der Fläche bewaldet, im Altenburger Land nur 10 %. In den kreisfreien Städten sind die absoluten Zahlen aufgrund der geringen zur Verfügung stehenden Freiflächen naturgemäß geringer. Das Dachflächenpotenzial ist erst zu einem geringen Teil erschlossen. Werden die normierten Zahlen betrachtet (Abbildung 9), weist das Altenburger Land mit 164 kW pro km² den höchsten Wert auf übertrifft damit noch den Wert des Freistaats Bayern. Auch die Stadt Gera schneidet mit 133 kW pro km² recht gut ab, hier gibt es neben den Aufdächanlagen im besiedelten Raum auch einige Freiflächenanlagen in den Randbereichen und auf ehemaligen Brachflächen des Stadtgebietes.

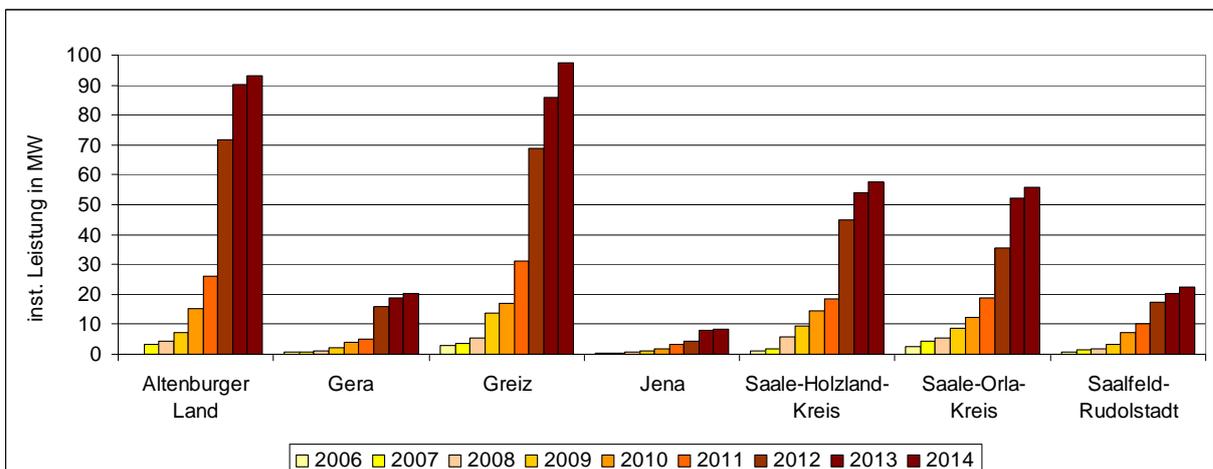


Abbildung 8: Photovoltaik: Entwicklung der installierten Leistung in den Landkreisen und kreisfreien Städten. (Datenquelle: [12])

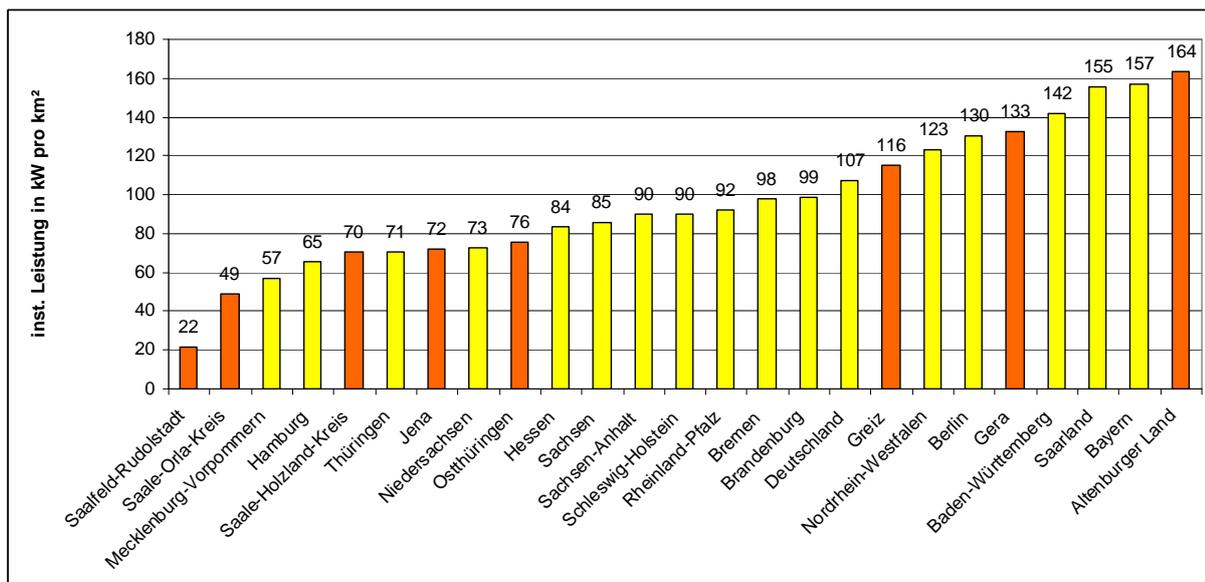


Abbildung 9: Photovoltaik: installierte Leistung pro km² in verschiedenen räumlichen Einheiten in der Bundesrepublik und den Landkreisen und kreisfreien Städten der Planungsregion Ostthüringen pro km². (Datenquelle: [12], [13], [14])

Mit 76 kWh/km² liegt Ostthüringen leicht über dem Wert des Freistaats Thüringen. Die niedrigsten Werte finden sich im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt und im Saale-Orla-Kreis.

Die PV-Anlagen in Ostthüringen weisen hinsichtlich ihrer installierten Leistung und damit auch hinsichtlich der daraus erzeugten Jahresarbeit ein hohes Maß an Disparität auf. Disparitäten können mit Hilfe einer Lorenz-Kurve (vgl. Abbildung 10) graphisch dargestellt werden. Dazu werden alle PV-Anlagen der Größe nach sortiert und alle Werte dann prozentual dargestellt. Die diagonale schwarze Linie stellt die Gleichverteilungslinie dar, d.h. alle Anlagen hätten hier die gleiche Größe. Je mehr sich die Lorenz-Kurve nach rechts „ausbaucht“ desto höher ist die Ungleichverteilung.

Insgesamt existierten Ende 2013 in der Planungsregion 6302 PV-Anlagen. Die 100 größten Anlagen (1,6 %) erzeugten dabei fast 68 % des Stroms. Die beiden grünen Geraden in Abbildung 10 dienen als Lesehilfe: 95 % der (kleinen) Anlagen erzeugen nur 20 % des Stroms aus PV in Ostthüringen. Wie am Verlauf der Kurven von 2006 und 2013 feststellbar ist, hat die Disparität seit 2006 noch deutlich zugenommen. Die Ursache sind die großen Freiflächenanlagen, die vor allem in den Jahren 2011 und 2012 errichtet wurden. Es wird damit deutlich, dass die vielen kleinen, meist Aufdachanlagen trotz ihrer großen Anzahl nur einen relativ geringen Beitrag zur gesamten aus Photovoltaik erzeugten Strommenge liefern. Für den weiteren Ausbau der installierten PV-Leistung in der Planungsregion Ostthüringen ist es also nötig, weitere Flächen zur Errichtung größerer PV-Anlagen zu finden. Ob diese dann auch bebaut werden, ist angesichts des neuen Ausschreibungsverfahrens im EEG 2014 und der damit verbundenen Deckelung der Zubaumenge fraglich.

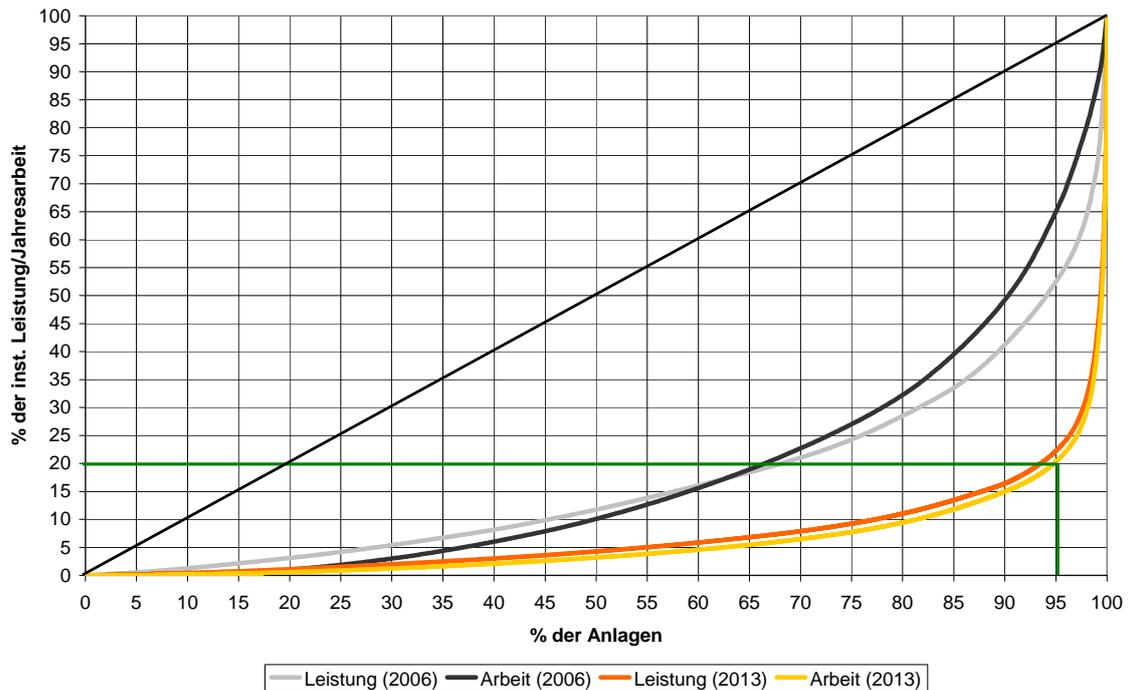


Abbildung 10: Lorenz-Kurve der installierten Leistung und Jahresarbeit für die Jahre 2006 und 2013. (Datenquelle: [12])

3.3 Windkraft

Die Zahlen zum Bestand (installierte Leistung und Anlagenzahl) der Jahre 1992 bis 2014 wurden vom TLVwA zur Verfügung gestellt. In der Planungsregion Ostthüringen waren Ende 2014 insgesamt 166 raumbedeutsame Windkraftanlagen mit 236,8 MW Leistung installiert (vgl. Abbildung 11). Da seitens des TLVwA keine Angaben zur Stromerzeugung der Anlagen vorlagen, wurden zur Berechnung der daraus erzeugten Jahresarbeit 1600 Volllaststunden (Mittelwert der Jahre 2006 bis 2013) angenommen und somit im Jahr 2014 380 GWh Strom erzeugt.

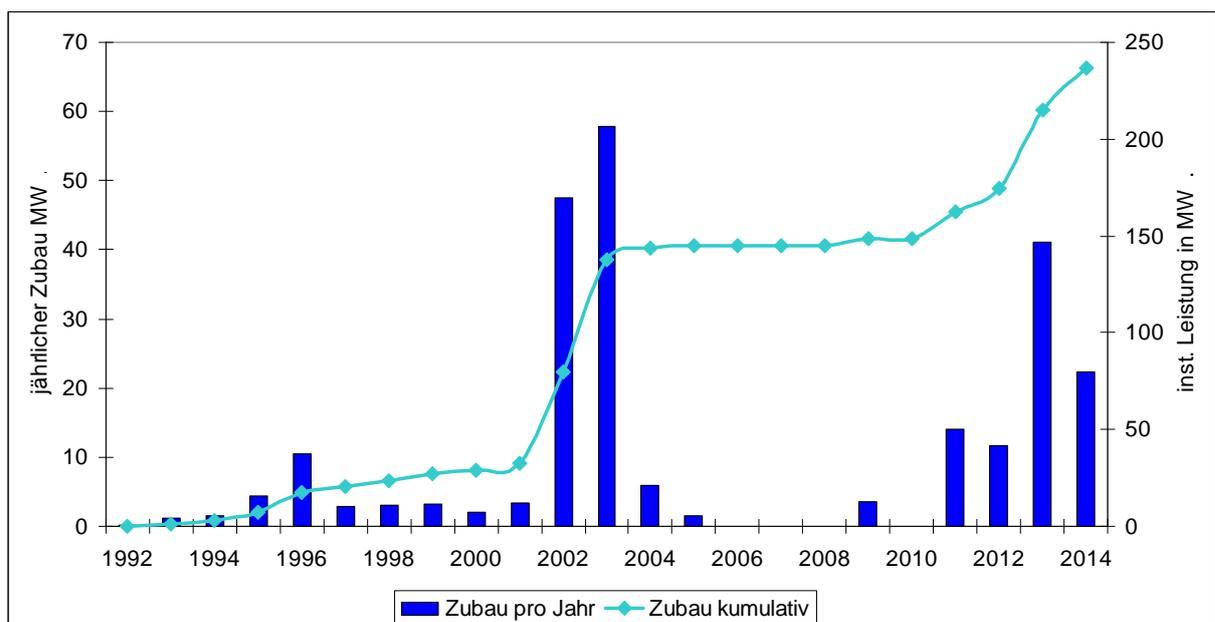


Abbildung 11: Windkraft: Jährlicher Zubau sowie kumulierte installierte Leistung in der Planungsregion Ostthüringen. (Datenquelle: TLVA, Angaben netto, incl Rückbau)

Wie in Abbildung 11 dargestellt, war der jährliche Zubau der installierten Leistung seit 1992 in der Planungsregion Ostthüringen sehr unterschiedlich. In Ostthüringen wurde 1992 die erste Windenergieanlage in Thüringen errichtet. In der Folgezeit wurden bis zum Inkrafttreten des § 35 BauGB am 01. Januar 1997 in der Planungsregion Ostthüringen weitere 39 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 17,5 MW in Betrieb genommen, zumeist Einzelanlagen oder Gruppen bis zu drei Anlagen. Mit der Privilegierung der Windenergieanlagen im Außenbereich wurde zugleich ein Planvorbehalt eingeführt, der es der Regionalplanung und den Gemeinden ermöglicht, durch positive Standortzuweisung an einer oder auch an mehreren Stellen im Plangebiet den übrigen Planungsraum von den durch den Gesetzgeber privilegierten Anlagen freizuhalten. Für die Schaffung der hierfür notwendigen planerischen Voraussetzungen gab es eine Übergangsfrist von 2 Jahren. In den Jahren 1997 bis 2001 kam es daher zu einem nur sehr moderaten Zubau, offensichtlich wurden nur noch bereits beantragte Planungen zur Genehmigung geführt und realisiert.

Die Anwendbarkeit des § 35 BauGB für Windenergieanlagen war damit einerseits zwar ein Bekenntnis des Gesetzgebers zur Förderung der Windenergienutzung durch Abbau baurechtlicher Hemmnisse, andererseits war dies aber verbunden mit einem Korrektiv, um einen »Wildwuchs« der Anlagen zu verhindern. Gerade weil in den folgenden Jahren bundesweit mit einem weiteren Zuwachs von Windenergieanlagen zu rechnen war, wuchs das Bedürfnis nach planerischer Steuerung. Dem wurde mit Verbindlicherklärung des Regionalen Raumordnungsplans Ostthüringen (RROP) am 20. April 1999 durch die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Rechnung getragen.

Danach kam es in den Jahren 2002 und 2003 zu dem bis zum heutigen Tag größten Zubau von 34 Anlagen mit 47,5 MW sowie 35 Anlagen mit ca. 58 MW (knapp 45 % der per 31. Dezember 2014 in Ostthüringen installierten Gesamtleistung). Die Errichtung der Anlagen erfolgte ausschließlich in den ausgewiesenen Gebieten.

Im Zeitraum 2005 bis 2010 wurden lediglich 3 weitere Anlagen errichtet, jeweils durch Verdichtung an den Standorten Coppanz und Tanna/Schillbach sowie eine Einzelanlage bei Lucka (Eigenbedarf von Meuselwitz Guss).

Die Zurückhaltung bei der Antragstellung ist in dieser Phase vermutlich auf den Prozess der Fortschreibung des Regionalplans zurückzuführen. Bei den potenziellen Investoren bestand offensichtlich die Erwartung, dass durch die Ausweisung weiterer Vorranggebiete künftig Planungssicherheit hergestellt wird. Da ab 2007 in Aufstellung befindliche Ziele der Raumordnung vorlagen, gab es darüber hinaus zur Sicherung dieser Ziele das Instrument einer befristeten raumordnerischen Untersagungsverfügung, von welchem im Zweifelsfall auch Gebrauch gemacht wurde.

Nach dem Inkrafttreten des Regionalplans Ostthüringen im Juni 2012 kam es im Jahr 2013 nochmals zu einer signifikanten Erhöhung der installierten Leistung um ca. 41 MW, allerdings aufgrund der inzwischen deutlich gestiegenen Leistung/Anlage mit nur 17 Anlagen. In 2014 halbierte sich der Zubau jedoch annähernd auf nur noch 8 Anlagen mit ca. 22 MW, bedingt auch durch die fast vollständige Belegung der ausgewiesenen Vorrang-/Eignungsgebiete.

Vor allem im Falle der Windkraft kann die tatsächlich erzeugte Jahresarbeit naturgemäß von Jahr zu Jahr stark schwanken. In Abbildung 12 ist der Verlauf der eingespeisten Strommenge in Ostthüringen anhand der veröffentlichten Daten des Übertragungsnetzbetreibers dargestellt. Um zu prüfen, ob die Variabilität der eingespeisten Strommenge tatsächlich von der mittleren Windgeschwindigkeit des jeweiligen Jahres abhängt, wurde der vom Internationalen Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) veröffentlichte Windertragsindex für das Binnenland [15] der Bundesrepublik verwendet. Er gibt an, wie die Erträge von Windenergieanlagen in einem bestimmten Jahr im Vergleich zu einem 10-jährigen Mittel der vorangegangenen Jahre einzuordnen sind. Er wird aus den tatsächlichen Energieerträgen von Anlagen und Windparks berechnet, die an unterschiedlichen

Standorten im Binnenland verteilt sind. In den Jahren 2008 bis 2010, in denen fast kein Zubau von installierter Leistung stattfand, ging die in Ostthüringen erzeugte Strommenge aufgrund unterdurchschnittlicher Windgeschwindigkeiten von 296 GWh im Jahr 2007 auf nur noch 217 GWh im Jahr 2010 um 27 % zurück. Gleichzeitig ging auch der Ertragsindex bis zum extrem windschwachen Jahr 2010 zurück. Dies verdeutlicht, dass vor allem im Fall der Windkraft die Berechnung der Jahresarbeit anhand der Volllaststunden bei über- oder unterdurchschnittlichen Windjahren fehlerhaft sein kann und für eine korrekte Angabe der erzeugten Strommenge immer die tatsächliche Jahresarbeit verwendet werden sollte.

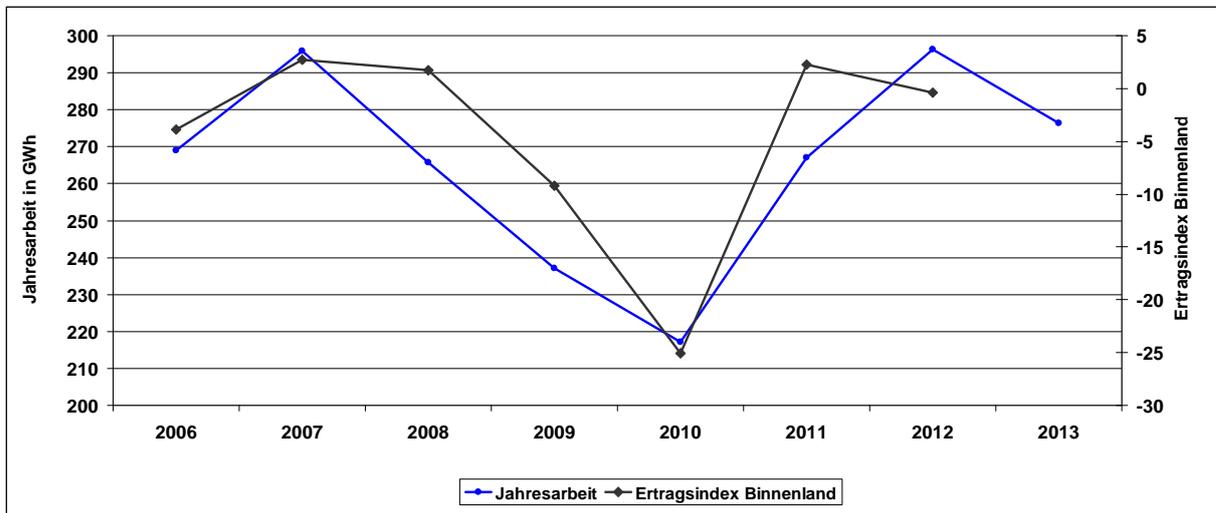


Abbildung 12: Windkraft: Jahresarbeit in Ostthüringen im Vergleich zum Ertragsindex Binnenland des IWR. (Datenquelle: [12],[16])

In Abbildung 13 ist die Anzahl der Volllaststunden dargestellt, die anhand aller im jeweiligen Jahr in Ostthüringen einspeisenden Windenergieanlagen berechnet wurde. Der höchste Wert im Jahr 2007 resultiert vor allem aus den zum Jahresbeginn sehr häufigen Westwetterlagen, die immer wieder Sturmtiefs nach Mitteleuropa führten. Erwartungsgemäß korreliert die Zahl der Volllaststunden ebenfalls mit der Jahresarbeit und dem Ertragsindex Wind. Für das Jahr 2013 wurde mit 1260 Volllaststunden der niedrigste Wert berechnet, obwohl der Index für dieses Jahr höher ist als im Jahr 2009 mit mehr Volllaststunden. Dies ist dadurch zu erklären, dass im Jahr 2013 deutlich mehr Anlagen neu ans Netz gingen als 2009 und damit mehr Anlagen nicht das gesamte Kalenderjahr eingespeist haben, was sich in einer für alle Anlagen geringeren Volllaststundenzahl manifestiert. Der Mittelwert der Jahre 2006 bis 2013 beträgt 1600,32 und wurde für die Berechnung der Stromerzeugung des Jahres 2014 verwendet. Da in diesem Jahr der Ertragsindexwert nur gering vom Mittelwert abwich (-3,3) wurde auf eine Anpassung der Volllaststunden verzichtet.

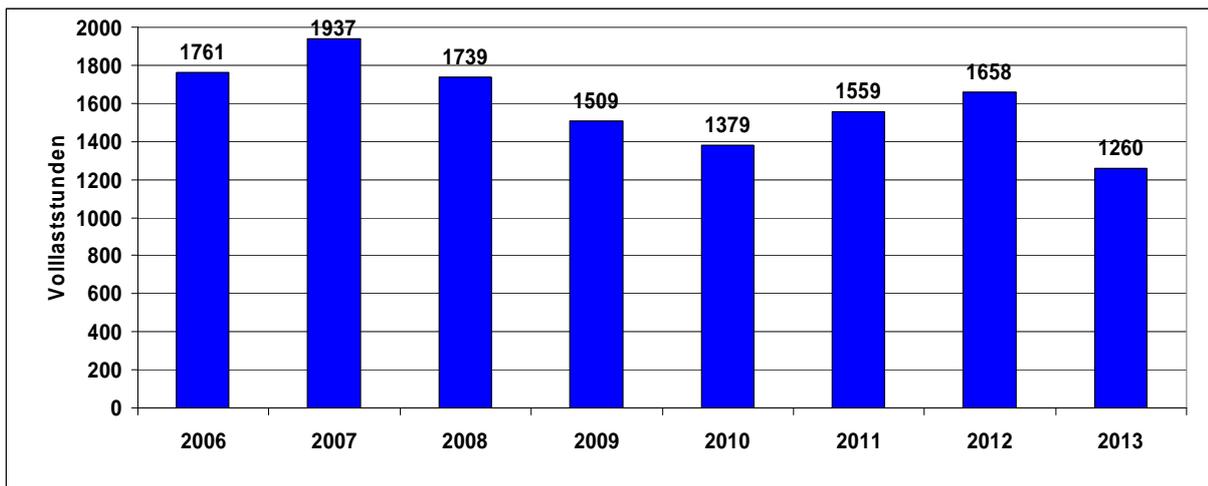


Abbildung 13: Windkraft: Volllaststunden von WEA in der Planungsregion Ostthüringen in den Jahren 2006 bis 2013 (Datenquelle: [12])

Hinsichtlich der Verteilung der installierten Leistung innerhalb der einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte in der Planungsregion Ostthüringen am 31. Dezember 2014 sind große regionale Unterschiede feststellbar (vgl. Abbildung 14). Mit 96,5 MW weist der Saale-Holzland-Kreis die höchste installierte Leistung auf. Hier gab es im Jahr 2013 mit fast 35 MW auch den höchsten Zubau innerhalb eines Jahres. Darauf folgt der Landkreis Altenburger Land mit 74,1 MW installierter Leistung. Keine raumbedeutsamen Windkraftanlagen existierten Ende 2014 auf dem Stadtgebiet von Jena. Die Entwicklung des Zubaus der installierten Leistung in den einzelnen Landkreisen seit 1992 zeigt Abbildung 15.

Nach Angaben der Bundesnetzagentur sind im Zeitraum Januar bis April 2015 noch drei Anlagen mit einer Leistung von 5,5 MW ans Netz gegangen, bei einer Anlage handelt es sich aber um einen kleinen Generator mit nur 10 kW. Die beiden großen Anlagen befinden sich auf der Gemarkung von Lindau, einem Ortsteil der Gemeinde Heidelberg im Saale-Holzland-Kreis sowie auf der Gemarkung von Kraasa, einem Ortsteil der Gemeinde Starkenberg im Landkreis Altenburger Land. Für weitere vier Anlagen im Landkreis Altenburger Land (Gemeinde Starkenberg) mit zusammen 12,1 MW liegen Genehmigungen vor, der Bau soll noch in 2015 erfolgen.

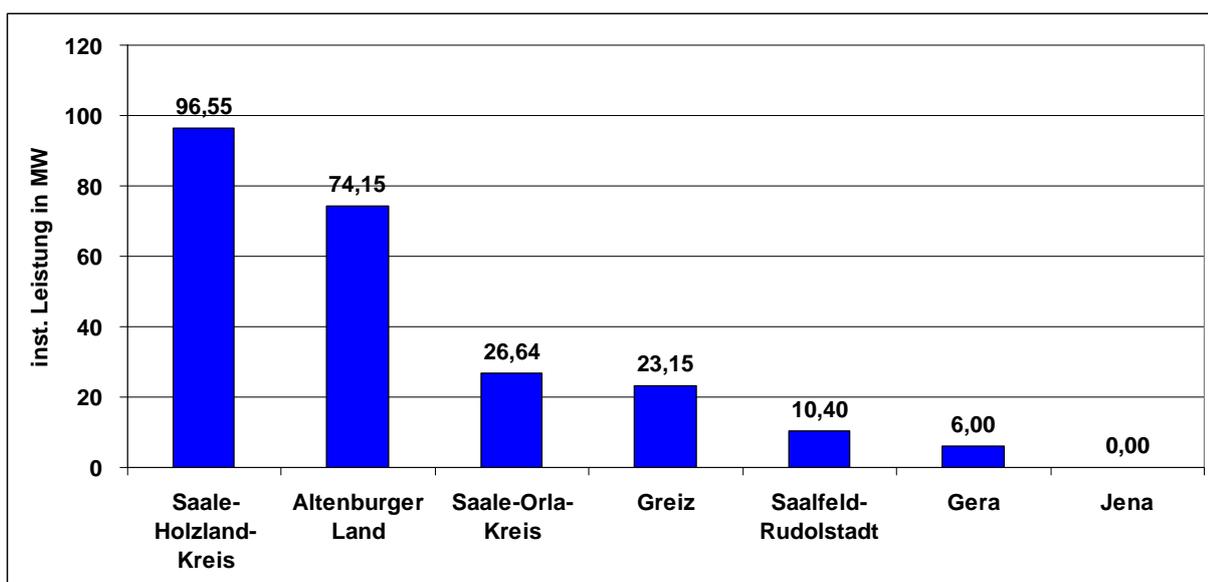


Abbildung 14: Installierte Leistung ($MW_{el.}$) in den Landkreisen und kreisfreien Städten in der Planungsregion Ostthüringen am 31.12.2014 (Datenquelle: TLVA)

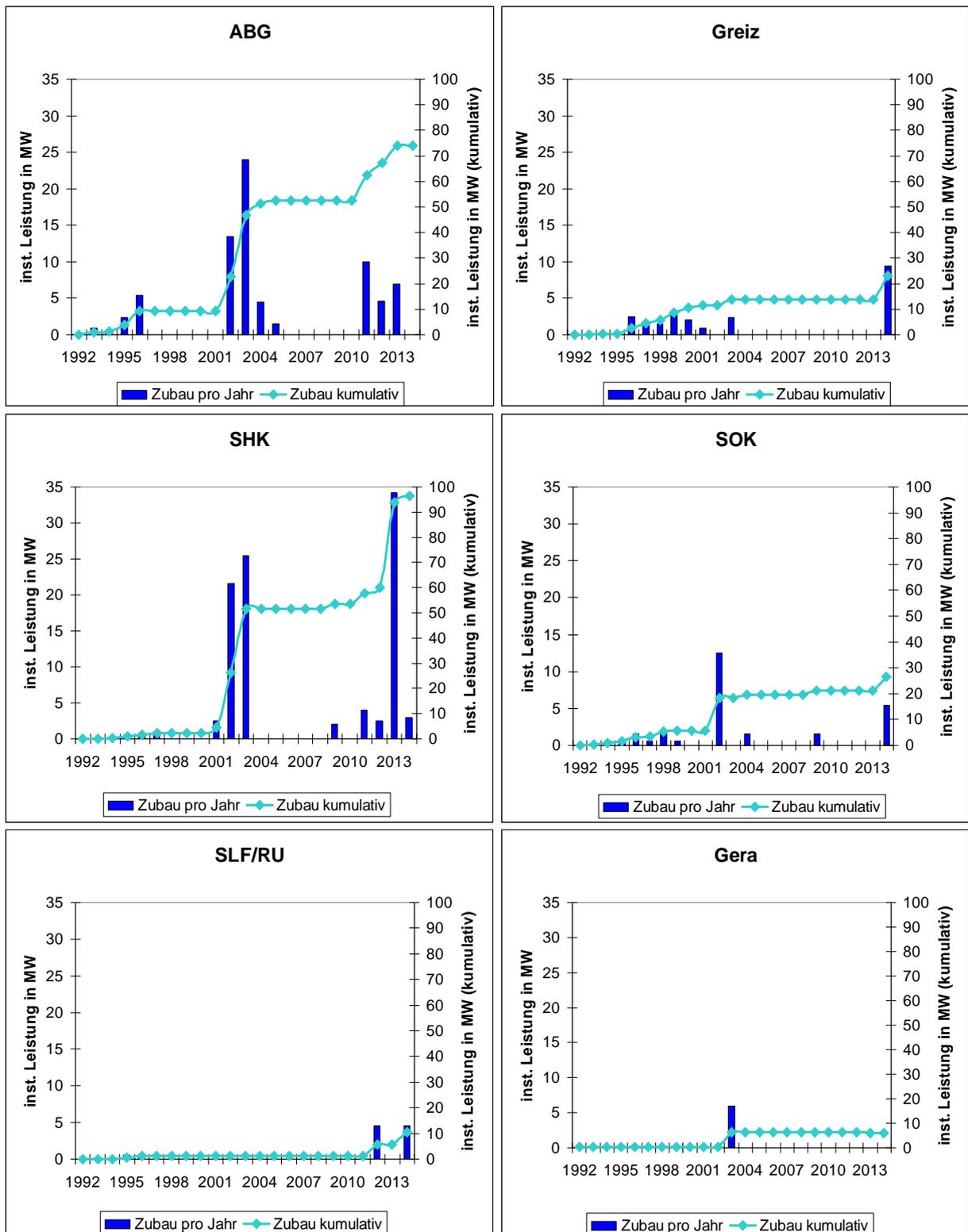


Abbildung 15: Windkraft: Jährlicher Zubau sowie kumulierte installierte Leistung in der Planungsregion Ostthüringen auf Landkreisebene. (Datenquelle: TLVA)

In Abbildung 16 ist die installierte Leistung pro km² in Städten und Landkreisen in Ostthüringen im Vergleich zu anderen administrativen Einheiten in der Bundesrepublik dargestellt. Während die küstennahen Bundesländer sehr hohe Werte aufweisen, befinden sich die Landkreise Ostthüringens eher im Mittelfeld. Im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt ist pro km² weniger Leistung installiert als im Mittel in Bayern oder Baden-Württemberg.

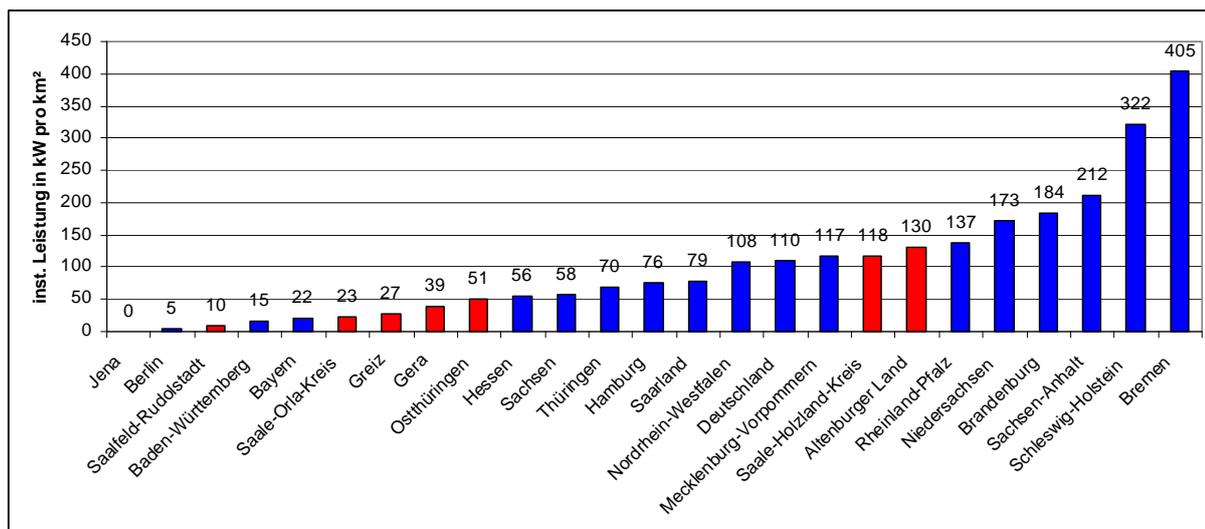


Abbildung 16: Wind: installierte Leistung pro km² (geordnet) in verschiedenen räumlichen Einheiten in der Bundesrepublik und den Landkreisen und kreisfreien Städten der Planungsregion Ostthüringen pro km². (Datenquelle: [12], [13], [14])

Nach Angaben des TLVwA wurden in der Planungsregion Ostthüringen erstmalig in den Jahren 2013 und 2014 6 Anlagen mit insgesamt 1024 kW Leistung zurückgebaut, davon allein 5 Anlagen mit 824 kW im Saale-Holzland-Kreis.

3.4 Biomasse

Die Zahlen zum Bestand (installierte Leistung und Anlagenzahl und Jahresarbeit) der Jahre 2007 bis 2014 wurden vom TLVwA und der Planungsstelle Ostthüringen zur Verfügung gestellt.

In der Planungsregion Ostthüringen gab es Ende 2014 165 Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse mit einer installierten elektrischen Leistung von insgesamt 129,2 MW. Die Leistung zur Wärmeenergieerzeugung wird im Rahmen dieser Studie nicht betrachtet. Damit wurden bei durchschnittlich circa 6200 Volllaststunden (Mittelwert der Jahre 2012 und 2013) etwa 804 GWh erzeugt. In Abbildung 17 ist die Leistung nach Landkreis und Anlagentyp dargestellt. Den mit Abstand höchsten Wert weist der Saale-Orla-Kreis mit 61,1 MW auf. Davon sind ca. 82 % Biomasse-Heizkraftwerke. In der gesamten Planungsregion stammen etwa 62 % der installierten elektrischen Leistung aus Biomasse-HKW. Der Saale-Holzland-Kreis weist ebenfalls einen hohen Anteil dieses Typs auf. Demgegenüber ist die installierte Leistung von Biogasanlagen mit jeweils ca. 10 MW relativ gleich auf die Landkreise verteilt.

Nur sehr geringe Werte finden sich in den kreisfreien Städten. In Gera, Jena, Rudolstadt und Hermsdorf sind Anlagen zur Stromerzeugung aus Klärgas in Betrieb [17], nur die Anlage in Gera speist momentan Strom in das öffentliche Netz ein, die anderen Anlagen erzeugen Energie zur vollständigen oder teilweisen Deckung des Eigenbedarfs. Während in Jena eine installierte Leistung bekannt ist, liegt diese für Rudolstadt und Hermsdorf nicht vor. Diese Anlagen können in der Statistik daher nicht berücksichtigt werden. Weitere Details zum Problem der Eigenstromerzeugung finden sich im Kapitel 4.2.

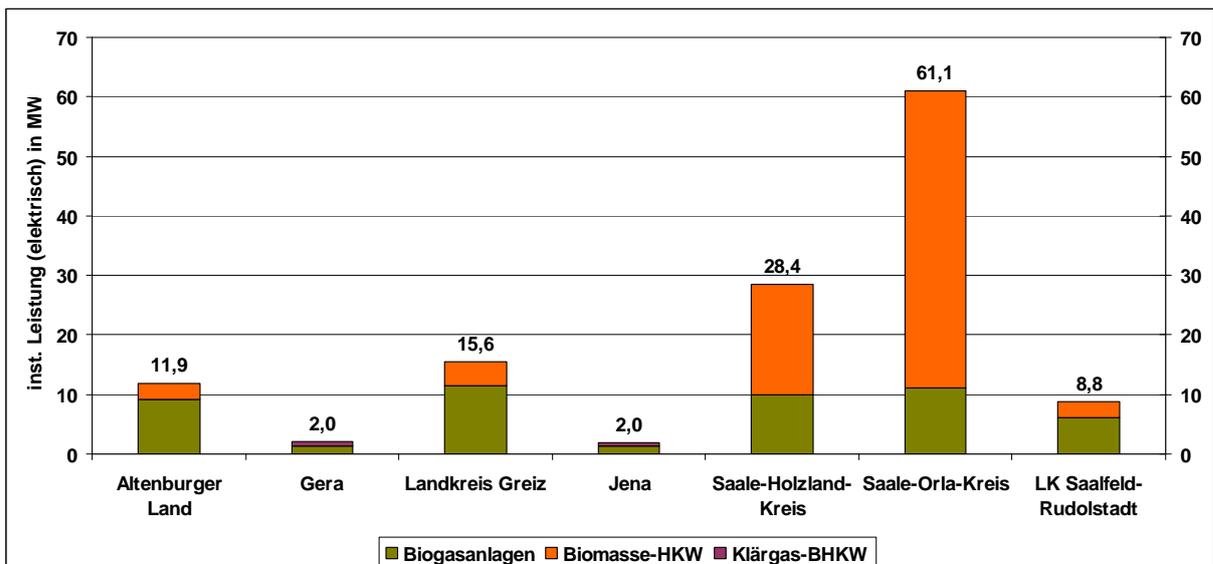


Abbildung 17: Biomasse: installierte elektrische Leistung (2014) nach Landkreis und Anlagentyp (Datenquelle: TLVA)

Bei den fünf größten Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse in der Planungsregion handelt es sich ausschließlich um Biomasse-BHKW (vgl. Tabelle 1). Diese Anlagen erzeugten im Jahr 2013 zusammen fast die Hälfte des insgesamt aus Biomasse produzierten Stroms, während alle 124 Biogasanlagen im Jahr 2014 zusammen nur etwa 42 % des Stroms erzeugten. Eine solche Konzentration der Energieerzeugung auf wenige große Anlagen kann sich als problematisch erweisen, wenn sich wirtschaftliche Rahmenbedingungen ändern. Laut Presseberichten vom Frühjahr 2015 [18] soll beispielsweise die Produktionskapazität des Sägewerks Klausner Holz massiv heruntergefahren werden. Die Anlage, die die Holzabfälle dieses Sägewerks nutzt, produzierte im Jahr 2015 etwa 11 % des gesamten in der Planungsregion erzeugten Stroms aus Biomasse. Die mit Abstand größte Anlage ist das Biomasse-HKW der Zellstoff- und Papierfabrik Rosenthal in Blankenstein, das im Jahr 2013 etwa 22 % des Stroms aus Biomasse in der Planungsregion erzeugte.

Tabelle 1: Zusammenstellung der fünf größten Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse in Ostthüringen
(Datenquelle: [12])

Ort/Firma	Typ	Installierte Leistung [kW _{el}]	Landkreis	Jahresarbeit 2013 (GWh)	% der in OT aus Biomasse ins öff. Netz eingespeisten Strommenge
Blankenstein (ZP Rosenthal GmbH)	Biomasse-HKW	28.000	Saale-Orla-Kreis	178,3	22,18%
Saalburg-Ebersdorf (Klausner Holz Thüringen GmbH)	Biomasse-HKW	12.890	Saale-Orla-Kreis	90,0	11,19%
Schkölen (Bio-Kraftwerk Schkölen GmbH)	Biomasse-HKW	5.360	Saale-Holzland-Kreis	43,7	5,44%
Silbitz (Holzheizkraftwerk Silbitz GmbH & Co. KG)	Biomasse-HKW	5.620	Saale-Holzland-Kreis	36,0	4,48%
Hirschberg (Rettenmeier Holzindustrie Hirschberg GmbH)	Biomasse-HKW	4.440	Saale-Orla-Kreis	35,7	4,44%
Summe		56.310		383,7	47,72%

In Abbildung 18 ist die installierte elektrische Leistung von Biomasseanlagen pro km² in den Städten und Landkreisen Ostthüringens im Vergleich zu anderen administrativen Einheiten in der Bundesrepublik dargestellt. Auf Grund der drei großen Biomasse-HKW liegt der Saale-Orla-Kreis in dieser Statistik an zweiter Stelle. Die gesamte Planungsregion Ostthüringen liegt an fünfter Stelle, direkt hinter den beiden Stadtstaaten Berlin und Hamburg, in denen Biomasse-BHKW vor allem zum Heizen von Wohnungen eingesetzt werden.

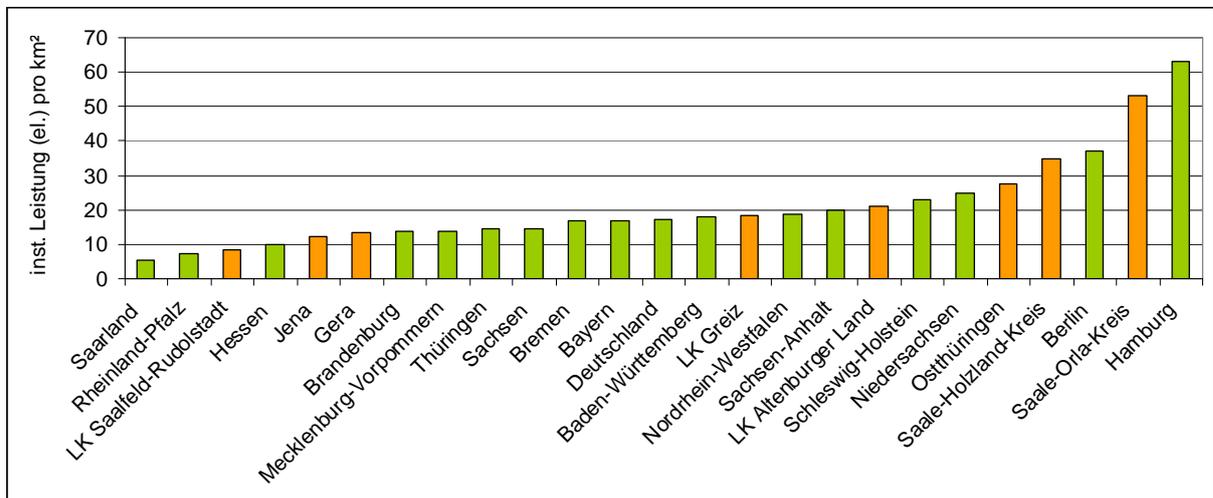


Abbildung 18: Biomasse: installierte elektrische Leistung pro km² (geordnet) in verschiedenen räumlichen Einheiten in der Bundesrepublik und den Landkreisen und kreisfreien Städten der Planungsregion Ostthüringen pro km². (Datenquelle: [12], [13], [14])

3.5 Wasserkraft

In der Planungsregion Ostthüringen sind gegenwärtig etwa 63 reine Laufwasserkraftwerke mit einer installierten Leistung von zusammen etwa 21,5 MW in Betrieb. Es besteht entlang der Saalekaskade die besondere Situation, dass die beiden großen Wasserkraftanlagen Bleiloch (Saale-Orla-Kreis) und Hohenwarte I (Landkreis Saalfeld-Rudolstadt) als Pumpspeicherkraftwerke mit Laufwasseranteil betrieben werden. Das bedeutet, dass hier – wie beim reinen Pumpspeicherwerken – Spitzenlaststrom durch zuvor in ein Oberbecken gepumptes Wasser erzeugt wird. An der Bleilochtalesperre dient die Talsperre Burgkammer als Unterbecken, der Wasserkörper der Bleilochtalesperre bildet das Oberbecken. Im Fall der Wasserkraftanlage Hohenwarte I ist das Unterbecken die Talsperre Eichicht. Da aber auch das Laufwasser der Saale kontinuierlich die Saalekaskade passiert, ist dieser Anteil bilanziell den regenerativen Energien zuzuordnen. Im (überdurchschnittlich niederschlagsreichen) Jahr 2013 betrug die bilanziell aus Laufwasser erzeugte Strommenge für Hohenwarte I etwa 60 GWh und für die Wasserkraftanlage Bleiloch etwa 90 GWh. Eine Angabe der installierten Leistung ist für beide Wasserkraftanlagen nicht sinnvoll, da diese für die Spitzenlastzeugung eines Pumpspeicherkraftwerks dimensioniert sind.

In Abbildung 19 ist die Jahresarbeit (2013) aus Wasserkraft nach Landkreisen dargestellt. Für die reinen Laufwasserkraftwerke wurden 4.800 Volllaststunden angenommen. Die Zahlen für den Laufwasseranteil der Pumpspeicherkraftwerke wurden von Vattenfall zur Verfügung gestellt. Insgesamt wurden damit im Jahr 2013 in der Planungsregion Ostthüringen etwa 252,5 GWh Strom aus Wasserkraft erzeugt, davon stammen etwa 150 GWh aus dem Laufwasseranteil von Hohenwarte I und Bleiloch. Dieser hohe Anteil lässt sich durch die großen Fallhöhen von 49 bzw. 56 m erklären sowie dadurch, dass jeweils die gesamte Wassermenge des Vorfluters die Turbine passiert. Weiterhin war das Jahr 2013 überdurchschnittlich niederschlagsreich.

Die statistische Erfassung der regenerativen Stromerzeugung aus Wasserkraft erfolgt im Freistaat Thüringen bisher nicht immer einheitlich. Im LEP 2025 [5] auf Seite 88 werden für die Stromerzeugung aus Wasserkraft im Jahr 2010 für die Planungsregion Ostthüringen 273 GWh angegeben, für den gesamten Freistaat 324 GWh. Hier wurde der Laufwasseranteil aus Pumpspeicherkraftwerken berücksichtigt. In der amtlichen Energiestatistik Thüringens [19] mit Zahlen für das Jahr 2010 werden für den gesamten Freistaat 346 GWh angegeben. Obgleich in der zitierten Quelle keine genauen Angaben zum Umgang mit dem Laufwasseranteil aus Pumpspeicherkraftwerken gemacht werden ist davon auszugehen, dass dieser Anteil hier ebenfalls berücksichtigt wurde. Im Bestands- und Potenzialatlas Thüringen [20] wurde der Laufwasseranteil der Pumpspeicherkraftwerke dagegen nicht berücksichtigt. Hier wird für das Jahr 2010 für Thüringen eine Stromerzeugung aus Wasserkraft von 95 GWh angegeben.

Die größten reinen Laufwasserkraftwerke mit einer Leistung > 1 MW befinden sich an der Saale und ihrem rechten Nebenfluss Wisenta. In den Jahren 2014 und 2015 wurden laut Bundesnetzagentur drei Anlagen so ertüchtigt, dass sich die Menge der erzielten Jahresarbeit etwas erhöhen wird. Dabei handelt es sich um folgende Anlagen:

- Greiz-Döhlau; 300 kW; Austausch des Getriebes und der Steuerungshydraulik
- Berga/Elster; Erhöhung der installierten Leistung von 225 auf 252 kW, Umbau des Zahnsatz und Getriebe auf optimierte Drehzahl
- Mühle Dothen bei Schkölen; 10 kW; Turbinen optimiert, neue Generatoren, neue Steuerung)

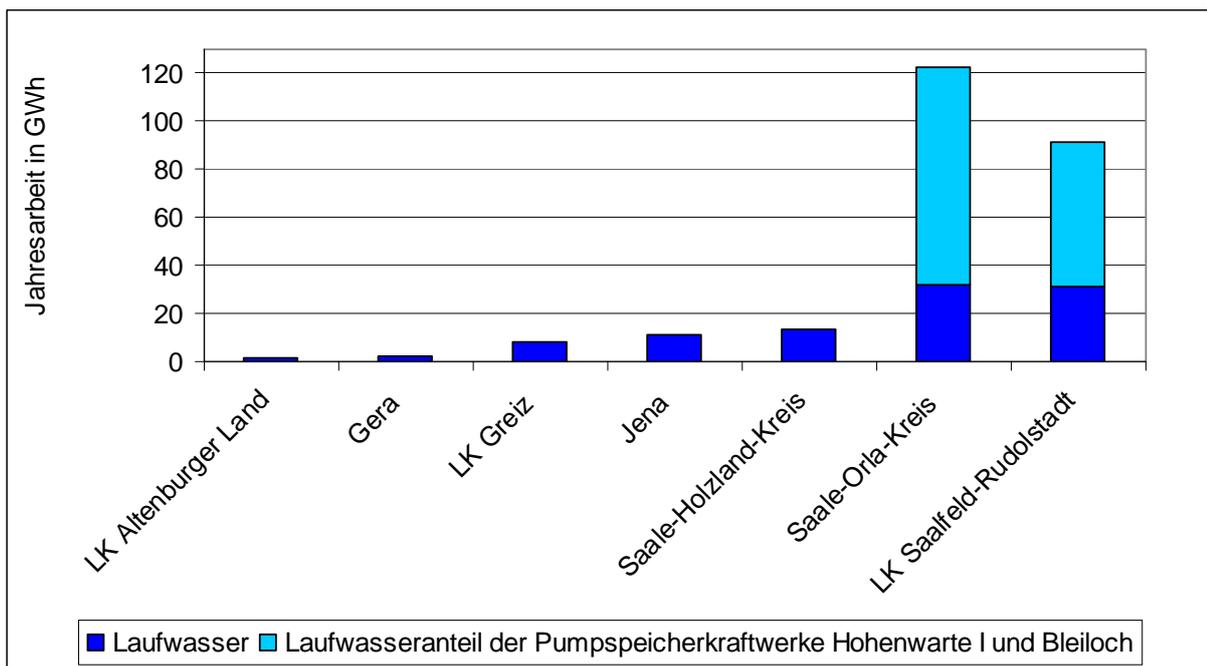


Abbildung 19: Jahresarbeit (2013) der Laufwasserkraftwerke und des Laufwasseranteils der Pumpspeicherkraftwerke Hohenwarte I und Bleiloch nach Landkreisen (Datenquelle: [12], Vattenfall)

3.6 Deponiegase

Obwohl ebenfalls in der Regel biogener Herkunft, werden in den meisten Statistiken methanhaltige Gase aus Mülldeponien, die zur Energieerzeugung verbrannt werden, nicht der Biomasse zugeordnet, sondern separat gelistet. In der Planungsregion Ostthüringen speisten Ende 2013 insgesamt sieben Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 2,56 MW insgesamt 4,75 GWh in

das öffentliche Netz ein. Die mit Abstand größte Anlage befindet sich mit einer elektrischen Leistung von 1,23 MW in der ehemaligen Hausmülldeponie Untitz bei Wünschendorf. Hier wurden im Jahr 2013 fast 3,4 GWh Strom in das öffentliche Netz eingespeist.

Im Vergleich zu den anderen Arten der erneuerbaren Energien handelt es sich also um eine vergleichsweise geringe Menge, die beispielsweise von einer modernen Windkraftanlage erreicht wird. In Zukunft wird die Menge sogar noch geringer werden, da durch den mikrobiellen Abbau der Anteil an organischer Substanz im Deponiekörper und damit auch die Gasausbeute immer geringer wird und neue Abfälle nicht mehr unbehandelt in Deponien eingebaut werden dürfen. Beispielsweise wurde in der Deponie Großlöbichau das BHKW mit 190 kW vom Netz genommen und im Februar 2015 durch ein BHKW mit 50 kW ersetzt, das aber zum überwiegenden Teil Strom für den Eigenbedarf produziert und nur wenig in das öffentliche Netz einspeist.

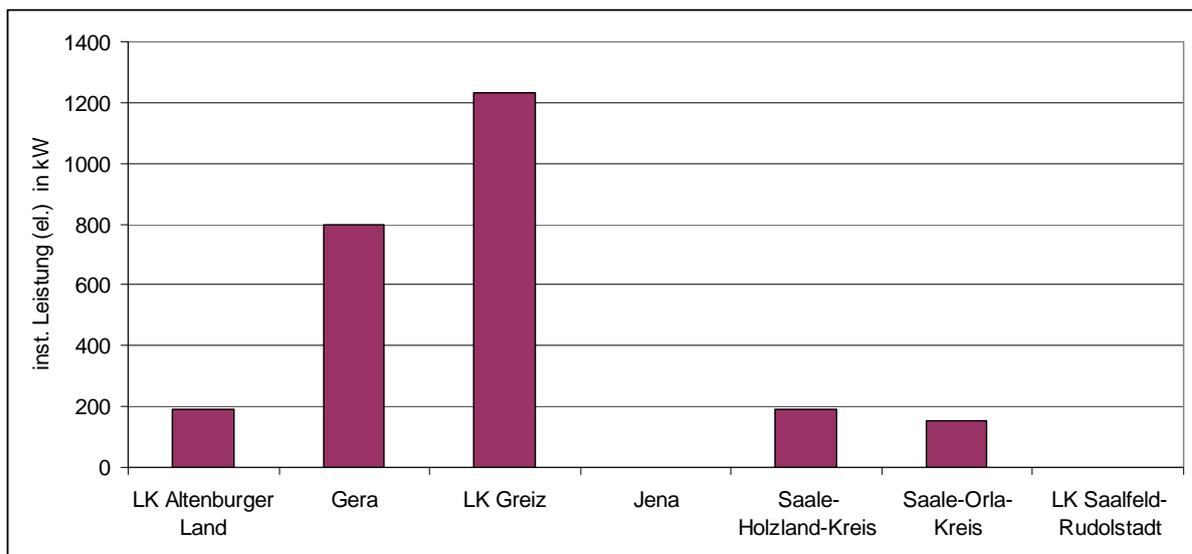


Abbildung 20: Installierte elektrische Leistung der Anlagen zur Stromerzeugung aus Deponiegas auf Landkreisebene am 31. Dezember 2013 (Datenquelle:[12])

3.7 Tiefengeothermie

Gegenwärtig existieren in der Planungsregion Ostthüringen sowie im gesamten Freistaat keine Anlagen zur Stromerzeugung aus Tiefengeothermie. Im Frühjahr 2011 wurde vom damaligen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie eine entsprechende Studie [21] herausgegeben, in der die Optionen zur Nutzung der Tiefengeothermie in Thüringen dargestellt wurden. Im Ergebnis der Studie wurde empfohlen, bis 2020 insgesamt fünf Kraftwerke zu errichten, eins davon sollte bis 2015 ans Netz gehen, um den Frühstarter-Förderbonus des EEG zu erhalten. Als Standort dafür war Meinigen in der Planungsregion Südwestthüringen vorgesehen, da hier günstige geologische Bedingungen und ein relativ großer Wärmebedarf zusammenkommen. Nach Bekanntgabe des Projektes kam es in der Stadt allerdings zu einem Bürgerbegehren, in dessen Folge sich der Stadtrat in Form eines Beschlusses gegen ein solches Vorhaben aussprach.

3.8 Zusammenfassung

In Abbildung 21 ist die aus regenerativen Energieträgern erzeugte Strommenge nach Erzeugungsart und Landkreisen bzw. kreisfreien Städten dargestellt. Insgesamt wurden somit im Jahr 2014 in der Planungsregion 1.748,9 GWh bereitgestellt. Damit wird in Ostthüringen gegenwärtig schon mehr Strom aus regenerativen Energien bereitgestellt, als es die absolute Mengenzielvorgabe des LEP

2025 (1.600 GWh) für das Jahr 2020 vorsieht. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass vor allem im Fall der Biomasse ein hoher Anteil des Stroms aus wenigen sehr großen Anlagen stammt. Sollten diese beispielsweise aus wirtschaftlichen Gründen vom Netz genommen werden, könnte die Mengenzielvorgabe auch wieder unterschritten werden.

Spitzenreiter mit 593 GWh ist der Saale-Orla-Kreis, vor allem weil hier Reststoffe aus der Holz- und Zellstoffindustrie in Biomasse-HKWs verstromt werden. Die beiden kreisfreien Städte erzeugen zusammen nur etwa 4,1 % der Strommenge aus erneuerbaren Energien.

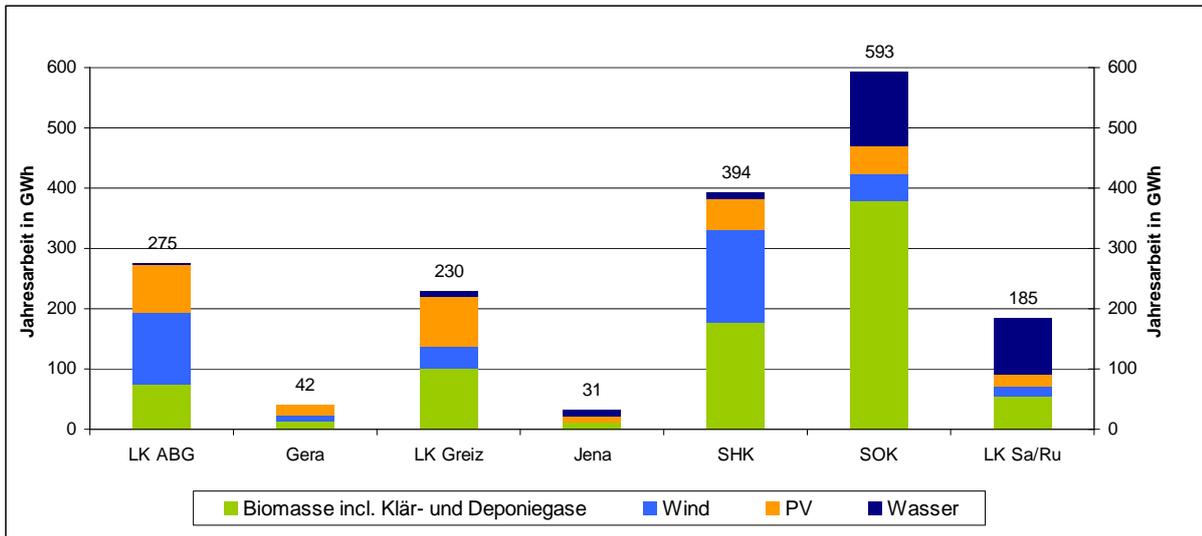


Abbildung 21: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in der Planungsregion Ostthüringen im Jahr 2014 (Wasser und Deponiegas 2013), unterteilt nach EE-Arten und Landkreisen (Datenquelle: [12] [13])

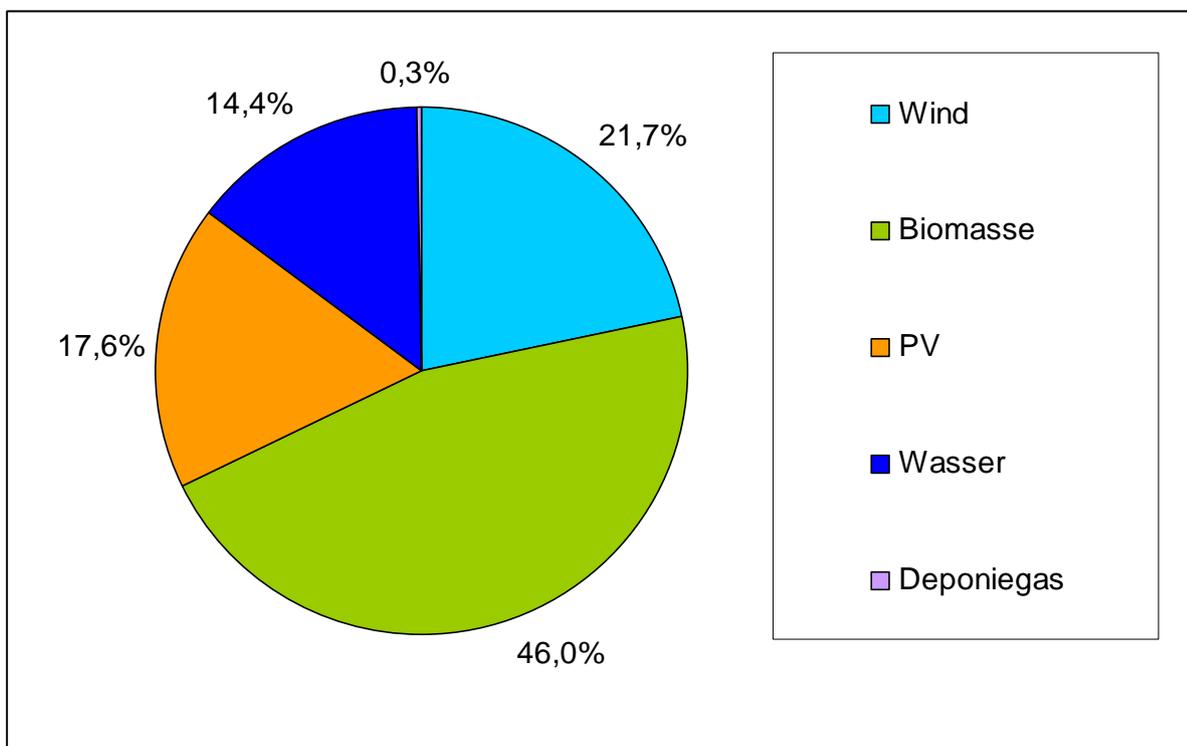


Abbildung 22: Aktuelle relative Stromerzeugung in der Planungsregion Ostthüringen nach Energieformen (Datenquelle: [12] [13])

Die aktuelle Stromerzeugung nach Energieformen ist in Abbildung 22 dargestellt. Biomasse ist auch in der Stromerzeugung gegenwärtig der wichtigste Energieträger, da sie fast die Hälfte des Stroms aus erneuerbaren Quellen in Ostthüringen zur Verfügung stellt. Allerdings stammt davon ein großer Teil aus Holz und Holzprodukten, die nur zu einem Teil aus der Planungsregion kommen. Wind trägt mit 21 % zur Stromerzeugung bei, PV 17 %. Die Stromerzeugung nach Landkreisen und kreisfreien Städten ist in Abbildung 23 dargestellt.

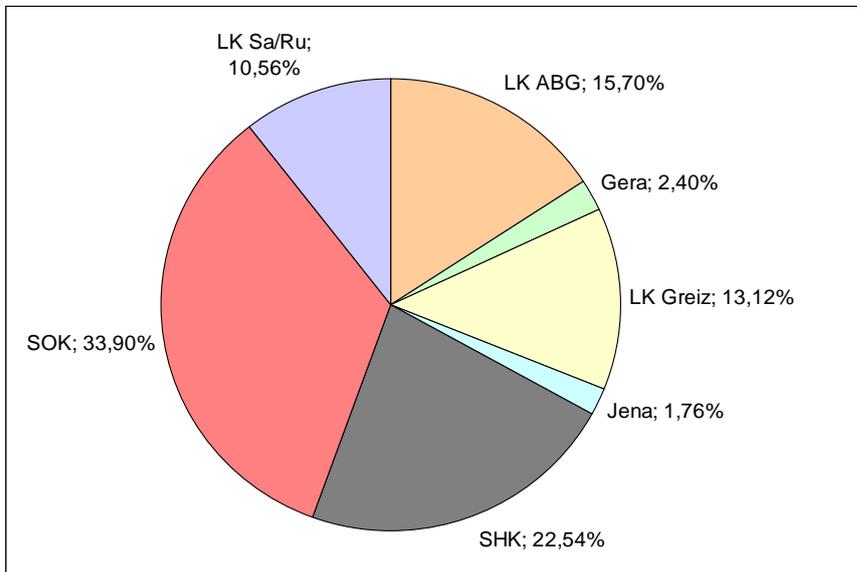


Abbildung 23: Aktuelle relative Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Planungsregion Ostthüringen nach Landkreisen und kreisfreien Städten (Datenquelle: [12] [13])

In Abbildung 24 sind die Anteile der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach den einzelnen EE-Arten für die Jahre 2010 und 2014 dargestellt. Die Angaben für 2010 wurden dem LEP 2025 [5] entnommen. Die deutlichste Steigerung ergab sich dabei für die Photovoltaik, da hier vor der EEG-Novelle im Jahr 2012 ein sehr starker Zubau vor allem von Freiflächenanlagen erfolgte. Moderate Steigerungen ergeben sich auch für Wind und die Biomasse. Im Falle der Wasserkraft ist ein Rückgang zu verzeichnen, der vor dem Hintergrund jährlich schwankender Abflussmengen und Betriebsstunden der Anlagen als normal zu bezeichnen ist.

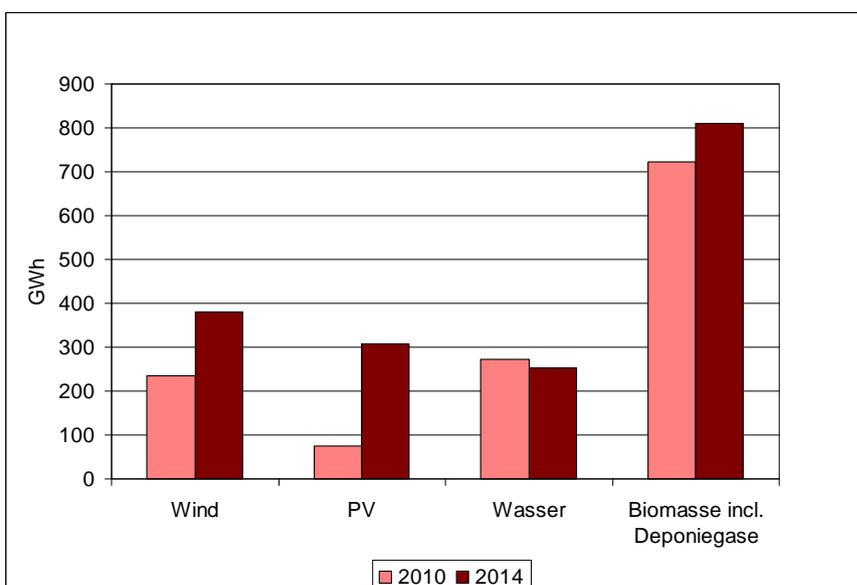


Abbildung 24: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach den einzelnen EE-Arten für die Jahre 2010 und 2014 in der Planungsregion Ostthüringen (Datenquellen: [5], [12])

4. Ermittlung und Prognose des Stromverbrauchs

4.1 Ermittlung des Stromverbrauchs

Die Erhebung des Stromverbrauchs auf Landkreisebene ist die Voraussetzung für die Ermittlung des prozentualen Anteils der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Die gesetzliche Grundlage für die Abfrage der Stromverbräuche ist die Konzessionsabgabenverordnung (KAV). Gemeinden gestatten Energie- und Wasserversorgern, Leitungen auf öffentlichem Grund zu verlegen und diese zu betreiben und erhalten dafür ein Entgelt, das von der gelieferten Energiemenge und der Zahl der Einwohner der Gemeinde abhängig ist. Im Rahmen der Abrechnung der Konzessionsabgabe ist auch bekannt, wie viel Strom innerhalb eines Gemeindegebietes vom zuständigen Verteilnetzbetreiber geliefert wird. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden daher alle 297 Gemeinden in der Planungsregion Ostthüringen angeschrieben und um die Erlaubnis gebeten, den Stromverbrauch auf ihrem Gemeindegebiet beim jeweiligen Verteilnetzbetreiber abfragen zu dürfen. Insgesamt 153 Gemeinden in der Planungsregion gaben diese Legitimation, was etwa 80% der Bevölkerung entspricht. Diese Genehmigungen wurden gesammelt und dem jeweiligen Verteilnetzbetreiber mit der Bitte um Bekanntgabe der Stromverbräuche der Gemeinden, getrennt nach Tarifgruppen, übermittelt. Die Verbräuche der Gemeinden, die keine Legitimation erteilt haben, wurden anhand des Verbrauchs pro Einwohner aller anderen Gemeinden hochgerechnet.

Nach der Zusammenfassung der Daten auf Landkreise erfolgte ein Abgleich der so ermittelten Werte mit hochgerechneten Werten der amtlichen Energiestatistik des Freistaates um zu prüfen, ob die erfassten Stromverbräuche etwa in der richtigen Größenordnung liegen. Da seitens des Thüringer Landesamtes für Statistik (TLS) nur kreisscharfe Angaben zum Stromverbrauch des verarbeitenden Gewerbes und des Bergbaus vorliegen, wurde der Gesamtstromverbrauch wie folgt hochgerechnet: Aus der amtlichen Energiebilanz des Landesamtes für Statistik [22] für das Jahr 2012 wurde der Stromverbrauch für den gesamten Freistaat der beiden weiteren Sektoren „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ (GHD) und „Haushalte“, der nicht landkreisscharf vorliegt, pro Einwohner normiert. Diese Zahl wurde wiederum mit der Bevölkerung des jeweiligen Landkreises multipliziert. Für die Berechnung des Gesamtstromverbrauches wurde diese Zahl mit dem bereits kreisscharf vorliegenden Verbrauch der Industrie addiert.

In Abbildung 25 sind die Ergebnisse der beiden Erhebungsmethoden gegenübergestellt. Demnach wurden im Jahr 2012 (aktuellere Zahlen liegen noch nicht vor) in der Planungsregion nach Hochrechnung über Zahlen des TLS 4.191,5 GWh und nach der Erhebung über KAV etwa 25 % weniger (3.135,2 GWh) Strom verbraucht. In allen Verwaltungseinheiten mit Ausnahme der Stadt Jena sind die Zahlen der Erhebung über die KAV niedriger als über die Zahlen der anderen Methode. Besonders groß ist dieser Unterschied im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt, in dem sich mit dem Stahlwerk Thüringen ein Strom-Großverbraucher befindet. Nach Auskunft der Thüringer Energienetze GmbH (TEN) wird dieser Betrieb direkt über das Höchstspannungsnetz des Übertragungsnetzbetreibers 50Hertz Transmission GmbH beliefert und ist somit nicht in den Stromverbrauchsdaten des Verteilnetzbetreibers TEN enthalten.

Da nicht sichergestellt werden kann, dass zum einen weitere Verbraucher auch in anderen Landkreisen nicht erfasst wurden und zum anderen der einwohnernormierte Gesamtstromverbrauch (4.607 kWh/a und Einwohner) der Erhebung über KAV unrealistisch niedrig im Vergleich zur entsprechenden bundesweiten Zahl (7.399 kWh/a und Einwohner) ist, wurden für die Ermittlung des prozentualen Anteils der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der vorliegenden Studie die Angaben des TLS verwendet.

Eine weitere Abschätzung des Stromverbrauchs in der Planungsregion ist Bestandteil des Bestands- und Potenzialatlas der FH Nordhausen [20], die landkreisscharfen Ergebnisse sind in Abbildung 25 dargestellt. Die methodische Grundlage dafür sind so genannte „energetische Homogenbereiche“, also Siedlungs- und Landschaftsräume mit vergleichbarem Energiebedarf. Jedem dieser Siedlungsraumtypen wird ein bestimmter Energiebedarf pro Jahr und Quadratmeter zugewiesen. Die Qualität der Hochrechnung ist davon abhängig, wie genau die jeweiligen Flächengrößen und der ihnen zugewiesene Energiebedarf mit der Realität übereinstimmt. In der Summe der Landkreise (Seite A-8) wurde für gesamte Planungsregion für 2010 ein Stromverbrauch von 4.504 GWh ermittelt, in der Tabelle auf Seite 53 wird der Strombedarf für 2010 mit 4.224 GWh angegeben. Diese Zahl liegt in der Größenordnung recht nah an der in dieser Studie verwendeten Zahl von 4.191,5 GWh, die Unterschiede sind eventuell auf die unterschiedlichen Bezugsjahre 2010 und 2012 zurückzuführen. Dennoch gibt es, wie in Abbildung 25 dargestellt, große Abweichungen der Werte auf Ebene der Gebietskörperschaften. Mit 1.016 GWh ist der der Stromverbrauch im Landkreis Greiz nach der Methode des Bestands- und Potenzialatlas mehr als doppelt so hoch wie in den anderen beiden Ermittlungsarten, während in Jena der Wert sehr niedrig ist.

Dies zeigt, dass für das Monitoring der Ausbauziele des LEP 2025 eine zeitnahe amtliche Erhebung des Gesamtstromverbrauchs mit hoher räumlicher Auflösung (mindestens landkreisscharf) sehr hilfreich wäre.

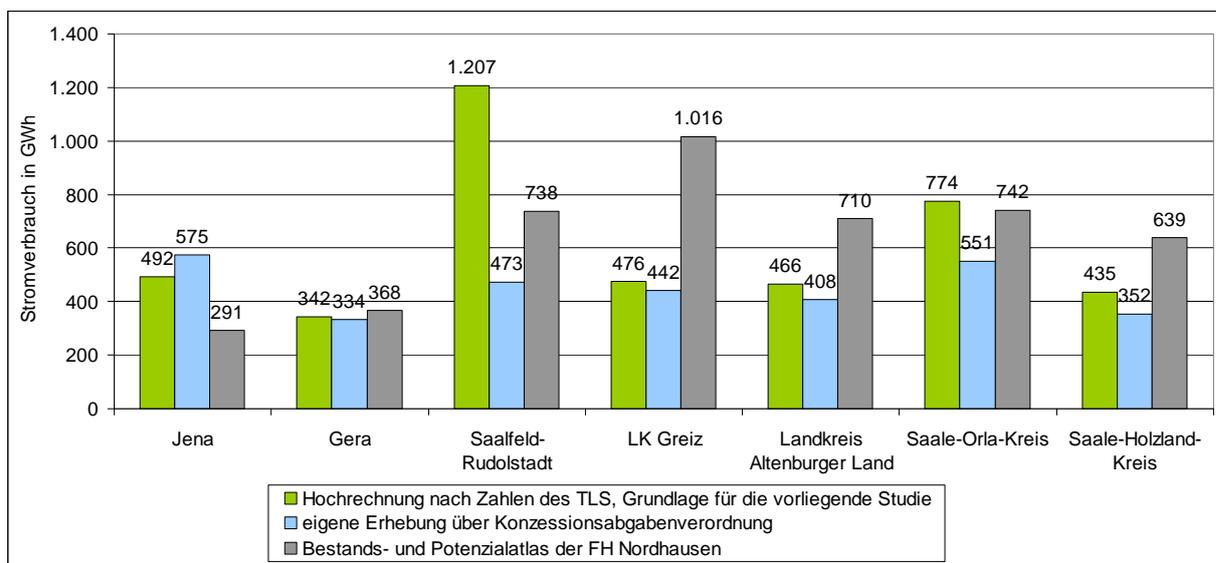


Abbildung 25: Stromverbrauch der Landkreise und kreisfreien Städte im Jahr 2012 nach unterschiedlichen Erhebungsmethoden. Im Rahmen dieser Studie wird die Hochrechnung über Zahlen des TLS verwendet (Datenquelle: [23] eigene Erhebungen, [20])

In Abbildung 26 ist der Stromverbrauch in Ostthüringen (Hochrechnung über Zahlen des TLS, im Rahmen dieser Studie verwendet) nach Verbrauchssektoren dargestellt. Insgesamt wurden in der Planungsregion etwa 52 % des Stroms im Sektor Industrie verbraucht. Besonders hoch ist dieser Anteil mit 73 % im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt. Nach Angaben des Thüringer Landesamtes für Statistik [22] wurden in diesem Sektor im Jahr 2012 insgesamt 880 GWh verbraucht. Davon sollen allein ca. 500 GWh auf das Stahlwerk Thüringen in Unterwellenborn entfallen [24]. Im Saale-Orla-Kreis entfällt ebenfalls mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs auf diesen Sektor. Relativ wenig Strom (18 %) wird in der Stadt Gera für industrielle Prozesse verbraucht. Da der Stromverbrauch der Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen im Rahmen dieser Studie aus dem Thüringer Mittelwert hochgerechnet wurde, sind die Unterschiede ausschließlich durch die verschiedene Zahl der Einwohner bestimmt.

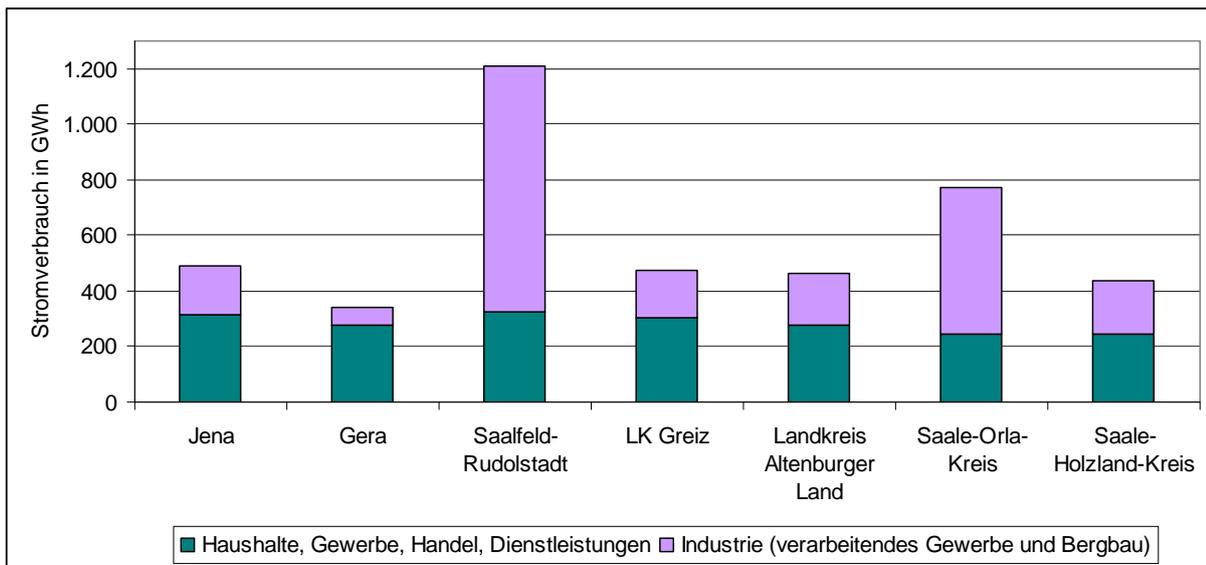


Abbildung 26: Stromverbrauch in Ostthüringen im Jahr 2012 nach Verbrauchssektoren (Datenquelle: [23])

Der Stromverbrauch pro Einwohner ist in Abbildung 27 dargestellt. Mit 10.800 bzw. 9.160 kWh liegen die Landkreise Saalfeld-Rudolstadt und Saale-Orla deutlich über dem nationalen und dem Thüringischen Mittelwert. In den anderen Gebietskörperschaften liegen die spezifischen Energieverbräuche jeweils unter den Mittelwerten.

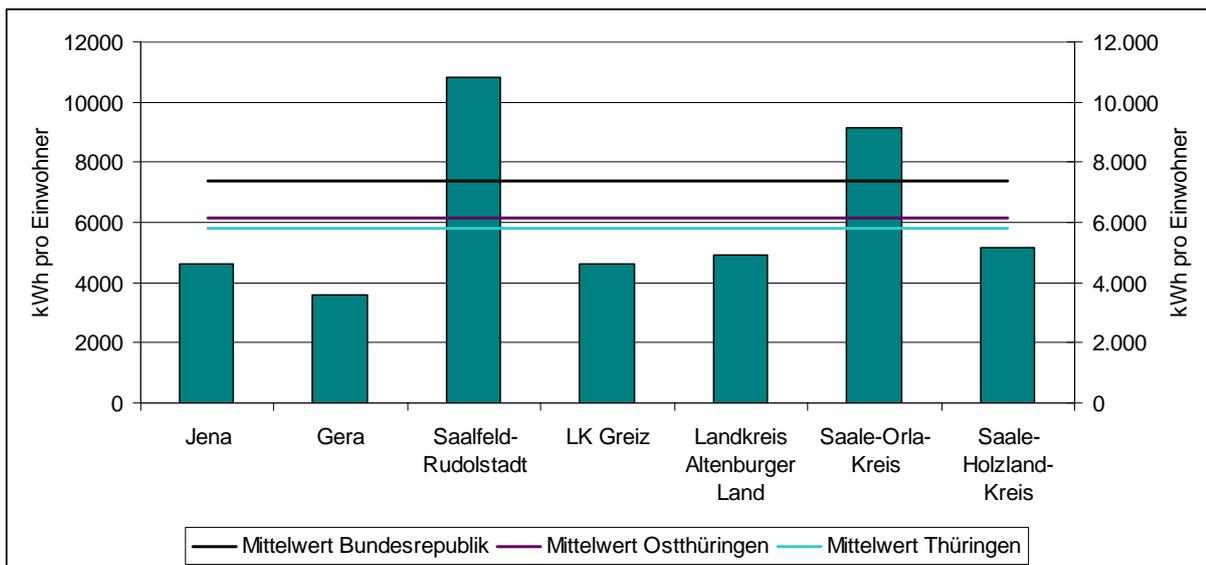


Abbildung 27: Stromverbrauch pro Kopf nach Landkreisen in der Planungsregion Ostthüringen mit Vergleichswerten (Datenquelle: [23])

4.2 Problem des Eigenverbrauchs

Eine künftige Herausforderung bei der Erstellung von Energiestatistiken stellt die Bilanzierung des Eigenverbrauchs dar. Eigenverbrauch bedeutet, dass der selbst erzeugte Strom direkt vor Ort genutzt und nicht ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird und betrifft sowohl die erneuerbaren als auch die fossilen Energien. In amtlichen Energiestatistiken wird in der Regel nur der Verbrauch aus dem öffentlichen Netz sowie der Eigenverbrauch von Großkraftwerken erfasst, während beispielsweise Strom, der in Industriebetrieben in eigenen Kraftwerken erzeugt und während des Produktionsprozesses verbraucht wird, nicht erfasst wird. Vor allem bei den erneuerbaren Energien wird Eigenverbrauch in Zukunft stark an Bedeutung zunehmen. Die Abschätzung des Anteils des Eigen-

verbrauchs ist schwierig, da es keine entsprechenden Statistiken gibt und die Angaben der Betriebe zum Verbrauch von selbst erzeugtem Strom in der Regel nicht öffentlich zugänglich sind. Eine Studie aus dem Jahr 2014 zur Eigenstromerzeugung in der Bundesrepublik [25] nennt für Thüringen einen Eigenverbrauch von insgesamt 800 GWh, was etwa 6 % des Stromverbrauchs aus dem öffentlichen Netz entspricht.

In Ostthüringen findet Eigenverbrauch beispielsweise in der Zellstoff- und Papierfabrik in Blankenstein (Saale-Orla-Kreis) statt, der auf der Firmenwebseite dokumentiert wird (vgl. Abbildung 28). Die jeweils ins Netz eingespeiste Menge lässt sich durch die Veröffentlichungen des Netzbetreibers ermitteln. Im Jahr 2012 wurden insgesamt 409 GWh aus Schwarzlaube erzeugt, davon wurden ca. 41 % ins Netz eingespeist und somit in der amtlichen Energiestatistik als Stromerzeugung aus Biomasse erfasst. Da in der Regel nicht bekannt ist, in welchem Betrieb und in welchem Umfang Eigenverbrauch stattfindet, konnte dieser im Rahmen der vorliegenden Studie aus Gründen der Datenhomogenität nicht berücksichtigt werden.

Eigenverbrauch wird vor allem bei den erneuerbaren Energien zukünftig an Bedeutung gewinnen. Damit stellt sich die Frage, wie dessen Betrag ermittelt werden kann. In der Regel erfolgt zwar direkt an der Anlage eine Erfassung, diese ist häufig aber nicht öffentlich zugänglich und wird nicht zentral erfasst. Wenn für eine Energieform die Jahresarbeit anhand der installierten Leistung hochgerechnet wird, wird auch automatisch über die Annahme von Volllaststunden ein eventuell stattfindender Eigenverbrauch berücksichtigt. Nachteilig bei dieser Methode ist allerdings, dass je nach Energieform und Witterung im Jahr die tatsächlich geleistete Arbeit deutlich von der hochgerechneten abweichen kann.

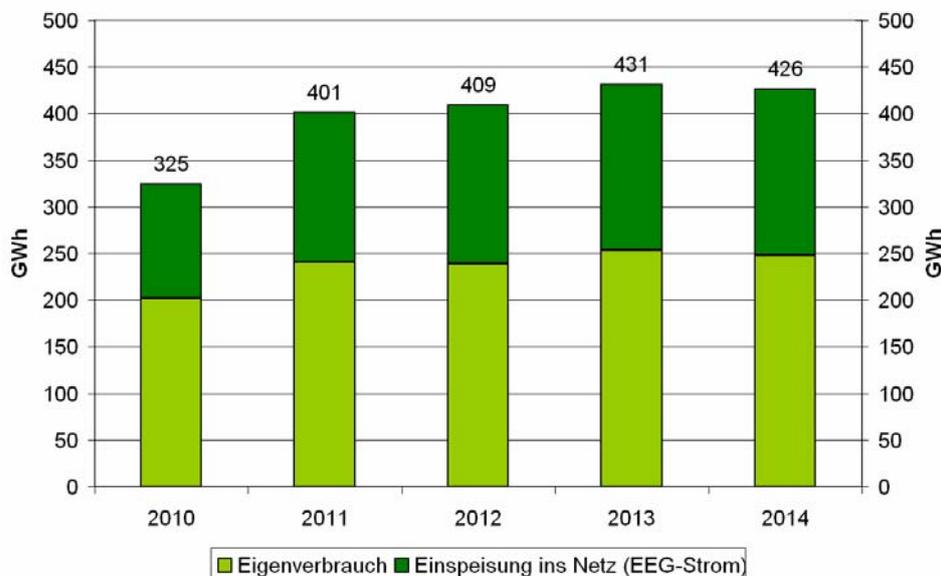


Abbildung 28: Stromerzeugung in der ZPR Blankenstein, getrennt nach Eigenverbrauch und Einspeisung (Quelle: [26])

4.3 Aktueller Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in Ostthüringen

In Abbildung 29 sind die in den vorhergehenden Kapiteln erfassten Zahlen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien den Daten zum Stromverbrauch auf Landkreisebene gegenübergestellt. Die Daten zum Nettostromverbrauch stammen aus dem Jahr 2012, da seitens der offiziellen Landesstatistik keine aktuelleren Werte vorlagen. In Abbildung 30 sind die prozentualen Werte dargestellt. Am geringsten ist der Anteil in den beiden kreisfreien Städten. Hier stehen vergleichsweise wenige Flächen zur Errichtung von Windenergieanlagen und Freiflächen-PV-Anlagen zur Verfügung. Gleichzeitig wird das Photovoltaik-Potenzial auf Dachflächen bisher erst sehr wenig genutzt. Größere

Biomasse-Heizkraftwerke existieren ebenfalls nicht. Bilanzuell betrug damit im Jahr 2014 der Anteil erneuerbarer Energien am Nettostromverbrauch in der Planungsregion Ostthüringen 41,7 %.

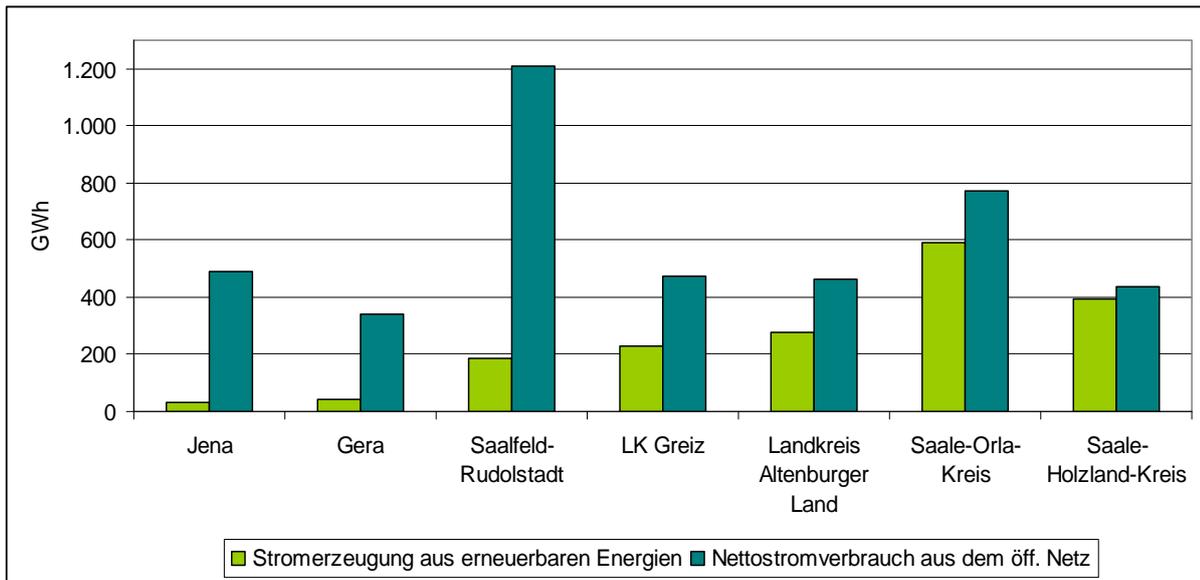


Abbildung 29: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (2014) und Nettostromverbrauch (2012) in der Planungsregion Ostthüringen (Datenquelle: eigene Erhebungen, [23])

In Abbildung 30 ist der bilanzielle Anteil der erneuerbaren Energien am Nettostromverbrauch in Ostthüringen im Jahr 2014 auf Landkreisebene dargestellt. Während sich gegenwärtig der Saale-Holzland-Kreis schon zu 90 % bilanziell selbst versorgt, sind es in der Stadt Jena erst etwas mehr als 6 %.

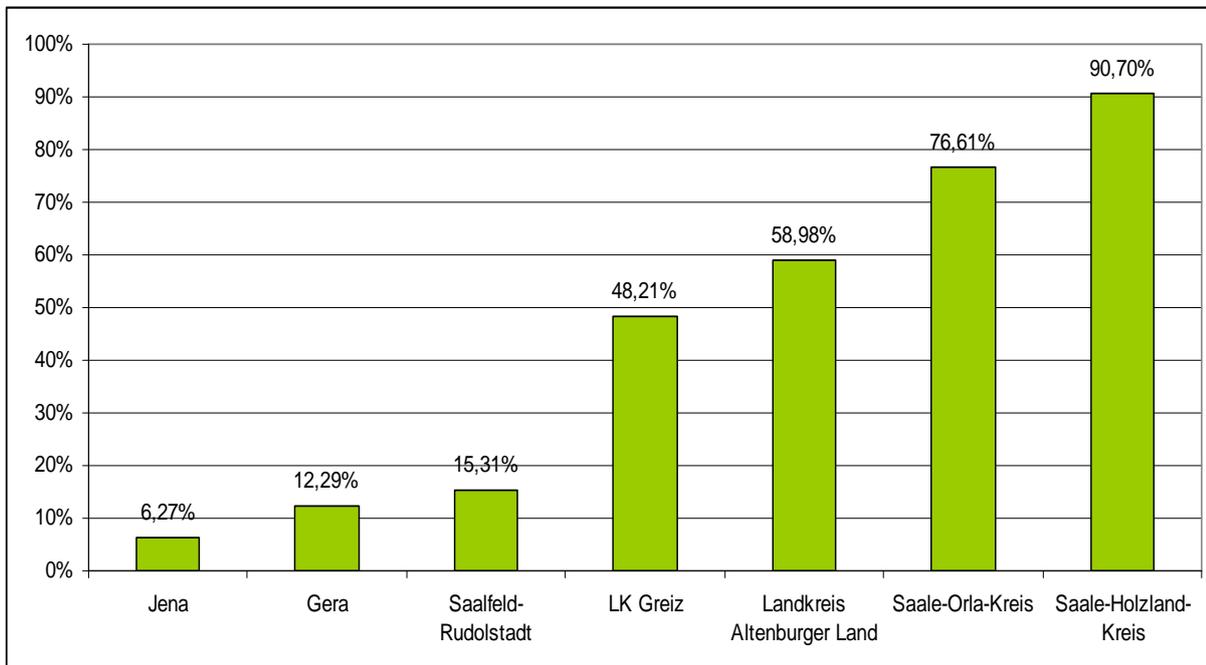


Abbildung 30: Bilanzieller Anteil der erneuerbaren Energien am Nettostromverbrauch in Ostthüringen im Jahr 2014 auf Landkreisebene, Angaben zum Stromverbrauch aus 2012. (Datenquelle: [23], eigene Erhebungen)

4.4 Prognose des Stromverbrauchs

4.4.1 Nationale Ebene

Da sich der künftige Stromverbrauch in der Planungsregion Ostthüringen nicht unabhängig von der nationalen Tendenz entwickeln wird, sollen hier zunächst entsprechende nationale Prognosen dargestellt werden. In Abbildung 31 sind verschiedene Szenarien zur möglichen künftigen Entwicklung des Stromverbrauchs im Jahr 2050 dargestellt. Die Prognosen schwanken zwischen einer leichten Abnahme bis hin zu einer Zunahme um ca. 50 %.

Politisches Ziel entsprechend dem Energiekonzept der Bundesregierung von 2010 ist eine Reduktion des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2020 um 10 % und bis zum Jahr 2050 um 25 % gegenüber dem Niveau von 2008. Bezogen auf den Bruttostromverbrauch wäre das eine langfristige Reduktion von 618 Terrawattstunden (TWh) auf rund 464 TWh. Wie verschiedene Studien zeigen, sind solche Reduktionspotenziale grundsätzlich vorhanden [27].

Allerdings ist besonders im Strombereich eine tatsächliche künftige Reduzierung des Verbrauchs sehr schwierig zu realisieren. Im Rahmen von Energiebedarfsprognosen kann der Stromsektor nicht isoliert betrachtet werden, sondern vielmehr im Zusammenhang mit den Bereichen Wärme und Verkehr. Weiterhin ist Strom ein fast universeller Energieträger (Exergie), der künftig noch mehr Anwendungen als bisher erfahren könnte. Beispielsweise sollte ein deutliches Wachstum der Elektromobilität und ein Anstieg des Stromverbrauchs in der Wärmeversorgung zum Betrieb von Wärmepumpen und zur Nutzung von Power-to-Heat berücksichtigt werden [28]. Häufigere Hitzeperioden im Sommer auf Grund des fortschreitenden Klimawandels können zu einem erhöhtem Bedarf an Strom für die Klimatisierung führen. Auch im IT-, Medien- und Kommunikationsbereich sind weitere Anwendungen denkbar. Daneben müssen auch soziologische und demographische Faktoren beachtet werden. So müssen auch in Singlehaushalten je ein Kühlschrank oder Fernsehgerät vorgehalten werden.

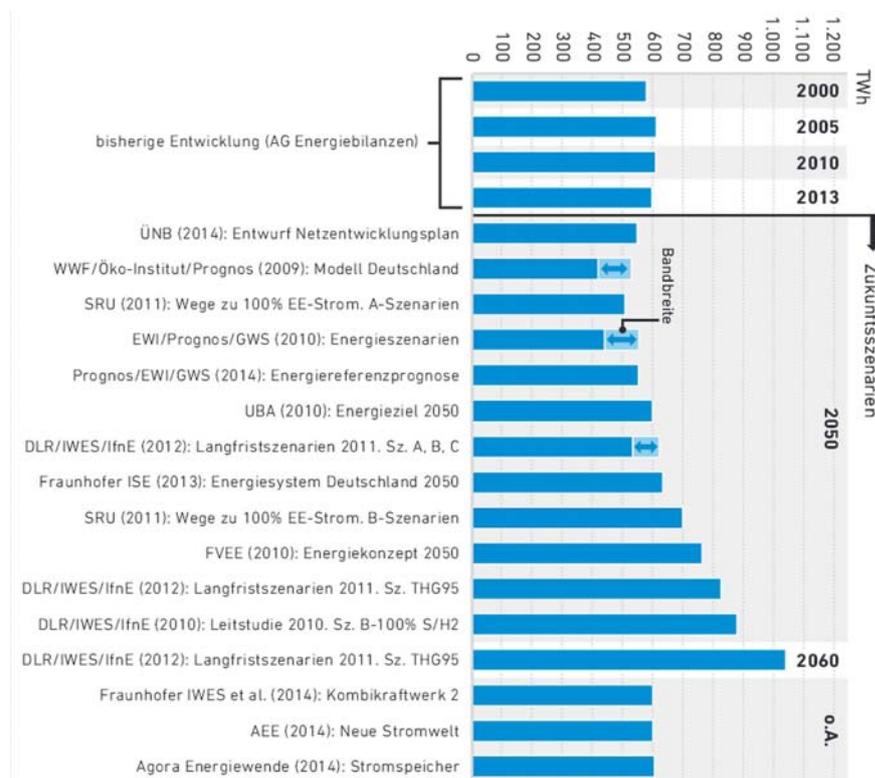


Abbildung 31: Stromverbrauch in der Bundesrepublik seit 2000 sowie Szenarien zur künftigen Entwicklung (Quelle: [28])

4.4.2 Thüringen

Im Freistaat Thüringen existiert gegenwärtig kein energiepolitischer Zielwert hinsichtlich eines künftigen Stromverbrauches. Eine solche Maßnahme ist umstritten, da sie nach Ansicht politischer Akteure planwirtschaftliche Züge trägt. Auch zum aktuellen Stromverbrauch in Thüringen (2010) finden sich je nach Literaturquelle unterschiedliche Angaben. Während das TLS für dieses Jahr 12.028 GWh [29] angibt, wurden im Bestands und Potenzialatlas Thüringen [20] 13.189 GWh ermittelt.

Wie in Abbildung 32 dargestellt, hat der Nettostromverbrauch in Thüringen seit Anfang der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts bis 2002 von ca. 9.000 auf fast 13.000 GWh zugenommen. Gleichzeitig ist die Zahl der Einwohner von 2,5 Mio. auf 2,3 Mio. zurückgegangen und die Energieproduktivität (die für ein bestimmtes Bruttoinlandsprodukt eingesetzte Energiemenge) hat sich um ca. 40 % erhöht. Seit 2002 stagniert der Stromverbrauch in Thüringen bei ca. 12.000 GWh. Offensichtlich wirken hier direkte und indirekte Reboundeffekte. Dieser Begriff soll im folgenden Absatz kurz erläutert werden.

Eine Steigerung der Energieeffizienz muss auf makroökonomischer Ebene nicht notwendigerweise zu einer Verringerung des Energieverbrauchs führen. Ein historisches Beispiel dafür beschrieb der englische Ökonom William Stanley Jevons im Jahr 1865 in seinem Buch „The Coal Question“. Darin stellte er fest, dass der Kohlenverbrauch in England nach der Einführung von James Watts kohlebefeuerter Dampfmaschine anstieg, obwohl diese sehr viel effizienter war als Thomas Newcomens frühere Variante. Watts Innovationen führten zu einer deutlich steigenden Verbreitung seiner Dampfmaschine in allen Bereichen. Dies führte zu einem insgesamt viel erhöhten Kohleverbrauch, obwohl zugleich der Verbrauch jeder einzelnen Anwendung nachließ [30].

Dieses auch als „Jevons Paradox“ bekannt gewordene Phänomen wurde Ende des 20. Jahrhunderts von verschiedenen Autoren auf das moderne Wirtschaftssystem übertragen und wird auch als „Khazzoom-Brookes-Postulat“ bezeichnet [31] [32] [33]. Eine weitere moderne Bezeichnung lautet „Rebound-Effekt“. Es konnte gezeigt werden, dass auch heute die Verbilligung einer Energiedienstleistung auf Grund gestiegener Energieeffizienz auf makroökonomischer Ebene zu einer steigenden Nachfrage nach Energie und damit einem erhöhten Energieverbrauch führen kann [34] [35]. Dies ist dadurch zu erklären, dass die effizientere Energiedienstleistung eine viel stärkere Anwendung als vorher erfährt und trotz geringerem Verbrauch einer Einzelanwendung der Energieverbrauch auf gesamtwirtschaftlicher Ebene insgesamt steigt. Weiterhin kann das eingesparte Kapital auch einfach in einem völlig anderen Bereich investiert werden, was aber in der Regel auch mit einem Energieverbrauch verbunden ist.

Der seit ca. 1993 um 3.000 GWh angestiegene Stromverbrauch in Thüringen bei gleichzeitig erhöhter Energieproduktivität, steigenden Strompreisen und sinkenden Bevölkerungszahlen zeigt, dass nicht unbedingt Energieeffizienz allein zu einem sinkenden Energieverbrauch führt, sondern dazu auch Suffizienzmaßnahmen (die tatsächliche Nichtinanspruchnahme von Energiedienstleistungen) erforderlich wären.

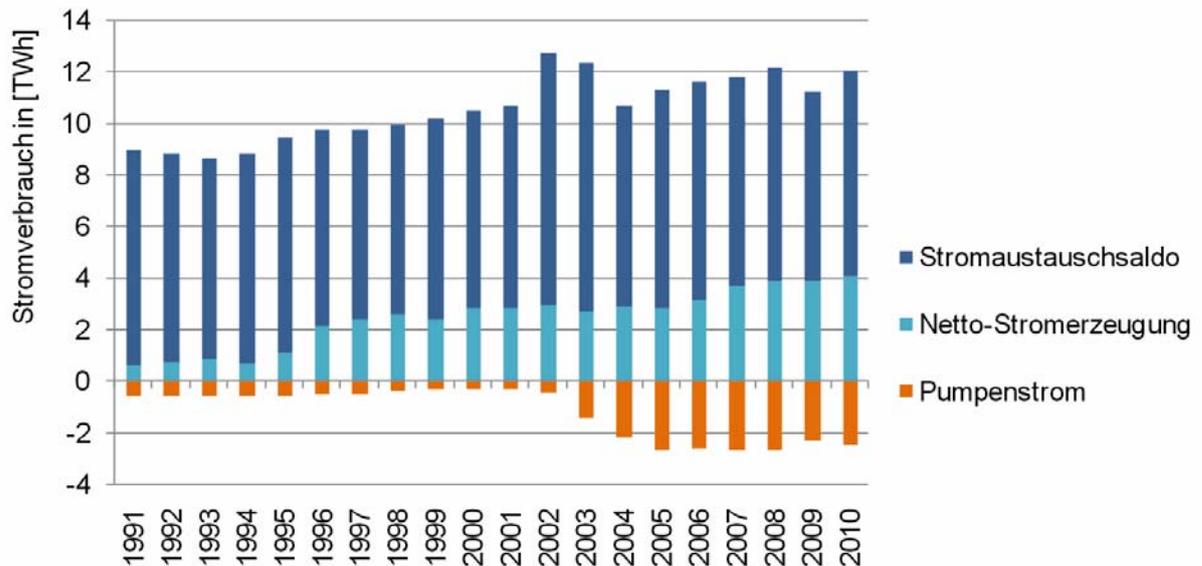


Abbildung 32: Netto-Stromverbrauch aus dem allgemeinen Versorgungsnetz in Thüringen und seine Zusammensetzung aus Stromerzeugung und Stromimport ; jährlich eingesetzter Pumpenstrom. (Quelle: [36])

4.4.3 Ostthüringen

Szenarien zur künftigen Entwicklung des Stromverbrauchs in der Planungsregion Ostthüringen sind im Bestands- und Potenzialatlas für Thüringen [20] enthalten und in Abbildung 33 dargestellt. Zusätzlich wurde noch die prognostizierte künftige Bevölkerungsentwicklung nach der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung (kBV) dargestellt.

Da die oben genannten Mechanismen zum Rebound-Effekt auch in Zukunft wirksam sein werden und vor allem im Strombereich mit weiteren Anwendungen zu rechnen ist (Elektromobilität, Strom zu Heizzwecken, Wärmepumpen, Informationstechnologie), wird in der vorliegenden Studie entsprechend dem in Abbildung 33 dargestellten Referenzszenario von einem mittelfristig bis 2020 weiter fast konstanten Stromverbrauch ausgegangen. Im weiteren Verlauf werden dann die weiter sinkenden Bevölkerungszahlen zu einem leicht sinkenden Stromverbrauch führen. Ein starker Rückgang des Stromverbrauchs durch Effizienzsteigerungen, wie in Abbildung 33 in zwei Szenarien dargestellt, ist sehr unwahrscheinlich.

Da in der Industrie ca. 50 % der elektrischen Energie verbraucht werden, ist eine solche Prognose auch von der konjunkturellen Entwicklung abhängig. Diese ist allerdings nicht seriös vorherzusagen, wie die beispielsweise die Finanzkrise am Ende der vergangenen Dekade zeigte, die in der Bundesrepublik im Jahr 2009 zu einem negativen Wirtschaftswachstum führte und die auch den Stromverbrauch in Thüringen im Jahr 2009 deutlich sinken lies (vgl. Abbildung 32).

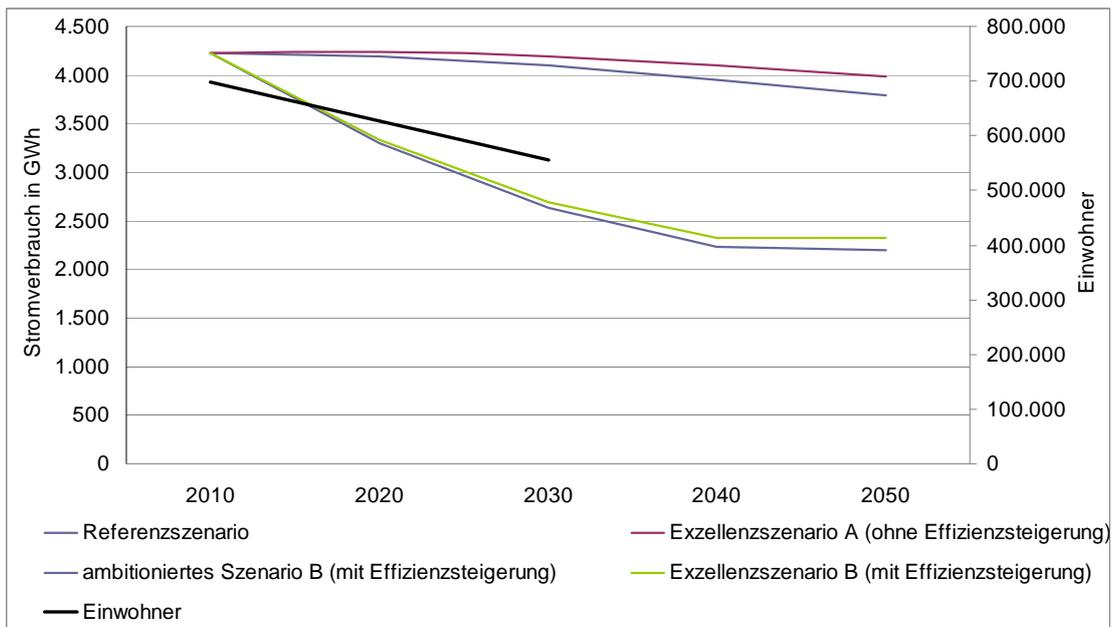


Abbildung 33: Szenarien zur künftigen Entwicklung des Stromverbrauchs sowie in Ostthüringen. (Datenquelle: [20], [37])

5. Vergleich, Bewertung und Umsetzung der Potenziale

Wie in den bisherigen Kapiteln dargestellt, ist die absolute Mengenzielvorgabe des LEP 2025 für 2020 mit 1.600 GWh elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen schon 2014 übertroffen. Da aber ein hoher Anteil der Stromerzeugung besonders im Biomassebereich, aber auch bei der Photovoltaik, von wenigen großen Anlagen geleistet wird, könnte im ungünstigsten Fall eine Stilllegung solcher Anlagen bei gleichzeitig sehr geringem weiterem Zubau von Erzeugungskapazitäten dennoch die Verfehlung dieses Ziels bedeuten. Daher, aber vor allem auch hinsichtlich der weiteren Entwicklung nach 2020 (Ziel der Landesregierung ist es laut Koalitionsvertrag, Thüringen bis 2040 bilanziell zu 100 % aus regenerativen Energien zu versorgen, Planungshorizont der neuen Raumordnungspläne bis 2030) ist eine möglichst hohe Ausnutzung der Potenziale zur Erzeugung erneuerbarer Energien notwendig.

Eine Potenzialermittlung auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte in der Planungsregion Ostthüringen erfolgte bereits im Jahr 2008 durch die AG Regionalklima und Nachhaltigkeit des Instituts für Geographie der Friedrich-Schiller-Universität Jena [1]. Eine weitere Potenzialermittlung mit dieser räumlichen Auflösung ist im Bestands- und Potenzialatlas Thüringen der FH Nordhausen [20] enthalten. Dabei handelt es sich um Szenarien, die von einer unterschiedlich hohen Ausschöpfung des Gesamtpotenzials ausgehen. Im ambitionierten Szenario und im Exzellenzszenario wird das Potenzial am Ende des Prognosehorizontes (2050) vollständig ausgeschöpft (mit Ausnahme der Photovoltaik, hier 50 % bzw. 90 %). Eine aktuelle Potenzialermittlung für Windkraft in Thüringen mit hoher räumlicher Schärfe wurde im Februar 2015 vom Landschaftsplanungsbüro Döpel vorgelegt [38]. Die Studie wurde noch vom Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr der letzten Landesregierung beauftragt. Das Biomassepotenzial wurde von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft [39] im Jahr 2014 auf Landkreisebene ermittelt.

Diese Untersuchungen sowie die im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführte Erhebung des Bestandes der erneuerbaren Energien im Jahr 2014 bilden die Datengrundlage dieses Kapitels. Es soll geprüft werden, welcher Anteil des Potenzials erneuerbarer Energien in der Planungsregion schon genutzt wird und welche Rahmenbedingungen für eine Erhöhung des Anteils bestehen. Dabei wurde von den vorhandenen, oben zitierten Potenzialermittlungen jeweils die belastbarste und methodisch konsistenteste Ermittlung verwendet.

Die Potenzialangaben beziehen sich auf das technische Potenzial. Das bedeutet, dass das theoretisch verfügbare Potenzial um den Betrag reduziert wurde, der aus technischen, strukturellen oder ökologischen Gründen nicht umgesetzt oder nicht genutzt werden kann. Zu diesen gehören z.B. die zur Erhaltung einer ausgeglichenen Humusbilanz auf dem Acker zu belassene Biomasse oder des Weglassens der landwirtschaftlichen Nutzfläche beim PV-Freiflächenpotenzial. Die berechneten Daten stellen also die unter aktuellen technischen Rahmenbedingungen realisierbaren Potenziale dar. Weiterhin gilt, je höher ein Potenzial ausgenutzt wird, desto größer werden die Hemmnisse für die weitere Nutzung. So werden beispielsweise bei PV die besten Dachflächen und die am leichtesten und günstigsten erschließbaren Freiflächen zuerst genutzt.

5.1 Photovoltaik

In Abbildung 34 sind Bestand (2014), Potenzial und bisherige Ausnutzung des Potenzials in der Planungsregion Ostthüringen dargestellt. Es wurden die Potenzialabschätzungen aus der Studie im Auftrag der Regionalen Planungsgemeinschaft aus dem Jahr 2008 [1] verwendet. Im Jahr 2014 wurden demnach in der Planungsregion ca. 308 GWh Strom aus solarer Strahlung erzeugt. Bei einem Gesamtpotenzial von 1.374 GWh werden also etwa 22,4 % des Potenzials bereits genutzt.

Der Grad der Nutzung des Potenzials ist in den einzelnen Landkreisen und kreisfreien Städten sehr unterschiedlich. Während in Jena, Gera und im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt die Ausnutzung bei unter 15 % liegt, erreicht sie im Landkreis Altenburger Land über 30 %. Wie bereits im Kapitel 3.2 dargestellt, tragen vor allem die großen Freiflächenanlagen deutlich mehr zur Stromproduktion bei als die häufig kleineren Aufdachanlagen. In Jena, das mit 6,2 % den geringsten Wert aufweist, existiert nur eine größere Anlage unmittelbar an der südlichen Stadtgrenze auf der ehemaligen Hausmülldeponie Ilmütz. Das ist ein Hinweis darauf, dass das große Potenzial auf Dachflächen bisher noch wenig genutzt ist, während geeignete Freiflächen in vielen Fällen während des PV-Booms um das Jahr 2012 bereits belegt wurden.

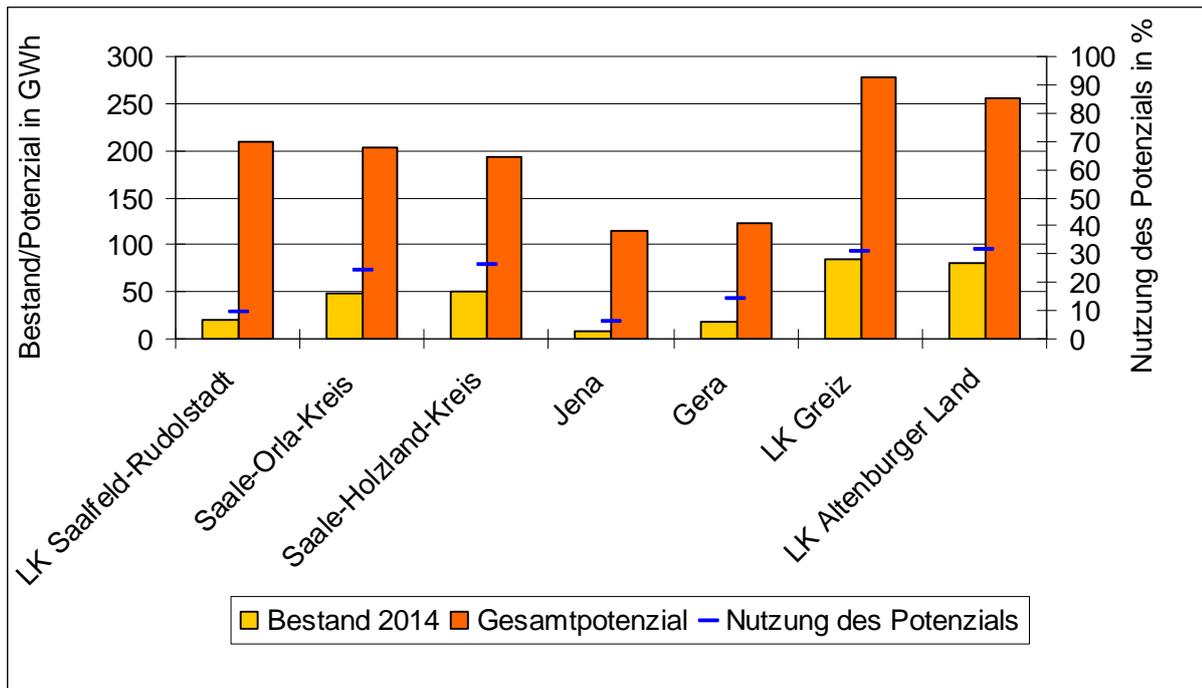


Abbildung 34: Photovoltaik: Bestand, Potenzial und aktuelle prozentuale Ausnutzung des Potenzials in der Planungsregion Ostthüringen (Datenquelle: 50 Hertz, Bundesnetzagentur, [1])

Neben der PV-Potenzialermittlung durch die AG Nachhaltigkeit und Klimaschutz der FSU Jena wurden auf dem Gebiet der Planungsregion Ostthüringen noch zwei weitere Potenzialermittlungen durchgeführt, deren Ergebnisse in Tabelle 2 zusammengefasst sind (Thüringer Bestands- und Potenzialatlas, und PV-Potenzialermittlung für die Stadt Jena im Rahmen der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes [40]). Die methodische Grundlage für die letztgenannte Studie bildet eine Laserscanning-Befliegung der Stadt, mit deren Daten dann im Rahmen eines eigenständigen Projektes ein Solarkataster erstellt wurde. Im Ergebnis wurden insgesamt 168 GWh von Dachflächen und 2 GWh von Freiflächenanlagen ermittelt, es liegt damit um 56 GWh höher als das in [1] ermittelte Potenzial und 26 GWh niedriger als das Gesamtpotenzial im Thüringer Bestands- und Potenzialatlas [20]. Diese Ermittlung des Dachflächenpotenzials mittels Laserscanning ist zwar zunächst eine sehr genaue Methode, allerdings sind hier Faktoren wie Belange des Denkmalschutzes und der Dachstatik nicht berücksichtigt. Deshalb liegt das tatsächlich realisierbare Potenzial noch deutlich unter diesem Wert. Sofern diese Ergebnisse aus der Stadt Jena übertragbar sind auf die anderen Gebietskörperschaften der Planungsregion kann geschlossen werden, dass die Potenzialermittlung in [1] zu niedrig, die in [20] vermutlich zu optimistisch sind. Angesichts der bisher nur relativ geringen Potenzialausnutzung spielen diese Differenzen mittelfristig für weitere Planungen und Szenarien praktisch keine Rolle.

Tabelle 2: Vergleich von verschiedenen PV-Potenzialermittlungen (Datenquelle: [20], [1])

	AG Regionalklima und Nachhaltigkeit der FSU Jena (GWh)	Thüringer Bestands- und Potenzialatlas, Exzellenzszenario (GWh)
Lk Saalfeld-Rudolstadt	210	572
Saale-Orla-Kreis	203	585
Saale-Holzland-Kreis	193	497
Jena	114	196
Gera	122	260
Landkreis Greiz	277	815
Lk Altenburger Land	255	553
Summe:	1.374	3.478

Eine Abschätzung für das PV-Potenzial an Verkehrswegen wird gegenwärtig von der Regionalen Planungsstelle Ostthüringen unter dem Titel „Ermittlung von Potenzialflächen als Grundlage für die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten großflächige Photovoltaikanlagen in den Regionalplänen“ erarbeitet. In einem ersten Schritt erfolgte diese Untersuchung für geeignete Flächen entlang der Autobahnen. Fortgesetzt wird dieser Prozess entlang der Schienenwege sowie für Brach- und Konversionsflächen, Deponien und Alttagbaustandorte, ggf. auch für Gewerbe- und Industriegebiete. Entlang der BAB 4 wurden demnach insgesamt 75 Flächen mit 375 ha und entlang der BAB 9 78 Flächen mit 36 ha jeweils in den Eignungsklassen A und B identifiziert. Wenn angenommen wird, dass für eine installierte Leistung von 1 MW_{peak} etwa drei Hektar benötigt werden, könnten auf diesen Flächen bei 868 Volllaststunden etwa 215 GWh Strom erzeugt werden.

Seit der EEG-Novelle vom August 2012 und vor allem seit der letzten Novelle von August 2014 hat sich der Zubau von Photovoltaik in der Bundesrepublik deutlich verringert. Diesem Trend konnte sich auch die Planungsregion Ostthüringen nicht entziehen. Wie in Kapitel 2 dargestellt, wird eine feste Einspeisevergütung nur noch für Kleinanlagen bis 500 kW gezahlt, alle neuen größeren Anlagen müssen zeitlich gestaffelt den erzeugten Strom zur Inanspruchnahme der Marktprämie direkt vermarkten. Die Förderhöhe richtet sich nach dem Zielkorridor der Bundesregierung, der zwischen 2,4 und 2,6 GW im Jahr liegt.

Dies zeigt, dass die Steuerung des PV-Zubaus eher durch die nationale Gesetzgebung als durch regionalplanerische Mittel möglich ist. Der Grad der Nutzung der Potenziale ist vor allem bei den Freiflächenanlagen schon relativ hoch. Beispielsweise sind viele Konversionsflächen (Deponien, Militärgelände) schon belegt. Dagegen ist das Dachflächenpotenzial in der Planungsregion noch deutlich weniger genutzt. Allerdings ist in diesem Bereich das reine Einspeisen des Stroms je nach Preis der Anlage nicht mehr in jedem Fall für Hausbesitzer oder Wohnungsgenossenschaften wirtschaftlich, zumindest dann nicht, wenn eine hohe Kapitalrentabilität erwartet wird.

Nach einer aktuellen Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme [41] wird PV-Strom aus einer Anlage, die im Juni 2015 ans Netz geht, mit Beträgen zwischen 8,59 für Freiflächenanlagen und 12,04 ct/kWh für kleine Aufdachanlagen für die kommenden 20 Jahre vergütet. Wie in Abbildung 35 dargestellt, liegen die Stromgestehungskosten bei mittlerer Einstrahlung etwas niedriger als dieser Betrag. Sie liegen damit aber deutlich unter den Stromtarifen für Haushaltskunden im Jahr 2015 von ca. 27-29 ct/kWh. Die Netzparität ist damit längst erreicht, allerdings ist der Eigenverbrauchsanteil ohne Speicher nur relativ gering (ca. 20-30 %). Je größer die Differenz zwischen Strompreis und Stromgestehungskosten aus PV wird, desto größer wird der finanzielle Anreiz für Batteriespeicher, mit dem sich Eigenverbrauchsanteil etwa verdoppeln lässt. Eine komplette Autarkie ist gegenwärtig auf Grund der geringen Einstrahlung im Winter unrealistisch, da die Anlage in diesem Fall so groß dimensioniert werden müsste, dass sie unwirtschaftlich wird.

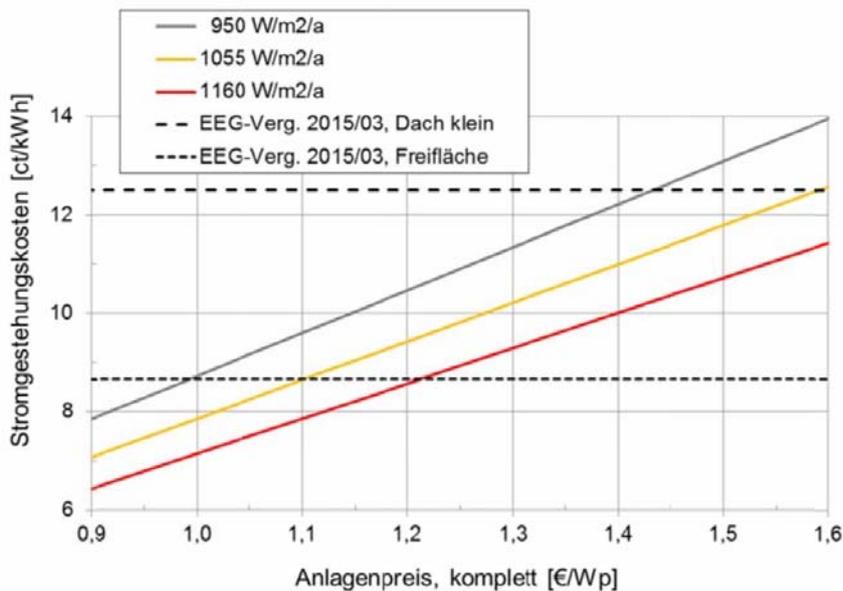


Abbildung 35: Abschätzung der Stromgestehungskosten für PV-Anlagen bei unterschiedlichen Einstrahlungsbedingungen. (Quelle: [41]).

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, dass sich der PV-Zubau in der Planungsregion Ostthüringen deutlich verlangsamen wird, obwohl noch ausreichend Potenzial vorhanden ist. Folgende Faktoren sind für den weiteren Ausbau entscheidend:

- Identifizierung weiterer geeigneter Flächen (Konversionsflächen, Flächen entlang von Bundesautobahnen oder Schienenwegen)
- Bereitschaft von Investoren, trotz der komplizierten gesetzlichen Rahmenbedingungen und einer gesunkenen Rendite diese Flächen auch zu nutzen
- bessere Ausnutzung des Dachflächenpotenzials
- Entwicklung der Preise für Batteriespeicher
- Entwicklung der Strompreise

Je nach Umsetzung dieser Faktoren wird eingeschätzt, dass die Stromerzeugung aus Photovoltaik im Jahr 2020 in der Planungsregion Ostthüringen etwa bei 370 GWh liegen wird. Bei 900 Volllaststunden müssten dafür etwa 389 MW Leistung installiert sein. Dies würde einem jährlichen Zubau von etwa 16,2 MW entsprechen. Zum Vergleich: Im Jahr 2014 betrug der Zubau in OT noch 25 MW und Januar bis Mai 2015 etwa 5 MW (vgl. Kapitel 3.2). Mit 370 GWh im Jahr 2020 wäre das hier zugrunde gelegte technische Potenzial zu ca. 27 % ausgeschöpft.

5.2 Windkraft

Bisher liegen für die Planungsregion Ostthüringen zwei Abschätzungen zum Potenzial der Stromerzeugung aus Windenergie vor (Thüringer Bestands- und Potenzialatlas [20] und Döpel-Landschaftsplanung [38]). In Abbildung 36 ist der Bestand (2014), das Potenzial (Döpel) und die bisherige Ausnutzung dieses Potenzials in der Planungsregion Ostthüringen dargestellt. In der Döpel-Studie wurden so genannte „Präferenzräume“ identifiziert, für die anhand umfangreicher Kriterien ein bestimmtes Potenzial zur Stromerzeugung aus Windkraft ermittelt wurde. Das im Thüringer Bestands- und Potenzialatlas im Exzellenzszenario ermittelte Potenzial geht vor allem auf Grund von weitaus mehr geeigneten Flächen noch deutlich darüber hinaus (vgl. Abbildung 37).

Im Jahr 2014 wurden in der Planungsregion 380 GWh Strom aus Windkraft erzeugt. Bei einem Gesamtpotenzial von 1.643 GWh (laut Döpel-Studie; [38]) werden also etwa 23 % des Potenzials bereits genutzt.

Der Grad der Nutzung des Potenzials ist in den einzelnen Landkreisen und kreisfreien Städten sehr unterschiedlich. Während im Landkreis Altenburger Land bereits fast 50 % des Potenzials genutzt werden, sind es im Landkreis Greiz unter 10 %. In Gera liegt der besondere Fall vor, dass WEA existieren, aber kein Potenzial ermittelt werden konnte.

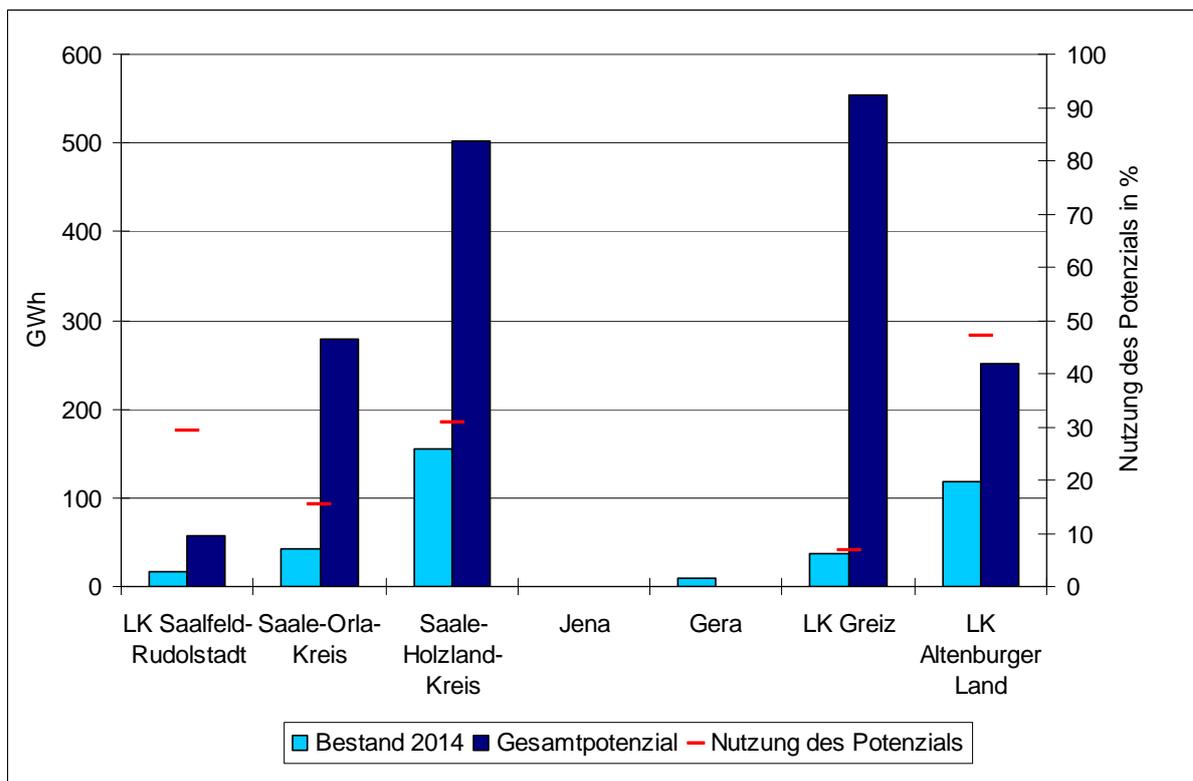


Abbildung 36: Windkraft: Bestand (2014), Gesamtpotenzial (Döpel) und Ausnutzung des Potenzials in Prozent (Datenquellen: eigene Erhebungen, [38])

In Abbildung 37 sind die Ergebnisse der bisher für Ostthüringen vorliegenden Potenzialabschätzungen und Szenarien gegenübergestellt, die je nach Annahmen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen. Da in den gegenwärtig ausgewiesenen Vorranggebieten nur noch ein geringes zusätzliches Potenzial besteht, kann wahrscheinlich selbst das Referenzszenario des Bestands- und Potenzialatlas für 2020 nicht erreicht werden. Der Wert des ambitionierten Szenarios ist mit Sicherheit bis 2020 nicht zu erreichen. Das Exzellenzszenario geht von einer vollständigen Ausnutzung des Potenzials aus und ist um den Faktor 7,3 höher als das von Döpel ermittelte Potenzial innerhalb der Präferenzräume.

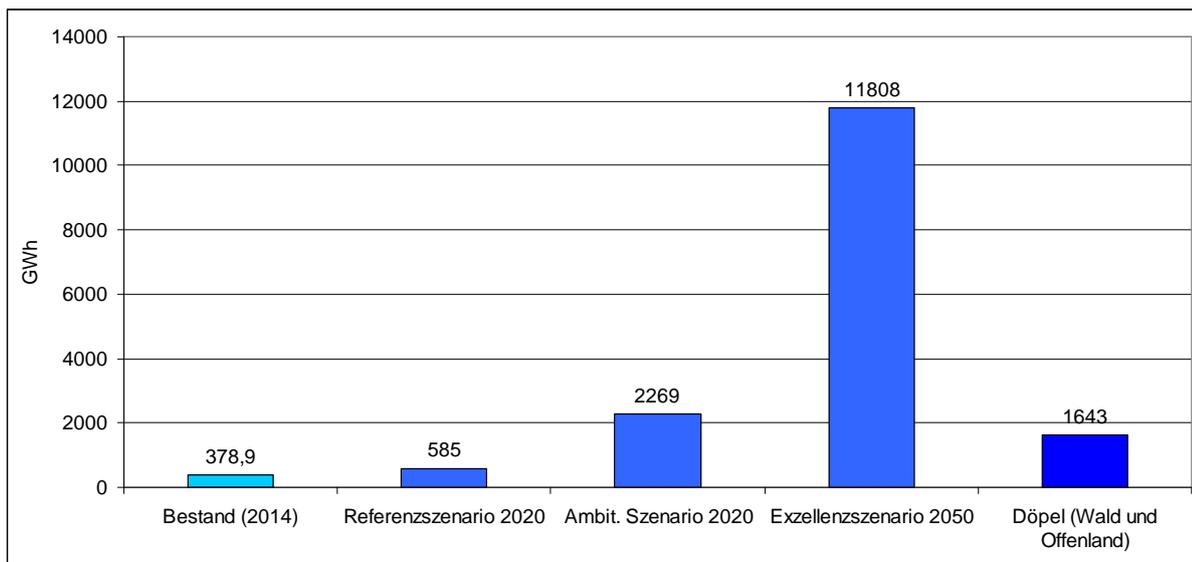


Abbildung 37 Windkraft: Vergleich der verschiedenen Potenzialabschätzungen mit dem aktuellen Bestand (Datenquellen: eigene Erhebungen, [20], [38])

Die Größe der Vorranggebiete im Regionalplan Ostthüringen 2012 beträgt 823 ha oder 0,18 % der Fläche der Planungsregion. Die Fläche der in der Döpel-Studie von 2015 [38] ermittelten Präferenzräume beträgt insgesamt 2.040 ha, also etwa 0,44 % der Fläche der Planungsregion. Darin sind schon die Flächen enthalten, die im Regionalplan 2012 bereits Vorranggebiete waren. Damit ließen sich etwa 1.643 GWh pro Jahr erzielen. Für das Offenland beträgt die ermittelte Fläche insgesamt 1.255 ha, also 423 ha mehr als im Regionalplan 2012. Für Waldgebiete, die bisher noch nicht belegt sind, wurden 785 ha als Präferenzräume ermittelt (0,17 % der Fläche), die 655 GWh liefern könnten. Diese Gebiete befinden sich in den Landkreisen Greiz, Saale-Holzland und Saale-Orla. Der Landkreis Saalfeld-Rudolstadt hat keine Präferenzräume in Waldgebieten, da die Naturparkverordnung des NP Thüringer Schiefergebirge keine Windkraftnutzung erlaubt. Sollte sich dies durch den geplanten Windenergieerlass ändern, wäre auch auf den Höhen des Thüringer Schiefergebirges noch großes Potenzial, da hier die Leistungsdichte deutlich über 200 W/m² liegt. Die Energieausbeute soll für das Offenland 1.255 GWh betragen, wovon aktuell 380 GWh genutzt werden.

Anhand von Angaben der Döpel-Studie zur Jahresarbeit, zur Anzahl der Anlagen und zur Leistung der zugrunde gelegten Musteranlage (3 MW) aus der Planungsregion Ostthüringen lässt sich die Zahl der Volllaststunden berechnen. Diese beträgt in Präferenzräumen im Offenland ca. 2.200 Stunden, in Waldgebieten 2.800 Stunden. Die benötigte Fläche pro WEA beträgt in beiden Flächenklassen etwa 10 ha. Die Zahl der Volllaststunden liegt damit deutlich über der empirisch ermittelten Zahl für die Bestandsanlagen von 1.600 Volllaststunden. Die Ursache dafür ist, dass im Anlagenbestand noch relativ viele ältere Anlagen enthalten sind, die eine geringere Volllaststundenzahl aufweisen. Für die Abschätzung von Potenzialen eines zukünftigen Anlagenparks erscheint die Zahl von 2.200 Volllaststunden realistisch. Beispielsweise erreichten die im Jahr 2011 in Betrieb genommenen Anlagen im Windvorranggebiet W-3 (Ponitz-Kummer, ABG) 2.174 Volllaststunden. Allerdings erscheint die Fläche pro WEA von 10 ha für künftige größere Anlagenklassen etwas zu niedrig.

Das Ziel der Thüringer Landesregierung laut Koalitionsvertrag vom November 2014 [6] ist es, den Flächenanteil mit Windenergienutzung auf 1 Prozent der Landesfläche zu erhöhen. Da der Planungshorizont der Raumordnungspläne, deren Fortschreibung im März 2015 beschlossen wurde, voraussichtlich bis 2025 oder sogar 2030 reicht, ist ein Flächenanteil von 0,44 % und die daraus resultierende Endenergie von 1.643 GWh nicht ausreichend. Wird angenommen, dass 1 Prozent

der Fläche der Planungsregion für Windkraftanlagen genutzt werden, entspräche dies 4.678 ha. Bei 15 ha pro Anlage könnten etwa 312 Anlagen errichtet werden. Bei 3 MW Nennleistung pro Anlage und 2200 Volllaststunden könnten 2.059 GWh erzeugt werden. Dies sind etwa 20 % mehr als der Ertrag der berücksichtigten Präferenzräume in der Döpel-Studie.

Neben den Präferenzräumen, die als Vorranggebiete vorgeschlagen werden, weist die Döpel-Studie noch weitere Präferenzräume aus, die aber vor allem auf Grund von angenommenen Mindestabständen zueinander vorerst nicht berücksichtigt wurden. Für Ostthüringen sind dies weitere 18 Flächen (1.499 ha), auf denen 903 GWh erzeugt werden könnten ([38], S. 284). Zusammen mit allen Präferenzräumen (Offenland und Wald) ergibt sich damit ein Gesamtpotenzial von 2.546 GWh, was bilanziell ca. 60 % des gegenwärtigen Strombedarfs der Planungsregion entspricht. Die Zahl der Windenergieanlagen würde sich von heute 166 auf 365 mehr als verdoppeln. Die zugrunde liegende Annahme von 10,8 ha pro WEA erscheint hier allerdings für zukünftige größere Anlagen etwas zu niedrig.

Weiterhin soll noch die im Auftrag der Landtagsfraktion von BÜNDNIS 90/ DIE GRÜNEN erarbeitete Untersuchung zu den Windenergiepotenzialen im Wald in Thüringen erwähnt werden [42], die im August 2015 veröffentlicht wurde. In Ostthüringen wurden hier „Potenzialflächen“ in einer Größenordnung von 108,4 km² (bzw. 10.840 ha) in Waldgebieten ermittelt. Als „Potenzialflächen“ sind in dieser Untersuchung alle Flächen bezeichnet, die die unterstellten Tabu- bzw. Ausschlusskriterien einhalten und über eine ausreichende Windhöflichkeit (> 200 W/m²) verfügen. Diese Kategorie entspricht den Gunstflächen gemäß Döpel-Studie.

Die Döpel-Studie hat für Ostthüringen Gunstflächen in einer Größenordnung von 35.540 ha ermittelt, wobei 23.230 ha dieser Gunstflächen in Waldgebieten liegen sollen. Die Differenz erklärt sich vermutlich daraus, dass in der Döpel-Studie nur Flächen < 10 ha für die weitere Betrachtung ausgeschlossen wurden, während die neuere Untersuchung [42] die Schwelle bei < 50 ha gelegt hat.

Diese Untersuchung [42] unterstellt allerdings, dass sich im weiteren Planungsprozess (Einzelfallprüfungen der „Potenzialflächen“ und schrittweise Festlegung von Windvorranggebieten) die Flächenkulisse noch einmal erheblich verkleinert. Die Flächenreduktion wird mit 66 bis 80 % eingeschätzt. Das würde zu Windvorranggebieten auf Waldflächen in Ostthüringen in einer Größenordnung von 2.170 bis 3.580 ha führen bzw. in Anlehnung an die oben genannten Annahmen (15 ha und 3 MW pro Anlage, 2.200 Volllaststunden) ergibt sich damit ein Windenergiepotenzial auf Waldflächen in Ostthüringen von 950 bis 1.570 GWh/a.

Gegenwärtig erfolgt eine weitere Potenzialermittlung im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft, in der auch die neuen Rahmenbedingungen einfließen können, die auch Bestandteil des Windenergieerlasses werden sollen, der noch im Jahr 2015 verabschiedet werden soll. Ohne den Ergebnissen vorzugreifen kann eingeschätzt werden, dass auch für das Erreichen der hohen Ziele des Koalitionsvertrages vom Dezember 2014 (bis 2040 bilanziell 100 % erneuerbare Energien) die Windkraft in Ostthüringen ihren Beitrag leisten kann, denn mit dem bereits identifizierten Potenzial lässt sich der Strombedarf der Planungsregion bilanziell zu 60 % decken.

Eine Herausforderung bleibt allerdings, auch die Bürger in den Gemeinden, in denen Windparks neu errichtet oder ausgebaut werden davon zu überzeugen, dass im Zuge der Umstellung des Energiesystems auf regenerative Quellen auch deutlich mehr Windenergieanlagen als bisher nötig sind. Dazu könnte die finanzielle Beteiligung der betroffenen Menschen über Bürgerwindparks beitragen, allerdings ist die Kultur solcher Gemeinschaftsmodelle in Thüringen noch vergleichsweise gering entwickelt.

5.3 Biomasse

Die Biomasse nimmt unter den erneuerbaren Energieträgern eine besondere Stellung ein. Sie ist speicherbar und kann als fester, flüssiger oder gasförmiger Energieträger eingesetzt werden. Aus Biomasse können Strom, Wärme und Kraftstoffe erzeugt werden und sie ist grund- und spitzenlastfähig. Andererseits konkurriert der Anbau von Energiepflanzen auf begrenzten Flächen mit der Nahrungsmittelproduktion. Durch Monokulturen und dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bei entsprechend intensiver Landwirtschaft können Ökosysteme geschädigt werden. Bei Anbau, Verarbeitung und Transport von Biomasse werden häufig fossile Energieträger eingesetzt, so dass in diesen Fällen in der Bilanz keine CO₂-Neutralität besteht.

Die Potenzialabschätzungen der Studie der AG Regionalklima und Nachhaltigkeit [1] und der TLL [39] unterscheiden für Biomasse nicht nach Strom und Wärme, sondern geben ein Gesamtpotenzial an. Für die Gegenüberstellung von Bestand und Potenzial wurden daher die Ergebnisse des Bestands- und Potenzialatlas [20] verwendet.

In Abbildung 38 sind der aktuelle Bestand der Stromerzeugung aus Biomasse und verschiedene Szenarien zur Umsetzung des Potenzials dargestellt. Im Jahr 2014 wurden in der Planungsregion ca. 804 GWh Strom aus Biomasse erzeugt. Das sind deutlich mehr als die im Referenzszenario ermittelten 681 GWh (vgl. Tabelle 3). Der Wert des ambitionierten Szenarios (696 GWh) wurde ebenfalls schon übertroffen. Eine Erklärung dafür findet sich in der Methodik: Wie bei Wind und PV wird auch für Biomasse eine Territorialbilanz (Potenzial innerhalb des betrachteten Territoriums) erhoben, der Energieträger Biomasse ist allerdings über die Grenzen des Territoriums hinaus transportfähig. Wie im Kapitel 3.4 dargestellt, existieren in der Planungsregion vor allem im Saale-Orla-Kreis (3 Anlagen) und im Saale Holzland-Kreis große Biomasseheizkraftwerke, die ihre Energieträger (Rundholz und Sägereste) auch aus Gebieten außerhalb der Planungsregion beziehen. Dies gilt grundsätzlich – wenn auch in kleinerem Umfang – auch für kleinere, grenznahe Bioenergieanlagen. Da keine Informationen darüber vorliegen, in welchem Umfang Biomasse importiert wird, lässt sich auch nicht ermitteln, welcher Anteil vom Gebiet der Planungsregion stammt. Im Saale-Orla-Kreis ist durch die sehr große Anlage (ZPR Rosenthal) der Abstand zwischen Bestand und Potenzial besonders hoch.

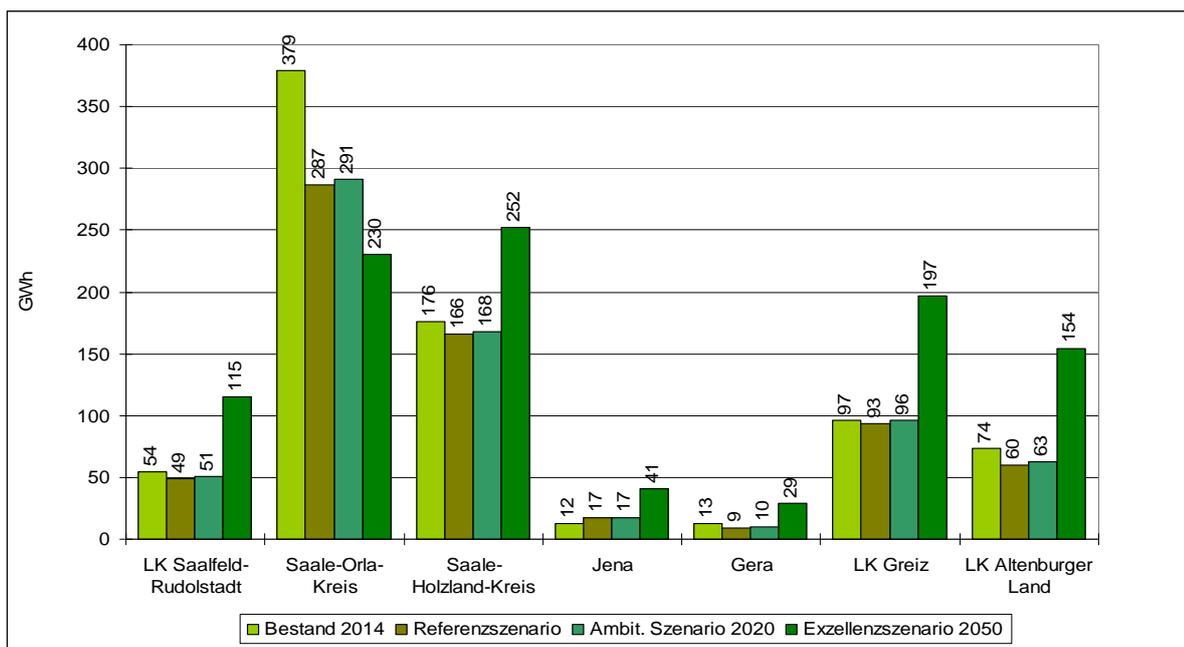


Abbildung 38: Stromerzeugung aus Biomasse: Vergleich Bestand (2014) mit verschiedenen Szenarien nach [20] (Datenquellen: eigene Erhebungen, [20])

Tabelle 3: Stromerzeugung aus Biomasse in Ostthüringen: aktueller Bestand und bisherige Umsetzung der Szenarien aus [20] (Datenquelle: eigene Erhebungen, [20])

	[GWh]	akt. Umsetzung der Szenarien in %
Bestand (2014)	804	-
Referenzszenario (2020)	681	118 %
Ambitioniertes Szenario (2020)	696	115 %
Exzellenzszenario (2050)	1.018	79 %

Aber auch in den anderen Gebietskörperschaften ohne große Biomasse-HKW liegt der aktuelle Bestand jeweils schon dicht bei den im Referenz- und ambitionierten Szenario für 2020 prognostizierten Werten. Das Thüringer Bioenergieprogramm 2014 [39] trennt nicht nach Strom- und Wärmeerzeugung, so das daraus nicht abgeleitet werden kann, welche Potenziale noch für die Stromerzeugung zur Verfügung stehen. Es wird aber eingeschätzt, das es für Biogasanlagen, die vor allem Wirtschaftsdünger aus Tierhaltung nutzen, noch ausreichend Potenzial gibt. Auch die so genannte „Vermaisung“ ist in Thüringen noch kein Problem, da etwa 70 % des Substrates von Biogasanlagen tierische Exkremente sind. Nach Angaben der TLL macht das Strohpotenzial in der Planungsregion Ostthüringen etwa ein Viertel des gesamten Biomassepotenzials (Strom und Wärme) aus. Allerdings ist Stroh hinsichtlich einer Energiegewinnung technologisch sehr schwierig zu handhaben. Ein Strohheizkraftwerk in Schkölen musste 2004 schließen.

Neben dem verfügbaren Potenzial ist der weitere Ausbau der Energiegewinnung aus Biomasse vor allem auch von den politischen Rahmenbedingungen abhängig. Wie bereits in Kapitel 2.6 dargestellt, hatte die EEG-Novelle von 2014 für die Biomassenutzung gravierende Konsequenzen. Es werden seit dem nur noch sehr wenige Anlagen zugebaut, bundesweit waren es im ersten Quartal 2015 nur noch vier MW. Damit wird der EEG-Zielkorridor von 100 MW pro Jahr wohl weit verfehlt.

In der Planungsregion Ostthüringen wurde nach Angaben der Bundesnetzagentur von August 2014 bis März 2015 nur eine Anlage in Dreitzsch im Saale-Orla-Kreis mit 250 kW am 26.08.2014 neu in Betrieb genommen. Außerdem endet innerhalb des Planungshorizontes bis 2030 für viele Anlagen der Zeitraum der 20jährigen festen Einspeisevergütung. Sollte deren Energieerzeugung dann nicht wirtschaftlich sein, droht eine Stilllegung dieser Anlagen.

Andererseits kann ein von hohen Subventionen getriebener weiterer Zubau von Erzeugungskapazitäten im Fall der Biomasse auch kontraproduktiv sein. Neben den oben schon dargestellten möglichen negativen Auswirkungen auf Ökosysteme bei zu starker Bioenergienutzung ist dieser Energieträger auch wenig flächeneffizient. So werden für die Erzeugung von einer GWh Strom (KWK-Verbrennung von Biogas; Substrat: Energiepflanzen) ca. 102 ha benötigt [43]. Dieser Wert wird allerdings umso geringer, je höher der Anteil von Reststoffen (Gülle, Bioabfälle...) ist. Für die gleiche Strommenge werden bei Windkraft ca. 5 ha, bei PV etwa 4,4 ha benötigt. Auf diesen Ansatz zielte im Grunde auch die EEG-Novelle ab: Energieerzeugung aus Reststoffen sollte weiter möglich sein, die Verwendung von extra angebauten Energiepflanzen wie Mais sollte nicht weiter hoch subventioniert werden.

Es kann festgestellt werden, dass durch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen die noch vorhandenen Biomassepotenziale kaum noch erschlossen werden und sich die Stromerzeugung von gegenwärtig 804 GWh kaum noch vergrößern wird. Sollten in Zukunft Anlagen stillgelegt werden, könnte sie sogar zurückgehen. Zusätzlich wird dieses Problem dadurch verschärft, dass in Ostthüringen wenige große Biomasse-HKW für die Hälfte der Stromerzeugung verantwortlich sind. Diese

Entwicklung bei der Biomasse müsste durch den raschen Ausbau von Wind und Photovoltaik kompensiert werden, um künftige energiepolitische Ziele noch zu erreichen.

5.4 Wasserkraft

Wie in Kapitel 3.5 dargestellt, wurden im Jahr 2013 in der Planungsregion Ostthüringen etwa 252,5 GWh Strom aus Wasserkraft erzeugt, davon stammen etwa 150 GWh aus dem Laufwasseranteil der Pumpspeicherkraftwerke Hohenwarte I und Bleiloch. Es kann eingeschätzt werden, dass damit das Potenzial für die Wasserkraft ausgeschöpft ist. Der Grund ist vor allem in den sehr strengen Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie zu sehen, die in nationales Recht umgesetzt werden muss. Sie fordert einen guten ökologischen Zustand der Gewässer, dazu zählt auch die Durchlässigkeit von Querverbauungen für aquatische Organismen. Ein Neubau von Wasserkraftanlagen ist damit praktisch ausgeschlossen. Bestehende Anlagen könnten hinsichtlich der Durchlässigkeit so hohe Auflagen bekommen, dass sie unwirtschaftlich werden. Laut einer Meldung des MDR vom 15. Juni 2015 will Thüringen ein Förderprogramm auflegen, mit dem Gewässer renaturiert und fischfreundlicher gestaltet werden sollen. Die Mittel können auch dazu verwendet werden, Querverbauungen und daran gebundene kleinere Wasserkraftanlagen zurückzubauen.

Für die künftige Ermittlung des Bestandes an Wasserkraft sollte die Erfassungsmethodik vereinheitlicht werden. Da beispielsweise der Thüringer Bestands und Potenzialatlas den Laufwasseranteil von Pumpspeicherwerken nicht berücksichtigt, wird hier für das Jahr 2010 nur ein Bestand von 95 GWh angegeben.

5.5 Deponiegase

Die Stromerzeugung aus Deponiegasen hat mit 4,75 GWh nur einen sehr geringen Anteil (0,3 %) an der Gesamtstromerzeugung aus regenerativen Quellen. Da keine Abfälle mehr unbehandelt auf Deponien abgelagert werden dürfen, wird zukünftig der Anteil organischer Substanz im Restabfall, aus der die Gase entstehen, sehr gering sein. Weiterhin verringert sich in bestehenden Deponiekörpern die Gasentwicklung kontinuierlich, so dass die Stromerzeugung künftig weiter sinken wird.

5.6 Tiefengeothermie

Gegenwärtig existieren in der Planungsregion Ostthüringen sowie im gesamten Freistaat keine Anlagen zur Stromerzeugung unter Nutzung der Tiefengeothermie. Im Frühjahr 2011 wurde vom damaligen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie eine Studie [21] zur Untersuchung der Potenziale herausgegeben.

Wie in Abbildung 39 dargestellt, existieren auch in der Planungsregion Ostthüringen im Bereich Lobenstein Gebiete mit sehr guter Eignung, die geologisch an Granitkörper im Untergrund gebunden sind. Gegenwärtig sind aber keine Pläne zur Realisierung eines solchen Vorhabens bekannt.

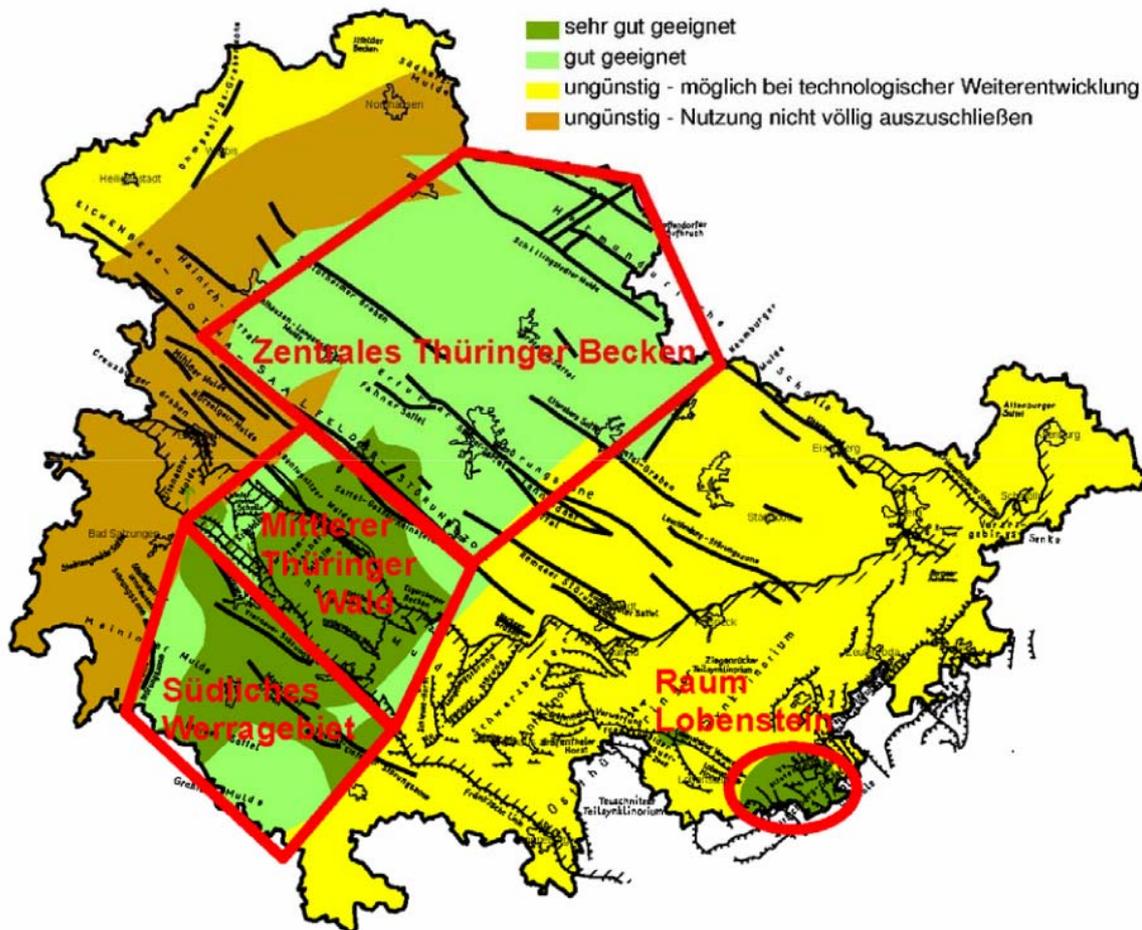


Abbildung 39: Eignung der Gesteine des Grundgebirges in entsprechender Tiefe für petrothermale Anwendungen. (Quelle: [21])

Auf der Fläche der sehr gut bis gut geeigneten lithologischen Einheiten in Thüringen (6.100 km²) wurde eine verfügbare gesamte Wärmekapazität von ca. 2,2 Exawattstunden ermittelt, wovon ca. 1,4 Exawattstunden thermische Energie für eine Stromerzeugung zur Verfügung stünden. Unter Berücksichtigung der Umwandlungsverluste ließen sich laut Studie [21] insgesamt 55 Petawattstunden Strom erzeugen. Diese Menge würde ausreichen, um den gesamten Freistaat Thüringen ca. 4.230 Jahre mit elektrischer Energie zu versorgen.

Im Vergleich zu anderen Energieträgern ist die Tiefengeothermie in Deutschland noch eine vergleichsweise teure Energiequelle. Ursachen sind vor allem die vergleichsweise ungünstigen geologischen Voraussetzungen. Weiterhin ist von sehr langen Planungs- Genehmigungs- und Realisierungszeiträumen auszugehen, weshalb mit einer Inbetriebnahme von Anlagen zur Nutzung der Tiefengeothermie bis 2030 in Ostthüringen nicht zu rechnen ist. In Meinigen ist ein geplantes Vorhaben an einem Bürgerbegehren gescheitert, obwohl hier günstige geologische Bedingungen und ein relativ großer Wärmebedarf zusammenkamen.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Regionale Planungsgemeinschaft Ostthüringen steht gemäß Landesentwicklungsprogramm (LEP) 2025 vor der Aufgabe, ihren Beitrag dazu zu leisten, dass im Jahr 2020 in der Region Strom aus regenerativen Energien von mindestens 1.600 GWh/a bereitgestellt werden kann. Entsprechend der energiepolitischen Ziele der Landesregierung soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Nettostromverbrauch damit auf 45 % ansteigen.

Im Jahr 2014 wurden in der Planungsregion insgesamt 1.748,9 GWh Strom aus erneuerbaren Energien bereitgestellt. Damit wird in Ostthüringen gegenwärtig schon mehr Strom aus regenerativen Energien gewonnen, als es die absolute Mengenzielvorgabe des LEP 2025 für das Jahr 2020 vorsieht. Den größten Anteil daran hat mit 46 % die Biomasse. Innerhalb der Biomasse haben die Biomasse-Heizkraftwerke mit 82 % einen sehr hohen Anteil.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, den aktuellen Stromverbrauch in der Planungsregion Ostthüringen anhand der Verbrauchsdaten zu ermitteln, die im Zusammenhang mit der Abrechnung der Konzessionsabgaben der Verteilnetzbetreiber mit den Gemeinden erhoben werden. Nach dieser Methode wurde im Jahr 2012 für Ostthüringen ein Stromverbrauch von 3.135,2 GWh ermittelt. Da hier aber mindestens ein sehr großer Verbraucher nicht erfasst werden konnte, wurde nicht dieser Wert im Rahmen dieser Studie, sondern stattdessen der über Angaben des Thüringer Landesamtes für Statistik hochgerechnete Stromverbrauch von ca. 4.190 GWh für die Bestimmung des Anteils der erneuerbaren Energien am Nettostromverbrauch verwendet. Bilanzierend betrug damit im Jahr 2014 der Anteil erneuerbarer Energien am Nettostromverbrauch in der Planungsregion Ostthüringen 41,7 %.

In Anbetracht eines Anstiegs des Stromverbrauchs in Thüringen von ca. 9.000 GWh/a Anfang der 90er Jahre auf 13.000 GWh/a im Jahr 2002 und gegenwärtig ca. 12.000 GWh/a ist mit einem deutlichen Rückgang des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2020 nicht zu rechnen. (Kapitel 4.4.2). Es wird vielmehr angenommen, dass der Stromverbrauch in der Planungsregion bis 2020 weiter fast konstant bleiben wird.

Im Rahmen der Datenerhebung für die vorliegende Untersuchung wurde deutlich, dass für das Monitoring der Ausbauziele des LEP 2025 eine zeitnahe amtliche Erhebung des Gesamtstromverbrauchs mit hoher räumlicher Auflösung (mindestens landkreisscharf) sehr hilfreich wäre.

Für den weiteren Ausbau der Stromerzeugung sind noch erhebliche Potenziale vorhanden, die im Kapitel 5. detailliert dargestellt, erläutert und diskutiert wurden. Dabei sind die Potenziale für Photovoltaik, Windenergie, Bioenergie und Wasserkraft durchaus sehr unterschiedlich zu bewerten. Gleichzeitig haben sich die Rahmenbedingungen für den weiteren Ausbau von Erzeugungskapazitäten im Bereich der erneuerbaren Energien durch die EEG-Novelle vom August 2014 deutlich verschlechtert (Kapitel 2.7).

Im Bereich der Biomasse – die gegenwärtig mit 46 % den Hauptteil der Elektroenergieerzeugung aus erneuerbaren Quellen in Ostthüringen sicherstellt – sind die noch verfügbaren Potenziale aber nur noch gering. Besonders die Rahmenbedingungen für Bioenergie haben sich durch die EEG-Novelle vom August 2014 deutlich verschlechtert. Hier ist in den kommenden Jahren kaum noch mit dem Ausbau von Erzeugungskapazitäten zu rechnen. Längerfristig könnten auch Anlagen aus wirtschaftlichen Gründen nach dem Ende des gesetzlichen Vergütungsanspruchs still gelegt werden. Sollte dies auch eine oder mehrere der großen Erzeugungsanlagen (Biomasse-HKW) betreffen, ist ein deutlicher Einbruch der Bereitstellung von Strom aus regenerativen Energien zu befürchten.

Die Stromerzeugung aus Photovoltaik könnte sich bis zum Jahr 2020 von gegenwärtig 308 GWh auf etwa 370 GWh/a erhöhen. Dieser relativ geringe Zubau bei den erheblichen noch vorhandenen Potenzialen ergibt sich vor allem aus den verschlechterten Rahmenbedingungen durch die EEG-

Novelle vom August 2014, die insbesondere die Freiflächen-PV-Anlagen betreffen. Es konnte im Rahmen der Untersuchungen aber gezeigt werden, dass gerade die in den Jahren 2011 bis 2013 errichteten größeren und großen Freiflächenanlagen einen signifikanten Beitrag zur Solarstromproduktion geleistet haben. Potenziale werden sowohl bei der Nutzung der Dachflächen, als auch bei der weiteren Nutzung von Freiflächen gesehen. Für letztere besteht eine Verantwortung der Regionalen Planungsgemeinschaft zur Ausweisung von Vorranggebieten für großflächige Photovoltaikanlagen.

Bei der Nutzung der Wasserkraft werden keine bzw. nur sehr geringe Ausbaupotenziale gesehen. Die weitere Nutzung der bestehenden Anlagen könnte in Einzelfällen problematisch werden, wenn sich aus der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie erhebliche Auflagen für Anlagenbetreiber ergeben sollten.

Angesichts der fehlenden bzw. nur noch geringen erschließbaren Potenziale bei Wasserkraft bzw. Bioenergie und dem zu erwartenden relativ zurückhaltenden Wachstum bei Photovoltaik kommt der Weiterentwicklung der Windenergienutzung in Ostthüringen zwangsläufig eine große Bedeutung zu. Hinzu kommen die schwer prognostizierbaren Entwicklungen bei der Nutzung von Bioenergie (siehe oben: mögliche Stilllegungen von Anlagen). Ausgehend von einer Erzeugung von Strom aus Windenergie im Jahr 2014 von ca. 379 GWh sind noch erhebliche Potenziale vorhanden. Allein das Potenzial, dass sich bei der Ausschöpfung aller Präferenzräume gemäß der Döpel-Studie ergibt, liegt bei 1.643 GWh/a. Das Potenzial gemäß Bestands- und Potenzialatlas der Fachhochschule Nordhausen ist mit 11.808 GWh/a sogar mehr als siebenmal so groß.

Unterstellt man, dass der Ausbau der Windenergie in Ostthüringen in der Größenordnung erfolgt, die der Döpel-Studie entspricht, dann würde sich die Erzeugung mehr als vervierfachen – wegen der durchschnittlich deutlich höheren Leistung der einzelnen Anlagen aber nur reichlich doppelt so viel Anlagen erfordern, wie heute (166 Anlagen) bereits existieren. Dabei muss darauf hingewiesen werden, dass aufgrund der unterschiedlichen natürlichen Verhältnisse eine heterogene Verteilung der Erzeugungskapazitäten innerhalb der Planungsregion nicht zu vermeiden sein wird. Ähnlich wie auf nationaler oder auf Länderebene sind bestimmte Räume für Windenergienutzung besser geeignet, als andere, was zwangsläufig zu einer Ungleichverteilung derartiger Anlagen innerhalb eines Betrachtungsraumes führt.

Die Thüringer Landesregierung hat sich in ihrer Koalitionsvereinbarung vorgenommen, noch im Jahr 2015 eine »Thüringer Energie- und Klimaschutzstrategie 2040« zu verabschieden, die das Ziel beinhalten soll, dass der Freistaat Thüringen bis 2040 seinen Eigenenergiebedarf bilanziell durch einen Mix aus 100 Prozent regenerativer Energie selbst decken kann. Dies ist ein sehr ambitioniertes Ziel, dessen Erreichung erheblicher Anstrengungen bedarf. Aber selbst die bereits definierten Zielvorgaben der Bundesregierung (z. B. Senkung der Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 80 bis 95 %) sind nur umzusetzen, wenn der Kurs der Umstellung der Energieerzeugung auf erneuerbare Energien konsequent weiterverfolgt wird. Besondere große Anstrengungen werden dabei in den Sektoren Wärmeversorgung und Mobilität erforderlich sein, aber auch im Strombereich darf im Interesse der Zielerreichung der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien nach 2020 in keiner Weise zurückgefahren werden. Auch hier sind in den Jahren ab 2020 weitere Anstrengungen nötig, die auf der Ebene der Regionalen Planungsgemeinschaften weitere Förderung von Windenergienutzung und Freiflächen-PV-Anlagen durch die Ausweisung entsprechender Vorranggebiete erfordern.

Literaturverzeichnis

- [1] AG Nachhaltigkeit und Klimaschutz am Institut für Geographie der FSU Jena, „Modelluntersuchungen zur Nutzung der erneuerbaren Energien in der Planungsregion Ostthüringen als Bausteine für ein integriertes regionales Energiekonzept Studie der AG Nachhaltigkeit und Klimaschutz unter Leitung von Dr. habil. M. Gude“. 2008.
- [2] AG Nachhaltigkeit und Klimaschutz am Institut für Geographie der FSU Jena, Hrsg., „Beiträge zur Stufe 3 eines Integrierten Regionalen Energiekonzeptes (IRE) der Regionalplanung Ostthüringen. Studie der AG Nachhaltigkeit und Klimaschutz unter Leitung von Dr. habil. M. Gude“. 2011.
- [3] BMWi, Hrsg., „Zweiter Monitoring-Bericht ‚Energie der Zukunft‘“. 2014.
- [4] Thüringer Landesregierung, Hrsg., „Neue Energie für Thüringen - Eckpunkte der Landesregierung“. Erfurt-2011.
- [5] Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr, Hrsg., „Landesentwicklungsprogramm Thüringen 2025 Thüringen im Wandel“. 2014.
- [6] DIE LINKE, SPD, und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNE, „Koalitionsvertrag zwischen den Parteien DIE LINKE SPD BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN für die 6. Wahlperiode des Thüringer Landtags Thüringen gemeinsam voranbringen – demokratisch, sozial, ökologisch Inhaltliche Endfassung – Stand: 20. November 2014“.
- [7] Viktoria Fülbier, Anna-Maria Grüner, Frank Sailer, und Nils Wegner, „Die Länderöffnungsklausel im BauGB und ihre Umsetzung in Bayern“, Würzburger Berichte zum Umweltenergierecht Nr. 8, 2014.
- [8] EnergieDialog.NRW, „Das neue EEG 2014 – Was ändert sich? | EnergieDialog.NRW“. [Online]. Verfügbar unter: [http://www.energiedialog.nrw.de/das-neue-eeg-2014-was-aendert-sich/#aendert-sich/#aendert-sich_fr_die_Photovoltaik](http://www.energiedialog.nrw.de/das-neue-eeg-2014-was-aendert-sich/#aendert-sich_fr_die_Photovoltaik). [Zugegriffen: 21-Juli-2015].
- [9] BMWi, „Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie Vorhaben Ite Stromerzeugung aus Windenergie“. 2014.
- [10] BMWi, Hrsg., „Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie Vorhaben Ila Stromerzeugung aus Biomasse“. 2014.
- [11] TMWAT, Hrsg., „Neue Energie für Thüringen: Ergebnisse der Potenzialanalyse“. Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie, 2011.
- [12] 50Hertz Transmission GmbH, „EEG Jahresabrechnung - 50Hertz Transmission GmbH“. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.50hertz.com/de/EEG/Veroeffentlichung-EEG-Daten/EEG-Jahresabrechnung>. [Zugegriffen: 29-Juni-2015].
- [13] Bundesnetzagentur, „Bundesnetzagentur - Veröffentlichungen zum Anlagenregister“. [Online]. Verfügbar unter: http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1422/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Anlagenregister/Anlagenregister_Veroeffentlichung/Anlagenregister_Veroeffentlichungen_node.html. [Zugegriffen: 29-Juni-2015].
- [14] „Startseite Bundesländer mit neuer Energie - Föederal Erneuerbar“. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.foederal-erneuerbar.de/startseite>. [Zugegriffen: 29-Juni-2015].

- [15] IWR, „Windindex, Windpark-Ertragscheck und langjährige Erträge“. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.iwr.de/wind/wind/windindex/index.html>. [Zugegriffen: 06-Juli-2015].
- [16] „Windindex, Windpark-Ertragscheck und langjährige Erträge“. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.iwr.de/wind/wind/windindex/index.html>. [Zugegriffen: 29-Juni-2015].
- [17] Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Hrsg., „Energieverbrauch und Energieerzeugung in Thüringer Kläranlagen. Bestandserhebung und Abschätzung von Einsparpotenzialen“. 2013.
- [18] OTZ, „Am eigenen Ast gesägt: Klausner Holz in Friesau droht massiver Stellenabbau | OTZ“, 22-Apr-2015.
- [19] Thüringer Landesamt für Statistik, Hrsg., „Energiebericht Thüringen Ausgabe 2012“. .
- [20] TMWAT, Hrsg., „Thüringer Bestands- und Potenzialatlas für erneuerbare Energien. Studie der FH Nordhausen im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Technologie 2010–2011“. 2012.
- [21] Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie, Hrsg., „Wirtschaftliche Nutzungsoptionen der Tiefengeothermie in Thüringen“. 2011.
- [22] Thüringer Landesamt für Statistik, Hrsg., „Energiebilanz und CO₂ - Bilanz Thüringens 2012“. .
- [23] Thüringer Landesamt für Statistik, „Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe nach Kreisen ab 2008 (WZ 2008) in Thüringen“. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=kr000605%7C%7C>. [Zugegriffen: 29-Juni-2015].
- [24] MDR, „Stahlwerk Thüringen kocht auf kleiner Flamme | MDR.DE“, 05-Feb-2014. [Online]. Verfügbar unter: http://www.mdr.de/thueringen/ost-thueringen/stahlwerk_thueringen_unterwellenborn102.html. [Zugegriffen: 16-Sep-2014].
- [25] H. Bardt, E. Chrischilles, P. D. C. Growitsch, S. Hagspiel, und L. Schaupp, „Eigenerzeugung und Selbstverbrauch von Strom“, *Stand Potentiale Trends Köln*, 2014.
- [26] „Zellstoff Rosenthal:: Zahlen und Fakten“. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.zpr.de/NumbersAndFacts.aspx>. [Zugegriffen: 24-Juni-2015].
- [27] M. Schlesinger, P. Hofer, A. Kemmler, A. Kirchner, F. Seefeldt, S. Strassburg, K. Weinert, D. Lindenberger, R. Malischek, S. Paulus, C. Lutz, U. Lehr, P. Ulrich, S. Nick, A. Knaut, S. Koziel, A. Ley, A. Piégsa, T. Panke, J. Wagner, und C. Tode, „Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose“, Prognos AG, Juni 2014.
- [28] C. Kunz und S. Kirrmann, „Die neue Stromwelt. Szenario eines 100% erneuerbaren Stromversorgungssystems“, AEE, Feb. 2015.
- [29] Thüringer Landesamt für Statistik, „Elektrizitätsversorgung - Stromerzeugung und Stromverbrauch in Thüringen“. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=zs000601%7C%7C>. [Zugegriffen: 01-Juli-2015].
- [30] „Jevons' Paradoxon“, *Wikipedia*. 11-Nov-2014.
- [31] J. D. Khazzoom, „Energy Saving Resulting from the Adoption of More Efficient Appliances“, *Energy J.*, Bd. 8, Nr. 4, S. 85–89, Okt. 1987.
- [32] H. Herring, „Energy efficiency—a critical view“, *Energy*, Bd. 31, Nr. 1, S. 10–20, 2006.

- [33] L. A Greening, D. L. Greene, und C. Difiglio, „Energy efficiency and consumption—the rebound effect—a survey“, *Energy Policy*, Bd. 28, Nr. 6, S. 389–401, 2000.
- [34] R. Madlener und B. Alcott, „Energy rebound and economic growth: A review of the main issues and research needs“, *Energy*, Bd. 34, Nr. 3, S. 370–376, März 2009.
- [35] M. Achtnicht und S. Koesler, „Energieeffizienz: größte Energiequelle oder Quell zusätzlicher Nachfrage?“, *Wirtschaftsdienst*, Bd. 94, Nr. 7, S. 515–519, Juli 2014.
- [36] Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, „Energiemonitoring für Thüringen. Abschlussbericht 2013“. 2013.
- [37] Thüringer Landesamt für Statistik, „Voraussichtliche Bevölkerungsentwicklung 2009*) bis 2030 nach Kreisen (am 31.12. des jeweiligen Jahres) in Thüringen Ergebnisse der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung (kBV)“. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=kz000111%7C%7C>. [Zugriffen: 26Juni-2015].
- [38] Döpel Landschaftsplanung, „Ermittlung von Präferenzräumen für die Windenergienutzung in Thüringen - Studie im auftrag des Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft“. 2015.
- [39] Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Hrsg., „Thüringer Bioenergieprogramm 2014“. 2014.
- [40] Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz, „Klimaschutzkonzept Jena“. in Bearbeitung.
- [41] Fraunhofer ISE, Hrsg., „Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland“. 2015.
- [42] Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz, „Windpotenziale im Wald in Thüringen. Kurzstudie über die Möglichkeiten der Nutzung von Waldflächen in Thüringen für Windenergieanlagen im Auftrag der Landtagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen“. 2015.
- [43] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Hrsg., „Flächenbedarfe und kulturland-schaftliche Auswirkungen regenerativer Energien am Beispiel der Region Uckermark-Barnim“. 2006.