



Energiemonitoring für Thüringen. Abschlussbericht 2013.

An dieser Studie haben mitgewirkt:



Dr.-Ing. Joachim Fischer
Dr.-Ing. Thomas Link
Dr.-Ing. Thomas Schabbach
Dr.-Ing. Stephan Scholz
Dr.-Ing. Viktor Wesselak

Fachhochschule Nordhausen
Weinberghof 4
99734 Nordhausen



M.Eng. Matthias Schwarze

EKP Energie-Klima-Plan GmbH
Hüpedenweg 52
99734 Nordhausen

Energiemonitoring für Thüringen

Abschlussbericht

Prof. Dr.-Ing. Viktor Wesselak

Institut für Regenerative Energietechnik (in.RET) der Fachhochschule
Nordhausen

im Auftrag des

Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Technologie

Oktober 2013

Zusammenfassung

Thüringen hat sich für das Jahr 2020 ambitionierte energie- und klimapolitische Ziele gesetzt. Der vorliegende Monitoringbericht soll aufzeigen, in welchem Zusammenhang die energiepolitischen Ziele der Landesregierung zueinander stehen, welche Maßnahmen seitens der Landesregierung ergriffen wurden, welche Defizite noch bestehen und wie diesen abgeholfen werden kann. Dieser erste Monitoringbericht versteht sich auch als Eröffnungsbilanz für den Umbau des Thüringer Energiesystems und sollte auf Grund des kurzen Zeithorizonts bis 2020 mindestens im zweijährigen Abstand fortgeschrieben werden.

Grundsätzlich sind die energiepolitischen Ziele der Landesregierung bis zum Jahr 2020 erreichbar. Dazu sind allerdings verstärkte Anstrengungen insbesondere zur Steigerung der Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe, zur Senkung des Raumwärmebedarfs und zum Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmebereich notwendig. Eine entscheidende Bedeutung kommt dabei dem Wärmebereich zu – sowohl hinsichtlich der Reduktion des Endenergieverbrauchs als auch hinsichtlich des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch. Im Bereich der Stromerzeugung wird der größte Beitrag von der Windkraft kommen müssen, ihr Ausbau ist auch aus Kostengründen bevorzugt voranzutreiben.

Indikatoren

Mit Hilfe von Indikatoren können der Fortschritt der Energiewende in Thüringen sichtbar gemacht sowie Handlungsmöglichkeiten und -defizite aufgezeigt werden. Mit dem gewählten Indikatorensatz soll auf der Basis von öffentlich zugänglichen Daten ein möglichst vollständiges Bild der notwendigen und erreichten Veränderungen dargestellt werden. Einen Schwerpunkt bilden dabei die Bereiche Energieeffizienz, Stromversorgung und Wärmebereitstellung. Nur für einen Teil der gewählten Indikatoren liegen Zielwerte der Landesregierung vor. Es war daher eine Aufgabe des Monitoringprozesses, daraus ein konsistentes System von Zielwerten für den gewählten Indikatorensatz abzuleiten.

Zielwerte

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Indikatoren, deren Zielwerte und den Grad der Zielerreichung. Für die normal gedruckten Indikatoren entsprechen die Zielwerte politischen Zielen der Landesregierung; die kursiv gedruckten Indikatoren wurden im Rahmen dieser Studie Ziele abgeleitet.

Indikator	Zielwert (2020)	Bezugswert	Istwert (2010)
Energieproduktivität	+ 20 %	2010	-
<i>Endenergieverbrauch</i>	- 8 %	2010	-
EE-Anteil am Endenergieverbrauch	30 %	-	18,7 %
EE-Anteil am Nettostromverbrauch	45 %	-	23,2 %
<i>EE-Anteil an der Wärmebereitstellung</i>	33 %	-	23,6 %
<i>EE-Anteil am Treibstoffbedarf</i>	10 %	-	5,7 %
Energiebedingter CO ₂ -Ausstoß	- 10 %	2010	

Energieproduktivität

Die Energieproduktivität gibt Auskunft über den für ein bestimmtes Bruttoinlandsprodukt notwendigen Energieeinsatz. Damit ist sie ein verallgemeinertes Maß für den effizienten Umgang mit Energie. Thüringen hat sich zum Ziel gesetzt, die auf die Primärenergie bezogene Energieproduktivität von 2010 bis 2020 um 20 Prozent zu steigern. Dieses Ziel lässt sich unter den spezifischen Bedingungen des Landes auch auf die Endenergieproduktivität übertragen.

Schreibt man den langjährigen Trend der Entwicklung der Endenergieproduktivität in Thüringen bis 2020 fort, so ergibt sich eine rechnerische Steigerung um 10 Prozent bezogen auf 2010. Für die Erreichung des Ziels sind also zusätzliche Maßnahmen erforderlich, die vor allem auf eine Senkung des Endenergieverbrauchs durch

- die Erhöhung der Energieeffizienz in Produktionsprozessen
- die Erhöhung der Energieeffizienz in Wohngebäuden

abzielen sollten. Bezüglich des ersten Punkts wird eine regelmäßige Evaluation des Programms „Energieeffizienz in KMU“ angeregt. Auf den zweiten Punkt wird im Bereich der Wärmebereitstellung weiter eingegangen.

Endenergieverbrauch

Für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs liegen keine Thüringer Zielwerte vor. Legt man jedoch eine preisbereinigte Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts von +1 Prozent/Jahr zu Grunde (vergleichbar der Entwicklung in der vergangenen Dekade), ergibt sich aus dem Ziel zur Energieproduktivität eine notwendige Minderung des Endenergieverbrauchs von 8 Prozent bis zum Jahr 2020.

Der witterungsbereinigte Endenergieverbrauch Thüringens teilt sich etwa zur Hälfte auf den Sektor Wärme (2010: 53%) und zu je einem Viertel auf die Sektoren Strom (2010: 20%) und Treibstoffe (2010: 27%) auf. Das Minderungsziel betrifft vor allem den Wärme- und Treibstoffsektor, da nicht von einem sinkenden Strombedarf ausgegangen wird.

Der Treibstoffverbrauch in Thüringen ist seit Jahren rückläufig. Der Grund liegt einerseits in dem Bevölkerungsrückgang und andererseits in einem zunehmenden Konzentrationsprozess der Bevölkerung in städtischen Kernen. Da diese Entwicklung weiter – auch über 2020 hinaus – anhalten wird, wird für den Treibstoffverbrauch die Trendentwicklung fortgeschrieben. Dadurch reduziert sich der Treibstoffverbrauch bis zum Jahr 2020 um 14 Prozent. Um eine Minderung des gesamten Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020 um 8 Prozent erreichen zu können, ergibt sich daraus bei gleichbleibendem Stromverbrauch eine notwendige Reduzierung des Wärmebedarfs um ebenfalls 8 Prozent.

Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch

Das Landesziel von 30 Prozent erneuerbaren Energien (EE) am Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 setzt sich zusammen aus den Anteilen der EE am Strom-, Wärme- und Treibstoffverbrauch. Der Treibstoffbereich ist am wenigsten durch landespolitische Maßnahmen beeinflussbar, so dass hier eine Erreichung des für Deutschland verbindlichen EU-Zieles von

10 Prozent EE im Jahr 2020 (2010: 5,8%) sicherlich eine obere Abschätzung darstellt. Mit dem Landesziel von 45 Prozent EE am Nettostromverbrauch (2010: 23,2%) lässt sich für die Wärmebereitstellung ein Ziel von 33 Prozent für das Jahr 2020 ableiten (2010: 23,6%).

Anteil erneuerbarer Energien am Nettostromverbrauch

Das Landesziel von 45 Prozent EE am Nettostromverbrauch bis zum Jahr 2020 ist erreichbar, wenn auch nicht ohne zusätzlich Anstrengungen. Legt man die im Potenzialatlas im Rahmen des Referenzszenarios berechnete Entwicklung der EE zugrunde [30], so ergeben sich die folgenden Zubaunotwendigkeiten bis 2020:

- 2,0-fache Stromerzeugung aus Windkraft im Vergleich zu 2011
- 2,7-fache Stromerzeugung aus Photovoltaik im Vergleich zu 2011
- 1,3-fache Stromerzeugung aus Biomasse im Vergleich zu 2011

Nominal wird die Windkraft im Jahr 2020 den größten Beitrag zur Stromerzeugung aus EE leisten und bereits in wenigen Jahren die Biomasse abgelöst haben. Dies setzt einerseits eine konsequente Nutzung der vorhandenen Windvorranggebiete voraus. Andererseits sind bereits jetzt kontinuierlich weitere Vorranggebiete auszuweisen, um einen Ausbau der Windkraft über 2020 hinaus zu ermöglichen. Die Entwicklung der Photovoltaik wird stark von der zukünftigen Gestaltung des EEG abhängen, so dass die im Potenzialatlas angenommene Potenzialausschöpfung u.U. nicht erreicht werden kann. Eine Steigerung der Stromerzeugung aus Biomasse ist nur über eine effizientere Nutzung und die Einbeziehung unkonventioneller Fraktionen wie z.B. Stroh zu erreichen.

Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung

Das Ziel, den Anteil EE an der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2020 auf 33 Prozent zu steigern, ist nur mit deutlichen zusätzlichen Anstrengungen zu erreichen. Diese müssen sich vor allem auf

- die Senkung des flächenspezifischen Raumwärmebedarfs,
- die Erhöhung der Energieeffizienz und
- den Ausbau der EE

konzentrieren. Thüringen weist bereits heute einen vergleichsweise hohen Anteil EE an der Wärmebereitstellung auf. Dieser wird fast ausschließlich durch Biomasse und hier wiederum überwiegend in Kleinfeuerungsanlagen aufgebracht. Die damit korrespondierenden Biomassepotenziale in Thüringen sind praktisch ausgeschöpft. Effizienzgewinne sind durch eine zentrale Biomassefeuerung und die Wärmeverteilung über bereits vorhandene Nah- oder Fernwärmenetze möglich. Die Potenziale der Solarthermie sowie der Erd- und Umgebungswärme werden bisher in Thüringen nur unzureichend genutzt. Insbesondere dezentrale Solarthermieranlagen zur Brauchwassererwärmung können bei Mehrfamilienhäusern wirtschaftlich betrieben werden und fossile Energieträger ersetzen. Für diesen Bereich der Wärmebereitstellung wird daher eine „Solarthermie-Initiative“ der Landesregierung zusammen mit der Thüringer Wohnungswirtschaft angeregt.

Rechtliche Vorgaben zur Energieeffizienz in Gebäuden (EnEV, EEWärmeG) beziehen sich derzeit nur auf Neubauten oder grundlegende Sanierungen. Aufgrund der äußerst geringen

Neubau- und Sanierungsrate in Thüringen haben diese keine Auswirkungen auf den Raumwärmebedarf. Es wird daher empfohlen, mittels landesrechtlicher Regelungen und im Vorgriff auf entsprechende Bundesregelungen (Gebäudesanierungsfahrplan in der EnEV2020) Energieeffizienzmaßnahmen auf den Gebäudebestand auszudehnen. Das Instrument könnte ein Thüringer EEWärmeG sein, dessen Rahmen bereits im Thüringer Gebäudereport entworfen wurde. Darüber hinaus sollten durch landesrechtliche Regelungen Belange der Energieeffizienz von Gebäuden gegenüber Belangen des Denkmalschutzes aufgewertet werden.

Energiebedingter CO₂-Ausstoß

Das Ziel einer Reduktion der energiebedingten CO₂-Emissionen um 10 Prozent in der Verursacherbilanz ist angesichts der fortschreitenden Energiewende und der demografischen Entwicklung realistisch.

Inhalt

Zusammenfassung	3
Inhalt	7
1. Einleitung	8
2. Energiepolitische Ziele Thüringens	9
3. Abgrenzungsprobleme	10
4. Indikatoren und Zielwerte	13
4.1 Energieproduktivität	14
4.2 Endenergieverbrauch	16
4.3 Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch	18
4.4 Anteil erneuerbarer Energien am Netto-Stromverbrauch	24
4.5 Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch	26
4.6 Anteil erneuerbarer Energien am Treibstoffbedarf	29
4.7 Energiebedingter CO ₂ -Ausstoß	31
4.8 Qualitative Indikatoren	32
5. Die Entwicklung in den Regionen	35
5.1 Photovoltaik	35
5.2 Windkraft	37
5.3 Biomasse	39
5.4 Wasserkraft	41
5.5 Deponie- und Klärgas	43
6. Ermittlung aktueller Energiekennwerte	45
6.1 Modellierung des Endenergieverbrauchs	45
6.2 Modellierung des Anteils erneuerbarer Energien	48
6.3 Ergebnisse für 2011 und 2012	49
Anhang	51
A.1 Beschreibung der Datenbasis	51
A.2 Witterungsbereinigung von Energieverbräuchen	54
Literatur	56

1. Einleitung

Der Freistaat Thüringen hat mit seinem Energiekonzept den Umbau des Energiesystems zu einem zentralen Handlungsfeld der Landesregierung gemacht. Insbesondere in dem Eckpunktepapier der Landesregierung [1] aber auch in der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes [2] werden mittel- und langfristige energiepolitische Zielstellungen sowohl qualitativ als auch quantitativ benannt.

Die Landesregierung hat sich entschlossen, den Transformationsprozess des Energiesystems in einem Monitoring-Prozess überwachen zu lassen und damit für eine breitere interessierte Öffentlichkeit transparent und nachvollziehbar zu machen. Im Dezember 2012 beauftragte das Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie das Institut für Regenerative Energietechnik (in.RET) der Fachhochschule Nordhausen mit der Durchführung des Energiemonitorings.

Im Rahmen dieses Monitoringberichts wird die Umsetzung der maßgeblichen Vereinbarungen und Programme der Landesregierung quantitativ und qualitativ überprüft und hinsichtlich des angestrebten Umbaus des Energiesystems hin zu einer sicheren, bezahlbaren und insbesondere umweltverträglichen Energieversorgung bewertet. Weiterhin erfolgt eine Prognose relevanter energiepolitischer Kenngrößen anhand aktueller ökonomischer und meteorologischer Daten. Dabei standen die folgenden fünf Leitfragen im Vordergrund:

1. In welchem Zusammenhang stehen die energiepolitischen Ziele der Landesregierung zueinander?
2. Wie lässt sich der Umbau des Energiesystems messen und bewerten?
3. Welche Maßnahmen wurden seitens der Landesregierung ergriffen und sind diese wirksam?
4. Welche Defizite bestehen und wie kann diesen abgeholfen werden?
5. Welche Entwicklung der erneuerbaren Energien in Thüringen lässt sich prognostizieren?

Der Monitoringprozess ist langfristig angelegt. Im Rahmen dieses ersten Energiemonitorings wurden neben der eigentlichen Berichterstattung zunächst die Grundlagen durch die Auswahl eines geeigneten Indikatorensatz sowie konsistenter Zielwerte geschaffen und eine Methodenkonvention entwickelt, die die vorhandenen statistischen Daten hinsichtlich ihrer Qualität und Erhebungsfrequenz bewertet und zueinander abgrenzt.

Der vorliegende Monitoringbericht versteht sich auch als Eröffnungsbilanz für den Umbau des Thüringer Energiesystems, da viele statistische Daten nur bis einschließlich 2010 – hinsichtlich des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Strombereich bis einschließlich 2012 – vorlagen. Als Datenquellen wurden überwiegend energiestatistische Veröffentlichungen des Thüringer Landesamtes für Statistik, des Statistischen Bundesamtes und der in Thüringen tätigen Übertragungsnetzbetreiber herangezogen. Sie sind wie die Thüringer Energiebilanzen der Jahre 2000 bis 2010 [3-13] oder die Satellitenbilanzen „Erneuerbare Energieträger“ zur Thüringer Energiebilanz der Jahre 2005 bis 2010 [14-19] in der Regel öffentlich zugänglich. Es wurden Quellen bevorzugt, die auch Eingang in entsprechende Bundesstatistiken finden.

2. Energiepolitische Ziele Thüringens

Die gegenwärtige Situation des globalen Energiesystems ist gekennzeichnet durch die Verknappung der fossilen Energievorräte, einem stark wachsenden Energiebedarf vor allem in den Schwellenländern und der Notwendigkeit einer wirkungsvollen Begrenzung der Emission klimarelevanter Treibhausgase. Internationale Vereinbarungen wie die Agenda 21 oder das Kyoto-Protokoll haben in den vergangenen Dekaden diese Fragestellungen aufgegriffen und einen ersten internationalen Handlungsrahmen abgesteckt. Trotz mangelnder Verbindlichkeit wie bei der Agenda 21 oder Rückschritten bei den Verhandlungen über ein Kyoto-Folgeabkommen spiegelt sich dieser in der deutschen Energie- und Klimapolitik wieder.

Die aktuellen Klimaschutzziele der deutschen Bundesregierung gehen deutlich über das Kyoto-Protokoll hinaus und beinhalten eine Reduktion des Kohlendioxidausstoßes um 40 Prozent bis zum Jahr 2020 und um 80 bis 95 Prozent bis 2050, jeweils im Vergleich zu 1990 [20]. Dies soll vor allem durch eine Steigerung der Energieeffizienz und einen starken Ausbau der erneuerbaren Energien erreicht werden. Diese Zielsetzungen sind auch in die 2002 verabschiedete Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung eingeflossen [21]. Um Nachhaltigkeit messbar zu machen, wurden 21 Indikatoren festgelegt und mit Zielwerten unteretzt. Der Energiebereich wird durch die Indikatoren Energieproduktivität, Verminderung der Treibhausgasemissionen und Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch sowie am Stromverbrauch abgebildet.

Sowohl in dem Eckpunkte-Papier der Landesregierung [1] als auch in der Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie [2] bekennt sich Thüringen zu einer nachhaltigen Energiepolitik. Internationale und nationale Zielsetzungen werden aufgegriffen und anhand der speziellen Situation des Bundeslandes weiterentwickelt. Kernelement ist ein beschleunigter Ausbau der erneuerbaren Energien in Thüringen. Hier hat sich das Land bis zum Jahr 2020 ambitionierte Ziele hinsichtlich des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch sowie am Stromverbrauch gesetzt. Hinsichtlich der Steigerung der Energieeffizienz und der Verminderung der Treibhausgasemissionen orientiert sich Thüringen an den relativen Zielwerten des Bundes, wenngleich für letztere wegen unterschiedlicher Bilanzierungsansätze keine direkte Vergleichbarkeit der Zielwerte gegeben ist (vgl. Kapitel 4.7). Abbildung 2.1 stellt zentrale energie- und klimapolitische Zielwerte für das Jahr 2020 des Bundes und Thüringens einander gegenüber.

	Thüringen		Bund	
Energieproduktivität	+20 % (2010)	[2]	+100 % (1990)	[21]
Primärenergieverbrauch			-20 % (2008)	[20]
Anteil EE am Endenergieverbrauch	30 %	[1]	18 %	[20]
Anteil EE am Stromverbrauch	45 %*	[1]	35 %*	[20]
Anteil EE am Wärmeverbrauch			14 %	[20]
Emission klimarelevanter Treibhausgase	-10 % (2010)	[2]	-40 % (1990)	[21]

* Thüringen: Netto- / Bund: Brutto-Stromverbrauch

Abb. 2.1: Energie- und klimapolitische Zielwerte des Bundes und des Landes Thüringen für das Jahr 2020. Die Jahreszahlen in den Klammern geben das jeweilige Bezugsjahr wieder.

3. Abgrenzungsprobleme

Der Ausbau der erneuerbaren Energien bedingt einen Ausbau der Netz- und Speichereinfrastuktur. Beide Bereiche werden durch das Eckpunktepapier als Handlungsfelder der Landespolitik benannt: So soll der Ausbau der Übertragungs- und Verteilnetze verstärkt politisch begleitet und beschleunigt vorangetrieben werden. Insbesondere bei den Übertragungsnetzen kommt Thüringen aufgrund seiner geographischen Lage zwischen den Erzeugungsschwerpunkten von Windenergie im Norden bzw. Osten und den Verbrauchszentren im Süden Deutschlands eine besondere Verantwortung zu. Im Bereich der Speichereinfrastuktur beabsichtigt Thüringen eine systematische Evaluation seiner geographischen und geologischen Voraussetzungen.

3. Abgrenzungsprobleme

Thüringen ist hinsichtlich seiner Energieversorgung weder naturräumlich noch technisch vom restlichen Bundesgebiet abgegrenzt. Allerdings weist Thüringen im bundesdeutschen Vergleich einige Besonderheiten auf, die sich auch auf die Berechnung von Indikatoren und deren Zielwerte auswirken. In diesem Kapitel erfolgt zunächst eine Zusammenstellung dieser Spezifika sowie der sich daraus ergebenden Vereinbarungen für diesen Monitoringbericht.

Stromimporte nach Thüringen

Aufgrund geringer eigener Kraftwerkskapazitäten ist Thüringen derzeit auf den Bezug von etwa zwei Dritteln seines Elektrizitätsbedarfs aus anderen Bundesländern angewiesen (vgl. Abb. 3.1). Neben drei mittelgroßen gasbetriebenen Heizkraftwerken in den Städten Jena (197 MW_{el}), Erfurt (80 MW_{el}) und Gera (78 MW_{el}) existieren eine Reihe kleinerer, z.T. biomassebetriebener Heizkraftwerke sowie eine große Anzahl von dezentralen regenerativen Energieerzeugungsanlagen. Eine Sonderrolle spielt die Elektrizitätserzeugung der in Thüringen liegenden Wasserkraftwerke, die von den großen Pumpspeicherkraftwerken Goldisthal (1060 MW) und Hohenwarte (320 MW) dominiert wird. Der Pumpenstrom-Einsatz beträgt etwa 15 bis 20 Prozent des gesamten Stromverbrauchs aus dem öffentlichen Versorgungsnetz.

In Abbildung 3.1 sind der jährliche Netto-Stromverbrauch aus dem allgemeinen Versorgungsnetz und seine Zusammensetzung aus der Netto-Stromerzeugung in Thüringen und dem Stromaustauschsaldo mit den anderen Bundesländern dargestellt. In der Netto-Stromerzeugung sind sowohl die Kraftwerke der öffentlichen Versorgung als auch die Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien und Industriekraftwerken zusammengefasst. Negativ dargestellt ist der jährliche Pumpenstrom-Einsatz, der nicht Bestandteil des dargestellten Netto-Stromverbrauchs ist. Die Stromerzeugung aus Pumpspeicherkraftwerken wird mit Ausnahme der aus natürlichen Zuflüssen nicht den erneuerbaren Energien zugerechnet.

Der sich in einem positiven Stromaustauschsaldo ausdrückende Stromimport nach Thüringen enthält zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Anteile erneuerbarer Energien. Diese sind jedoch weder beeinflussbar noch erfassbar, so dass der Stromimport als grauer Strom behandelt wird.

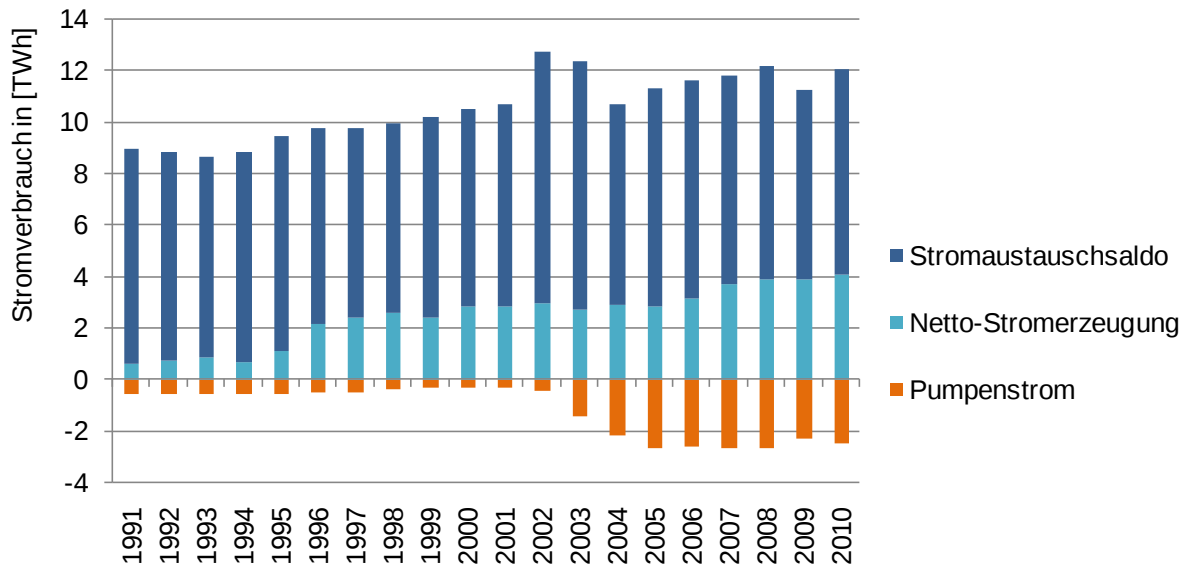


Abb. 3.1: Jährlicher Netto-Stromverbrauch aus dem allgemeinen Versorgungsnetz in Thüringen und seine Zusammensetzung aus Stromerzeugung und Stromimport; jährlich eingesetzter Pumpenstrom, nach [22].

Primärenergieverbrauch vs. Endenergieverbrauch

Primärenergie ist Energie in ihrem natürlichen, noch nicht technisch aufbereiteten Zustand, z.B. in Form von Kohle, Naturgas, Rohöl oder Wind. Endenergie bezeichnet die dem Verbraucher nach energiespezifischen Aufbereitungs-, Transport- und Umwandlungsprozessen zugeführte Energie, beispielsweise in Form von Kohlebriketts, Erdgas, Benzin oder Elektrizität.

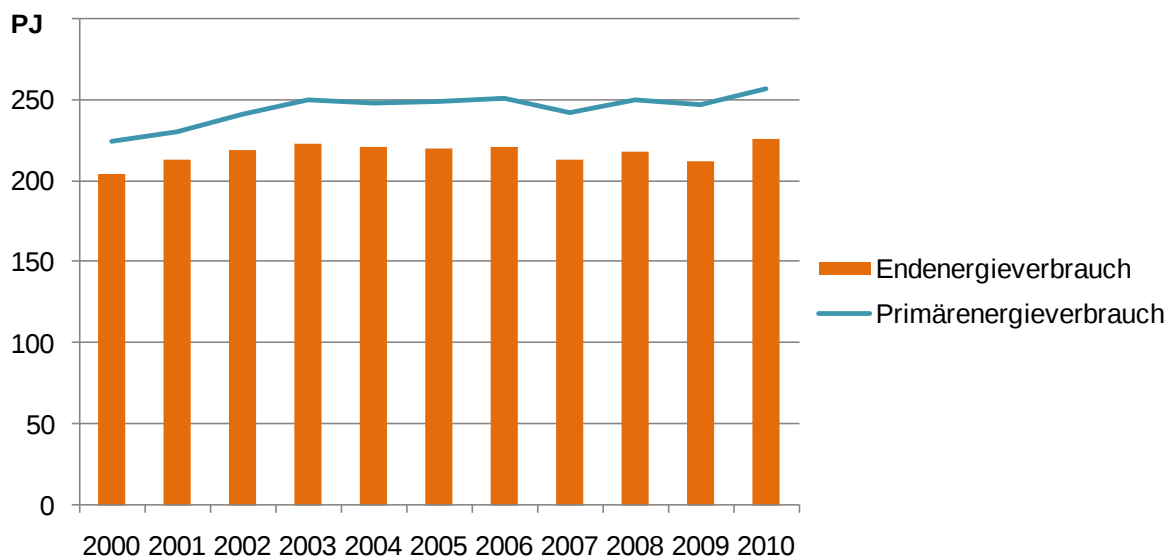


Abb. 3.2: Primär- und Endenergieverbrauch Thüringens, nach [3-13].

Der Primärenergieverbrauch ist eine statistische Kenngröße, auf die sich beispielsweise die Reduktionsziele der Bundesregierung beziehen (vgl. Abb. 2.1). Allerdings ist der Primärenergieverbrauch methodisch nicht unumstritten, da für Energieträger, denen kein Heizwert

3. Abgrenzungsprobleme

zugeordnet werden kann, eine Festlegung des Umwandlungswirkungsgrades von Primär- auf Endenergie erfolgen muss. Für erneuerbare Energien beträgt dieser 100 Prozent, d.h. einer durch Wind- oder Wasserkraft erzeugten Menge elektrischer Energie steht die gleiche Energiemenge auf der Primärenergieseite gegenüber. Gleiches gilt für die Berücksichtigung von Stromimporten, d.h. Stromimporte gehen nominal in die Primärenergiestatistik ein, ohne dass eine primärenergetische Bewertung der dahinterliegenden Kraftwerksprozesse erfolgt. Dadurch ergibt sich für Thüringen rechnerisch ein zu geringer Primärenergiebedarf.

Auf Grund der hohen Anteile der Stromimporte sowie der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien unterscheiden sich Primär- und Endenergieverbrauch in Thüringen kaum (vgl. Abb. 3.2). Aus den genannten methodischen Gründen wird in diesem Monitoringbericht einer Bezugnahme auf den Endenergieverbrauch der Vorzug gegeben.

Nicht leitungsgebundene erneuerbare Energien

Im Anhang A.1 sind die für diesen Monitoringbericht verwendeten Datenquellen beschrieben. Dabei gibt es hinsichtlich des Anteils erneuerbarer Energien methodische Unterschiede zwischen der Erhebung leitungsgebundener und nicht leitungsgebundener Energieträger. Während erstere in der Regel genau gezählt werden und Gegenstand einer Einspeisevergütung sind, werden letztere nur teilweise erfasst und ihr Anteil mit Hilfe demoskopischer Mittel geschätzt. Dies betrifft vor allem den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmebereich, d.h. die dezentrale Biomassenutzung sowie solar- und geothermische Anlagen. Da solche Schätzungen auf Bundesebene vorgenommen werden und anschließend eine Verrechnung auf Länderebene erfolgt, ist hier mit einer gewissen Unschärfe zu rechnen.

Empfehlung

Im Rahmen des künftigen Energiemonitorings sollte mittels einer Begleitstudie eine Verifikation des Anteils erneuerbarer Energien im Wärmebereich erfolgen. Für den Bereich der dezentralen Biomassenutzung bieten sich dazu Informationen aus der Feuerstättenschau der Schornsteinfeger an.

Ähnliche methodische Probleme sind mit dem absehbaren Anstieg des Eigenverbrauchs beispielsweise aus Photovoltaikanlagen auch im Strombereich zu erwarten: Da der Eigenverbrauch weder vergütet noch erfasst wird, wird sowohl der Stromverbrauch als auch der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in der Energiestatistik unterschätzt.

Erneuerbare Energien in den Planungsregionen

Um die Entwicklung der erneuerbaren Energien in den vier Thüringer Planungsregionen darstellen zu können, wurde eine Auswertung der Anlagenstammdaten und Einspeisemengen der jeweils zuständigen Übertragungsnetzbetreiber auf Basis von Postleitzahlen vorgenommen. Da die Postleitzahlen nur teilweise deckungsgleich mit den Grenzen des Landes bzw. der Planungsregionen sind, kann es zu Abweichungen zwischen den einzelnen Planungsregionen sowie der Summe der Planungsregionen zur Energiebilanz des Landes kommen. Insofern haben die für die Planungsregionen ermittelten Werten nur orientierenden Charakter; für die Auswertung der Indikatoren sind die Energiebilanzen des Landes maßgeblich.

4. Indikatoren und Zielwerte

Das Energiemonitoring für Thüringen erfolgt indikatorenbasiert und bedient sich damit einer dem Energiemonitoringprozess auf Bundesebene vergleichbaren Methodik [23,24]. Mit Hilfe von Indikatoren können der Fortschritt der Energiewende in Thüringen sichtbar gemacht und Handlungsmöglichkeiten sowie -defizite aufgezeigt werden. Dazu wird im Rahmen dieses Berichts ein Satz von sieben Indikatoren vorgeschlagen, der es ermöglicht, auf der Basis von öffentlich zugänglichen Daten ein möglichst vollständiges Bild der notwendigen und erreichten Veränderungen darzustellen. Einen Schwerpunkt bilden dabei die Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energien. In Abbildung 4.1 sind die Indikatoren, ihre Zielwerte und der derzeitige Stand der Zielerreichung zusammengestellt.

Indikator	Zielwert 2020	Istwert 2010
1. Energieproduktivität	+20 % (2010)	-
2. Endenergieverbrauch	-8 % (2010)	-
3. Anteil EE am Endenergieverbrauch	30 %	18,7 %
4. Anteil EE am Netto-Stromverbrauch	45 %	23,2 %
5. Anteil EE am Wärmeverbrauch	33 %	23,6 %
6. Anteil EE am Treibstoffbedarf	10 %	5,7 %
7. Energiebedingter CO ₂ -Ausstoß	-10 % (2010)	-

Abb. 4.1: Indikatoren für das Energiemonitoring in Thüringen, Zielwerte für das Jahr 2020 und Stand der Zielerreichung im Jahr 2010. Die Jahreszahlen in den Klammern geben das jeweilige Bezugsjahr wieder.

Als Indikatoren wurden die vier energiespezifischen Indikatoren der Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie – Energieproduktivität, Energiebedingter CO₂-Ausstoß, Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch und Anteil erneuerbarer Energien am Nettostromverbrauch – herangezogen. Diese Indikatoren werden in Thüringen bereits erfasst und erstmals 2013 in Form eines Indikatorenberichts veröffentlicht [25]. Durch die Wahl dieser Indikatoren wird einerseits die Kongruenz von Energie- und Nachhaltigkeitspolitik in Thüringen gewährleistet und andererseits durch die Übereinstimmung mit Bundesindikatoren eine bundesdeutsche Vergleichbarkeit hergestellt. Ergänzend zu diesen quantitativen Indikatoren sollen auch einige qualitative Indikatoren betrachtet werden, wie beispielsweise die Netz- und Speicherinfrastruktur, die Entwicklung der Zahlungsströme im Zusammenhang mit der EEG-Umlage oder die regionale Ausgestaltung der Energiewende (siehe Kap. 4.8)

Das Erreichen der energie- und klimapolitischen Ziele wird vom Ausbau der erneuerbaren Energien in den drei Endenergiesektoren Strom, Wärme und Treibstoffe abhängen. Daher wurden die Anteile der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung und dem Treibstoffbedarf in den Indikatoren aufgenommen. Energieeffizienz drückt sich in einer besseren Energienutzung und/oder einem verminderten Energieverbrauch aus. Der erste Aspekt wird durch den Indikator Energieproduktivität bereits abgebildet, der zweite Aspekt wird über den Endenergieverbrauch als Indikator berücksichtigt.

Nur für einen Teil der gewählten Indikatoren liegen explizite Zielwerte der Landesregierung vor (vgl. Abb. 2.1). Es war daher eine Aufgabe des Monitoringprozesses, daraus ein konsistentes System von Zielwerten für den gewählten Indikatorensatz abzuleiten. So enthält das Ziel, die Energieproduktivität um 20 Prozent zu steigern, auch eine implizite Aussage über die Entwicklung des Endenergieverbrauchs (siehe Kap. 4.1). Ebenso lassen sich aus den Zielen, einen Anteil von 30 Prozent des Endenergieverbrauchs und 45 Prozent des Netto-Stromverbrauchs mittels erneuerbarer Energien zu decken, Anforderungen an den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmebereich ableiten (siehe Kap. 4.3).

4.1 Energieproduktivität

Die Energieproduktivität gibt Auskunft über den für ein bestimmtes Bruttoinlandsprodukt notwendigen Energieeinsatz. Damit ist sie ein verallgemeinertes Maß für den effizienten Umgang mit Energie in einer Volkswirtschaft. Zu ihrer Ermittlung wird der Quotient aus dem preisbereinigtem Bruttoinlandsprodukt und dem Energieverbrauch gebildet. Je nachdem welcher Energieverbrauch zur Berechnung herangezogen wird, unterscheidet man zwischen Primär- oder Endenergieproduktivität.

Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie hat eine Verdopplung der Primärenergieproduktivität bis zum Jahr 2020 im Vergleich zu 1990 zum Ziel [21]. Thüringen hatte durch den dramatischen Umbau der Industrieproduktion Anfang der 1990er Jahre Einmaleffekte bei der Energieproduktivität zu verzeichnen, sodass diese Verdoppelung bereits Mitte der 1990er Jahre erreicht wurde. Auch absolut liegt die auf die Primärenergie bezogene Energieproduktivität von Thüringen im oberen Viertel des Bundesländervergleichs und damit über dem Bundesdurchschnitt. Allerdings wurde in Kapitel 3 bereits auf die methodischen Probleme bei der Ermittlung des Primärenergieverbrauchs für Thüringen hingewiesen.

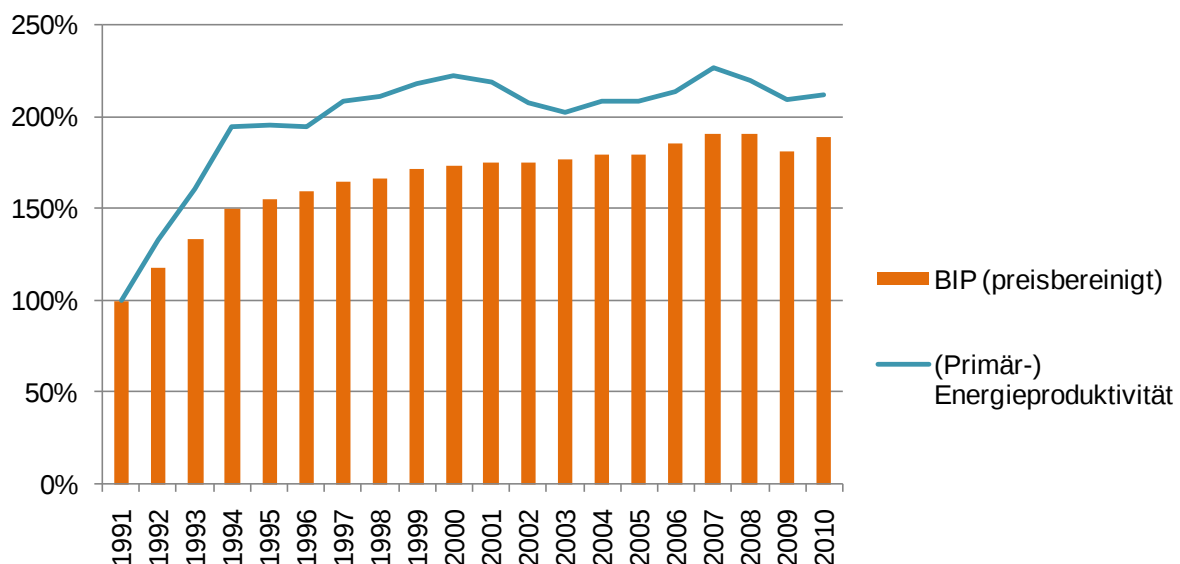


Abb. 4.2: Entwicklung der Primärenergieproduktivität und des Bruttoinlandsprodukts in Thüringen (Index 1991 = 100%). Berechnungsgrundlage sind der nicht witterungsbereinigte Primärenergieverbrauch und das preisbereinigte BIP nach [26].

In ihrem Energiekonzept benennt die Bundesregierung eine Steigerung der Endenergieproduktivität von 2,1 Prozent pro Jahr als langfristiges, d.h. auch über 2020 hinausgehendes Ziel. Ein Bezug zu dem o.g. Zielwert der Primärenergieproduktivität wird nicht hergestellt.

Thüringen hat sich zum Ziel gesetzt, die auf die Primärenergie bezogene Energieproduktivität im Mittel um 1,84 Prozent pro Jahr zu steigern. Dies führt, hochgerechnet auf die Dekade von 2010 bis 2020, auf einen Zielwert von +20 Prozent. Dieses Ziel lässt sich unter den spezifischen Bedingungen des Landes unmittelbar auch auf die Endenergieproduktivität übertragen. In Abbildung 4.3 ist die verkettete Entwicklung der Primär- und Endenergieproduktivität in Thüringen dargestellt.

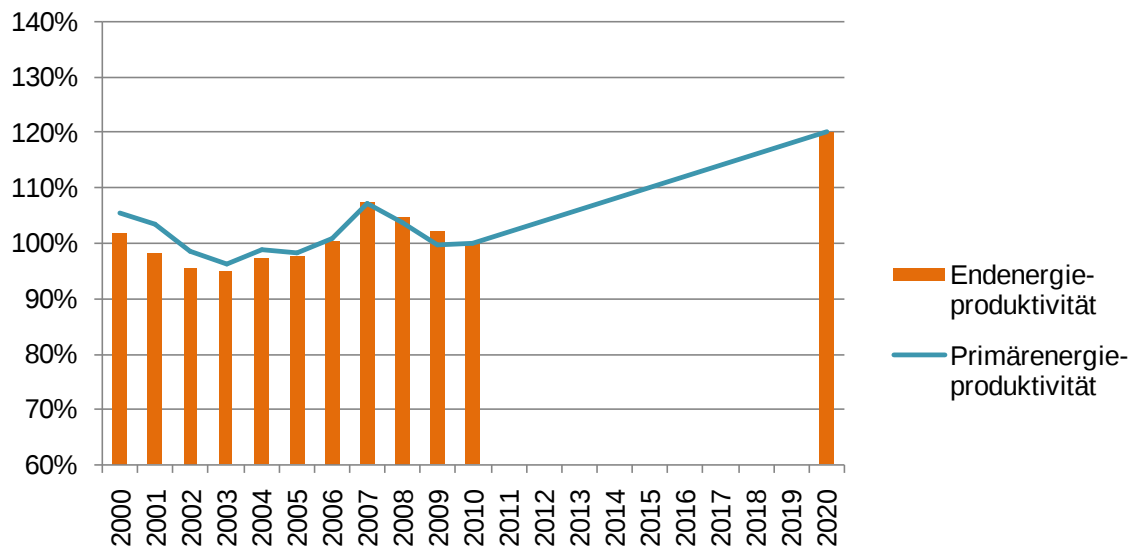


Abb. 4.3: Verkettete Entwicklung der Primär- und Endenergieproduktivität (nicht witterungsbeinhaltet) in Thüringen von 2000 bis 2010 (Index 2010 = 100%) und Zielwert für 2020.

Empfehlung

Der Primärenergiebedarf ist auf Grund methodischer Probleme als Indikator für Thüringen ungeeignet. Es wird daher empfohlen, auch die Landesziele hinsichtlich der Energieproduktivität auf den Endenergiebedarf zu beziehen. Eine Übertragung des auf den Primärenergiebedarf bezogenen Ziels von +1,84 Prozent pro Jahr ist uneingeschränkt möglich.

Abbildung 4.3 zeigt auch, dass es sich angesichts der Trendentwicklung der letzten Dekade um eine ambitionierte Zielstellung handelt, die nicht ohne zusätzliche Maßnahmen zu erreichen sein wird. Die Energieproduktivität steigt, wenn das Bruttoinlandsprodukt steigt und/oder der Energieverbrauch sinkt, d.h. wenn bei gleichem Energieeinsatz ein höherer volkswirtschaftlicher Nutzen oder derselbe Nutzen mit einem geringeren Energieeinsatz erzielt werden kann. Geht man für Thüringen von einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs des Bruttoinlandsprodukts von 1 Prozent aus – das entspricht in guter Näherung dem Durchschnittswert der letzten Dekade (preisbereinigt) – so muss gleichzeitig der Endenergieverbrauch jährlich um 0,825 Prozent sinken, um das Ziel bei der Energieproduktivität zu erreichen. Extrapoliert man diesen Wert bis zum Jahr 2020, so ergibt sich eine notwendige Reduktion des Endenergieverbrauchs von 8 Prozent. Zusätzliche Maßnahmen sollten daher vor allem auf eine Senkung des Endenergieverbrauchs durch

4. Indikatoren und Zielwerte

- die Erhöhung der Energieeffizienz in Produktionsprozessen und
- die Erhöhung der Energieeffizienz in Wohngebäuden

abzielen. Auf den zweiten Punkt wird im Bereich der Wärmebereitstellung weiter eingegangen. Bezüglich des ersten Punkts sollten zunächst die bisherigen Maßnahmen im Rahmen des Programms „Energieeffizienz in KMU“ auf ihre Wirksamkeit evaluiert werden. Die Etablierung energieeffizienter Produktionsprozesse hängt einerseits von einer betriebsspezifischen Analyse und passgenauen Lösungsansätzen ab. Gleichzeitig können aber Einzellösungen häufig branchenweit verallgemeinert werden und als best-practice-Beispiele dienen. Wir empfehlen daher die fachlich/ingenieurtechnische Begleitung und Ausgestaltung dieses Prozesses – beispielsweise im Rahmen der Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (ThEGA) und mit der Unterstützung Thüringer Hochschulen – im Rahmen einer Task Force „Energieeffiziente Produktionsprozesse“.

Empfehlungen

Es wird eine regelmäßige Evaluation des Programms "Energieeffizienz in KMU" angeregt. Die Gründung einer Task Force „Energieeffiziente Produktionsprozesse“ soll die Entwicklung branchenspezifischer Lösungen für Thüringer Unternehmen vorantreiben.

4.2 Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch Thüringens wird in der Energiebilanz des Landes auf die unterschiedlichen Energieträger, Wirtschaftszweige und Verbrauchergruppen aufgeschlüsselt. Nach dem im Anhang A.1 beschriebenen Vorgehen erfolgte eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf die drei Energiesektoren Strom, Wärme und Treibstoffe.

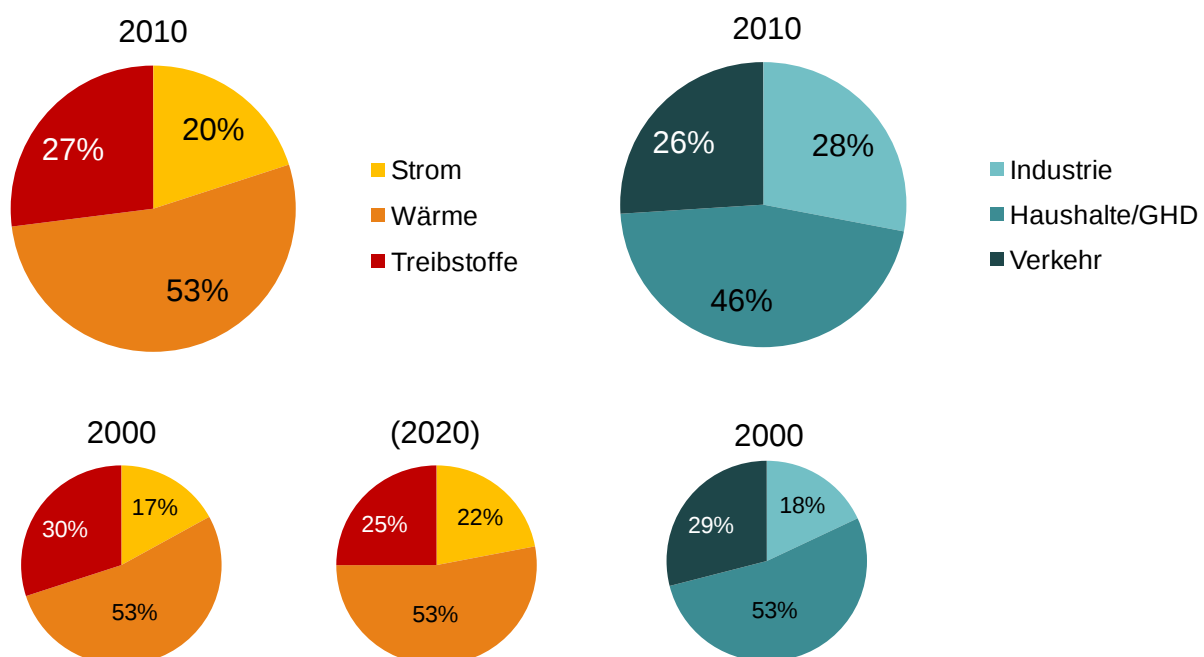


Abb. 4.4: Aufteilung des Endenergieverbrauchs in Thüringen auf Energiesektoren und Verbrauchergruppen.

Im Jahr 2010 diente gut die Hälfte des Endenergieverbrauchs in Thüringen der Wärmebereitstellung, davon ein gutes Drittel im Bereich Industrie und zwei Drittel im Bereich private Haushalte und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD). Während es in der vergangenen Dekade zwischen den Sektoren Strom und Treibstoffe deutliche Verschiebungen zu Gunsten des Stromes gab, blieb der Anteil der Wärme annähernd konstant (siehe Abb. 4.4 links). Diese Entwicklung wird sich voraussichtlich in der laufenden Dekade bis 2020 fortsetzen.

Knapp die Hälfte der Endenergie wurde 2010 in den privaten Haushalten und im Bereich Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) umgesetzt. Jeweils ein gutes Viertel entfiel auf die Bereiche Verkehr und Industrie. Auffällig ist der deutliche Zuwachs des Endenergieverbrauchs der Industrie zu Lasten der anderen beiden Bereiche in der letzten Dekade (siehe Abb. 4.4 rechts). Nominal entspricht dies einem Zuwachs von etwa 60 Prozent und ist Ausdruck einer nachholenden industriellen Entwicklung in Thüringen. Mit einem Anteil von 28 Prozent des Endenergieverbrauchs im Jahr 2010 liegt Thüringen mittlerweile im bundesdeutschen Durchschnitt [23].

Das im vorangegangenen Abschnitt für den Endenergieverbrauch abgeleitete Minderungsziel von 8 Prozent bis zum Jahr 2020 lässt sich nicht gleichmäßig auf die Energiesektoren herunterbrechen. Im Leitszenario der 2011 abgeschlossenen Leitstudie [27] wird für Deutschland von einer differenzierten Entwicklung ausgegangen: Langfristig wird ein weitgehend gleichbleibender Stromverbrauch und ein deutlich sinkender Bedarf im Wärme- und Verkehrssektor erwartet. Bis zum Jahr 2020 rechnet die Leitstudie mit einem Rückgang des Wärmebedarfs um 13 Prozent und des Treibstoffbedarfs um knapp 9 Prozent im Vergleich zu 2010. Diese Werte können jedoch nicht ohne weiteres auf Thüringen übertragen werden: auf Grund der zu erwartenden demografischen Entwicklung wird im Rahmen dieser Studie von folgenden Werten bis 2020 ausgegangen:

- Strom: Trendentwicklung ± 0 %
- Treibstoffe: Trendentwicklung -14 %
- Wärme: Reduktionspfad -8 %

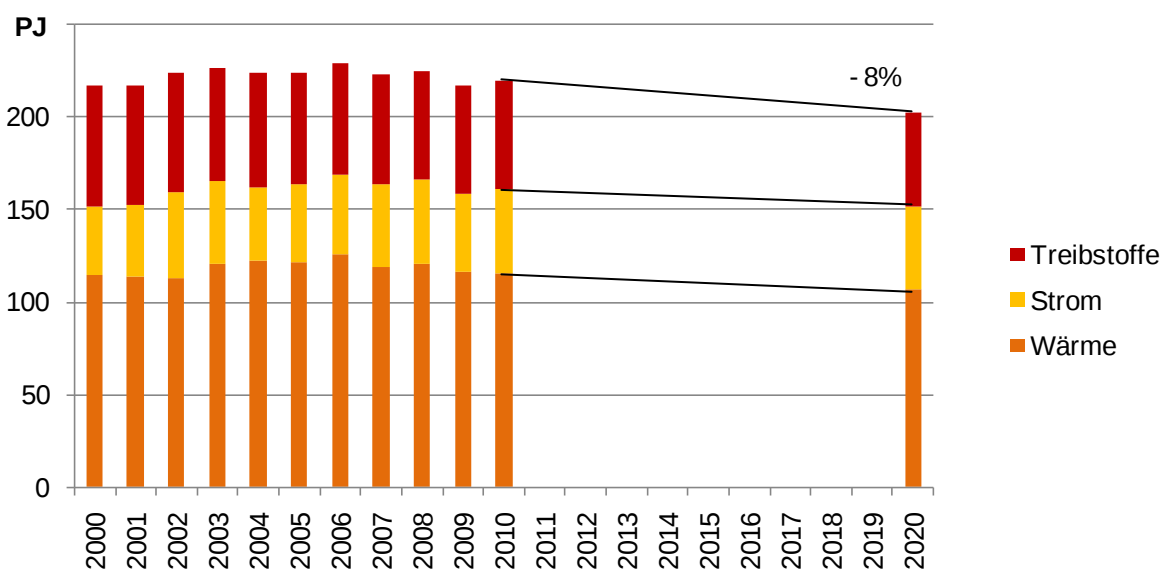


Abb. 4.5: Witterungsbereinigter Endenergieverbrauch Thüringens nach Energiesektoren

In dem folgenden Kapitel 4.3 wird auf die Ableitung und die Konsequenzen dieser Werte ausführlich eingegangen. Abbildung 4.5 zeigt den Verlauf des Endenergieverbrauchs in den Jahren 2000 bis 2010 sowie den nach Energiesektoren aufgeteilten Zielwert für das Jahr 2020. Die Berechnung des Endenergieverbrauchs wurde witterungsbereinigt vorgenommen, um klimatische Schwankungen herauszurechnen (vgl. Anhang A.2).

4.3 Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch

Im Jahr 2010 betrug der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch 18,7 Prozent. Damit liegt Thüringen deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 11,2 Prozent. Dieses Ergebnis ist vor allem auf den vergleichsweise hohen Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung zurückzuführen. Für das Jahr 2020 hat sich Thüringen einen Anteil erneuerbarer Energien von 30 Prozent zum Ziel gesetzt. Das vergleichbare Bundesziel liegt bei 18 Prozent.

Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch setzt sich aus den Beiträgen der drei Energiesektoren zusammen. Die Anteile erneuerbarer Energien betrugen 2010 am Netztostromverbrauch 23,2 Prozent, an der Wärmebereitstellung 23,6 Prozent und am Treibstoffbedarf 5,8 Prozent. Abbildung 4.6 veranschaulicht die Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch für das Jahr 2010.

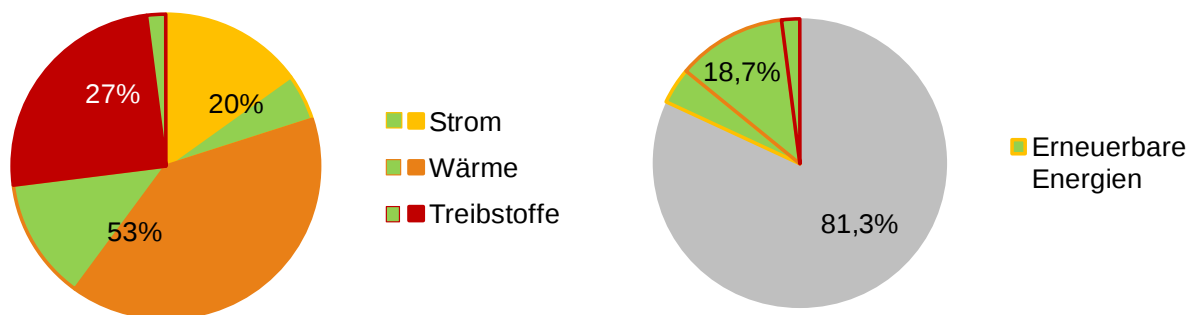


Abb. 4.6: Anteil erneuerbarer Energien an den Endenergiesektoren Strom, Wärme und Treibstoffe in Thüringen 2010.

In den folgenden Abschnitten werden der Endenergiebedarf für die einzelnen Energiesektoren sowie der jeweilige Anteil erneuerbarer Energien für das Jahr 2020 abgeleitet. Ausgangspunkt ist dabei die Reduktion des Endenergiebedarfs um 8 Prozent, ein Anteil erneuerbarer Energien am Endenergiebedarf von 30 Prozent sowie am Netto-Stromverbrauch von 45 Prozent.

Netto-Stromverbrauch

Der Netto-Stromverbrauch ist die elektrische Energie, die zur Deckung der Anforderungen der Verbraucher aus dem allgemeinen Versorgungsnetz und der Verluste in den Netzen benötigt wird. Er ergibt sich durch Summierung der Netto-Stromerzeugung in den Kraftwerken

der Elektrizitätsversorgungsunternehmen mit der Stromeinspeisung und dem Saldo des Stromaustausches über die Landesgrenzen, vermindert um den Pumpenstromverbrauch (vgl. Abb. 3.1).

Die Trendentwicklung der Jahre 2002 bis 2010 ist von einem annähernd gleichbleibenden Stromverbrauch gekennzeichnet (Abb. 4.7). Dahinter verbergen sich aber durchaus gegenläufige Entwicklungen: So ist der Stromverbrauch der Industrie tendenziell ansteigend, während er in Haushalten/GHD tendenziell zurückgeht. Im Jahr 2010 teilte sich der Stromverbrauch etwa hälftig auf die beiden Verbrauchergruppen Industrie (47 Prozent) und Haushalte/GHD (51 Prozent) auf; der Stromverbrauch des Verkehrssektors spielte mit einem Anteil von etwa 2 Prozent keine Rolle.

Ein annähernd gleichbleibender Stromverbrauch auch bei zurückgehender Einwohnerzahl zeigt, dass in der Vergangenheit Effizienzgewinne durch neue Stromanwendungen wieder aufgezehrt wurden. Es spricht viel dafür, dass sich dieser Trend auch in Zukunft fortsetzen wird. Auf die Leitstudie [27] wurde in diesem Zusammenhang bereits hingewiesen. So ist mittelfristig von dem verstärkten Einsatz elektrischer Energie in der Wärmebereitstellung (Wärmepumpen) und im Verkehrsbereich (Plug-in-Hybrid und Elektrofahrzeuge) auszugehen. In dieser Studie wird daher bis 2020 von einem gleichbleibenden, der Trendentwicklung entsprechenden Stromverbrauch in Thüringen ausgegangen.

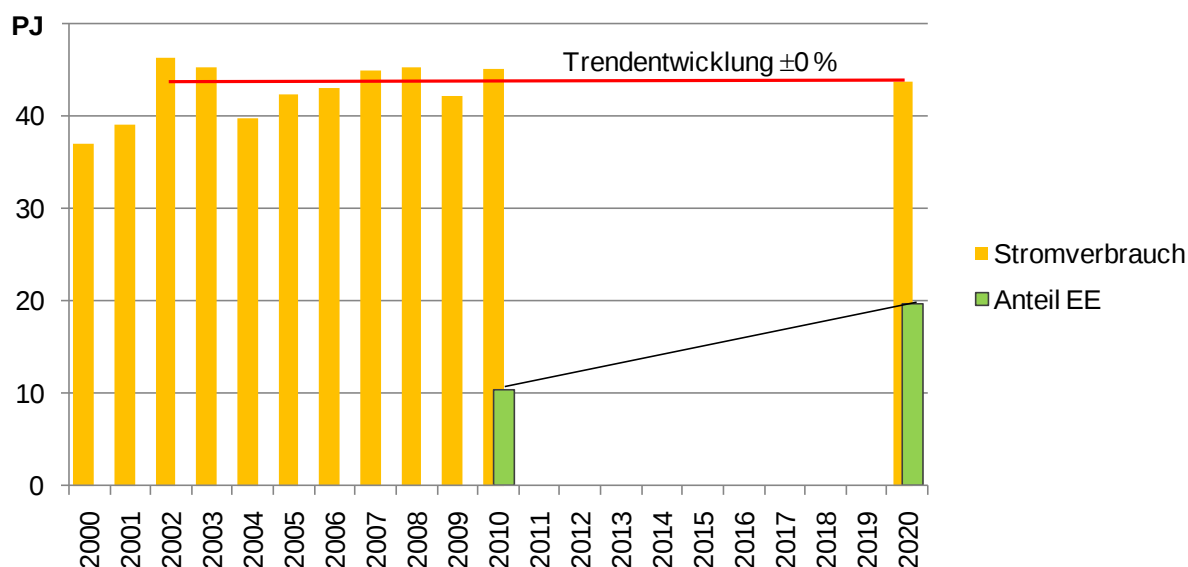


Abb. 4.7: Entwicklung des Nettostromverbrauchs in Thüringen in den Jahren 2000 – 2010 und Zielwert für 2020

Durch den gleichbleibenden Stromverbrauch entspricht die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien von derzeit 23,2 Prozent auf 45 Prozent in 2020 auch absolut einer annähernden Verdopplung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen.

Treibstoffbedarf

Der Treibstoffbedarf wird zu über 90 Prozent durch den Verkehrsbereich verursacht und setzt sich zusammen aus Kraftstoffen für Otto- bzw. Dieselmotoren sowie Flugtriebwerke. Der Kraftstoffverbrauch in Thüringen ist seit Jahren rückläufig. Dafür sind vor allem demogra-

fische Gründe verantwortlich. In der vergangenen Dekade ist die Bevölkerung in Thüringen um etwa 8 Prozent zurückgegangen. Hinzu kommen ein steigendes Durchschnittsalter sowie eine Konzentration der Bevölkerung in städtischen Kernen, die für insgesamt sinkende Mobilitätsanforderungen verantwortlich sind.

Diese Entwicklung wird in der Zukunft weiter fortschreiten. In Abbildung 4.8 sind die Bevölkerungsentwicklung und der Treibstoffbedarf der Jahre 2000 bis 2010 gemeinsam aufgetragen. Die Bevölkerungsentwicklung wird fortgesetzt durch die Ergebnisse der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung (KBV) für Thüringen bis zum Jahr 2020 [28].

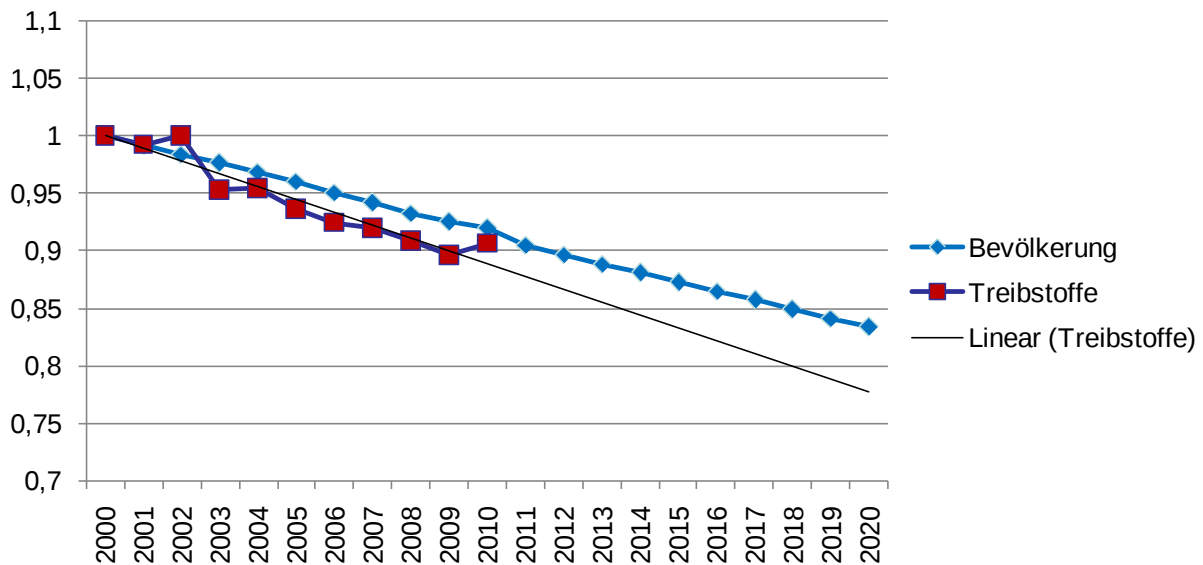


Abb. 4.8: Zusammenhang zwischen Bevölkerungsentwicklung und Treibstoffverbrauch in Thüringen in den Jahren 2000 – 2010 (Index 2000 = 100%) und Vorausrechnung bis 2020.

Die Bevölkerungsentwicklung bis 2020 folgt in sehr guter Näherung einem linearen Trend. Auch die Konzentration der Bevölkerung in den städtischen Kernen wird sich nach [28] weiter fortsetzen. Eine spürbare Substitution klassischer Motoren durch wasserstoff- oder elektrizitätsbasierte Antriebsaggregate wird bis 2020 nicht erwartet, so dass in dieser Studie von einer Entwicklung des Treibstoffverbrauchs entlang des linearen Trends ausgegangen wird. Damit wird sich der Treibstoffbedarf bis 2020 um 22 Prozent bezogen auf das Jahr 2000 verringern. Bezogen auf den realen Treibstoffverbrauch des Jahres 2010 bedeutet dies eine Verringerung um rund 14 Prozent.

Der Treibstoffbereich ist nur wenig durch landespolitische Maßnahmen beeinflussbar. Folgerichtig existieren für den Anteil erneuerbarer Energien am Treibstoffverbrauch auch keine Landesziele, so dass das Erreichen des für Deutschland verbindlichen EU-Zieles von 10 Prozent erneuerbare Energien im Jahr 2020 sicherlich eine obere Abschätzung darstellt (siehe dazu Kap. 4.6).

Abbildung 4.9 zeigt die Entwicklung des Treibstoffbedarfs in Thüringen und die Zielwerte für das Jahr 2020. Durch den sinkenden Treibstoffbedarf entspricht die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien von derzeit 5,7 Prozent auf 10 Prozent in 2020 absolut einer Steigerung von 51 Prozent der Kraftstoffproduktion aus erneuerbaren Energiequellen.

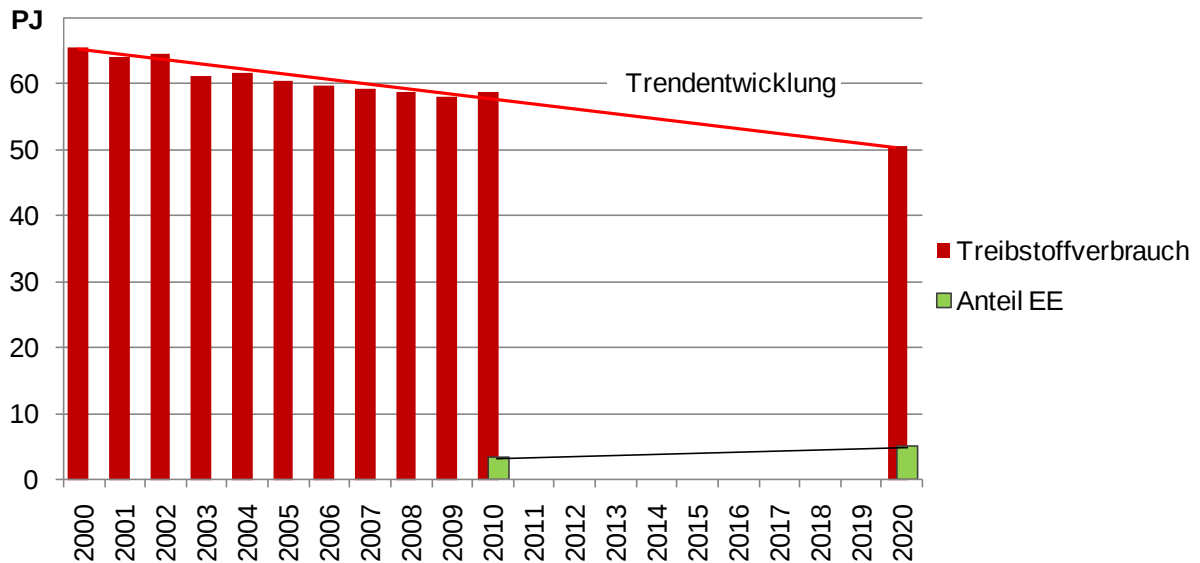


Abb. 4.9: Entwicklung des Treibstoffbedarfs in Thüringen in den Jahren 2000 – 2010 und Zielwerte für 2020.

Wärmebedarf

Der witterungsbereinigte Wärmebedarf in Thüringen ist in der vergangenen Dekade weitgehend konstant geblieben. Dadurch werden jedoch zwei gegenläufige Entwicklungen verdeckt: Während der Wärmebedarf von privaten Haushalten und Gewerbe auch in Folge der demografischen Entwicklung im Mittel um 1,2 Prozent pro Jahr gesunken ist, stieg der Wärmebedarf der Industrie um durchschnittlich 4,8 Prozent pro Jahr an. 2010 macht der Raum- und Prozesswärmebedarf der Industrie bereits 36 Prozent des gesamten Wärmeverbrauchs aus (Abb. 4.10).

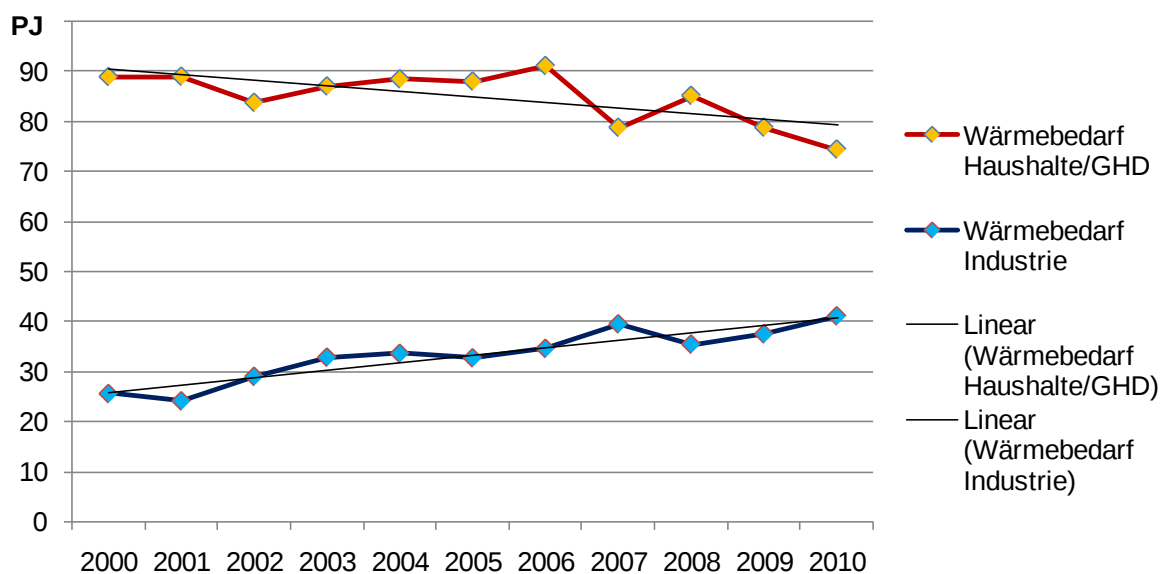


Abb. 4.10: Entwicklung des Wärmebedarfs in Thüringen in den Bereichen Industrie und Haushalte/GHD.

4. Indikatoren und Zielwerte

Aus der in den vorangegangenen Abschnitten diskutierten Entwicklung des Strom- und Treibstoffverbrauchs folgt, dass der Wärmebedarf bis zum Jahr 2020 vermindert werden muss, wenn das Ziel einer Reduktion des Endenergieverbrauchs erreicht werden soll. Aus den Zielwerten für den Stromverbrauch (± 0 Prozent) und den Treibstoffbedarf (-14 Prozent) ergibt sich ein Reduktionsziel von 8 Prozent im Wärmebereich für das Jahr 2020. Diese wird angesichts der Entwicklung des industriellen Wärmebedarfs (Abb. 4.10) überwiegend durch die Sektoren Haushalte und GHD aufgebracht werden müssen.

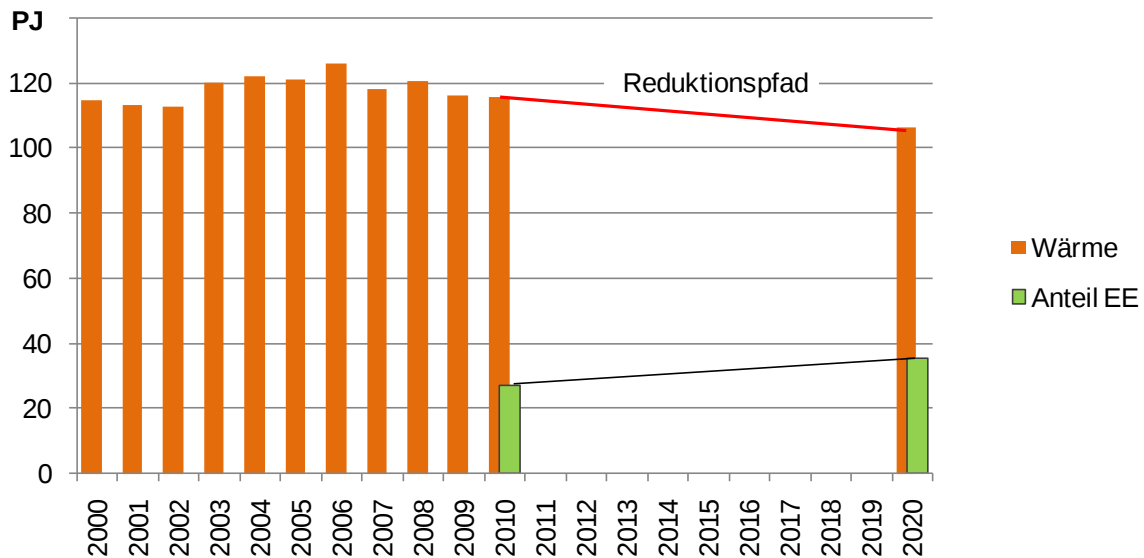


Abb. 4.11: Entwicklung des witterungsbereinigten Wärmebedarfs in Thüringen in den Jahren 2000 – 2010 und Zielwerte für 2020.

Abbildung 4.11 zeigt die Entwicklung des witterungsbereinigten Wärmebedarfs in Thüringen. Der Zielwert für das Jahr 2020 weicht von der langjährigen Trendentwicklung ab, wenngleich seit 2006 ein sinkender Wärmebedarf zu verzeichnen ist. Der einzuschlagende Reduktionspfad wird daher nicht ohne zusätzliche Anstrengungen zu erreichen sein.

Für den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung gibt es kein explizites Ausbauziel der Landesregierung. Jedoch lässt sich aus dem Ausbauziel für den Endenergieverbrauch und den Zielwerten für den Stromverbrauch (45 Prozent) und den Treibstoffbedarf (10 Prozent) ein notwendiger Anteil von 33,4 Prozent erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung für das Jahr 2020 errechnen.

Empfehlungen

Der Erfolg der Energie- und Klimapolitik in Thüringen (und auch in Deutschland) wird wesentlich von den Fortschritten im Wärmebereich abhängen. Dies betrifft gleichermaßen die Senkung des Raumwärmebedarfs, den effizienten Einsatz von Prozesswärme und den Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmebereich.

Aufgrund der Bedeutung des Wärmebereichs mit einem Anteil von über 50 Prozent am Endenergieverbrauch wird empfohlen, diesen zu einen zentralen Handlungsfeld der Landespolitik zu machen. Einige konkrete Empfehlungen sind in Kapitel 4.5 aufgeführt.

Zusammenfassung

Fasst man die Ergebnisse in den drei Energiesektoren Strom, Wärme und Treibstoffe wieder zusammen, so ergibt sich für das Jahr 2020 das in Abbildung 4.12 dargestellte Bild.

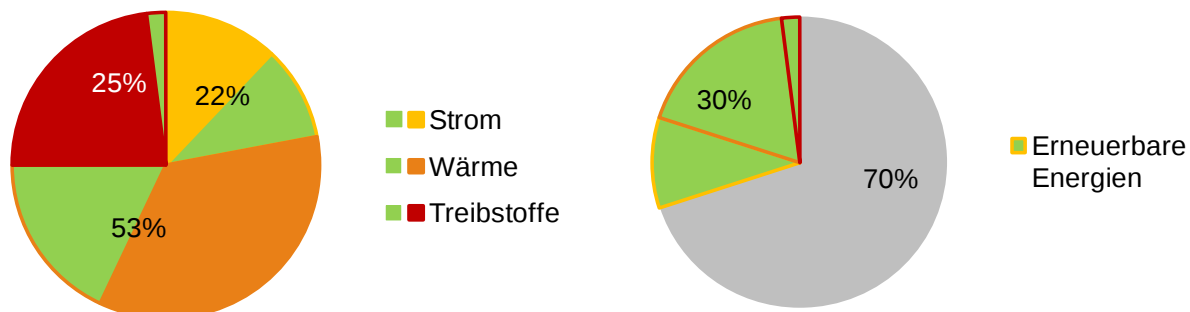


Abb. 4.12: Anteil erneuerbarer Energien an den Endenergiesektoren Strom, Wärme und Treibstoffe in Thüringen 2020.

Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch erhöht sich, wenn der fossile Endenergieverbrauch sinkt und/oder die Erzeugung aus erneuerbaren Energien ansteigt. Das Erreichen des Ausbauziels von 30 Prozent hängt von beiden Faktoren gleichermaßen ab. Da nicht von einem sinkenden Strombedarf ausgegangen werden kann, betreffen die Minderungsziele vor allem den Wärme- und den Treibstoffsektor. Während im Treibstoffsektor angesichts der demografischen Entwicklung bereits mit einem deutlichen Rückgang des Energiebedarfs gerechnet werden kann, ist im Wärmesektor ein aktiver Reduktionspfad einzuleiten. Auf den Ausbau der erneuerbaren Energien in den drei Endenergiesektoren wird in den folgenden Kapiteln detailliert eingegangen.

In Abbildung 4.13 sind die absoluten Energiemengen zusammengestellt, die den prozentualen Anteilen aus den Abbildungen 4.6 und 4.12 entsprechen.

	Zielwert 2020	Istwert 2010
Endenergieverbrauch (witterungsbereinigt)	201,5	219,0
Anteil EE am Endenergieverbrauch	60,4	41,0
Netto-Stromverbrauch	43,7	44,9
Anteil EE am Netto-Stromverbrauch	19,7	10,4
Wärmeverbrauch (witterungsbereinigt)	106,2	115,4
Anteil EE am Wärmeverbrauch	35,5	27,2
Treibstoffbedarf	50,5	58,7
Anteil EE am Treibstoffbedarf	5,1	3,4

Abb. 4.13: Endenergieverbrauch in PJ, aufgeteilt in die Sektoren Strom, Wärme (witterungsbereinigt) und Treibstoffe sowie des Anteils erneuerbarer Energien.

4.4 Anteil erneuerbarer Energien am Netto-Stromverbrauch

In den vergangenen Jahren ist der Anteil regenerativer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland kontinuierlich angestiegen. 2011 (2010) betrug ihr Anteil 20,3 (17,1) Prozent [29]. Die Bundesregierung hat sich bis zum Jahr 2020 einen Anstieg auf 35 Prozent und für den Zeitraum von 2020 bis 2050 einen linearen Anstieg auf 80 Prozent als Ziel gesetzt [20]. Thüringen hat sich mit seiner Zielstellung von 45 Prozent im Jahr 2020 ein ambitioniertes Ziel gesetzt; 2011 (2010) lag der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung allerdings bereits bei etwa 28 (23,2) Prozent [43].

Der gesetzliche Rahmen wurde bisher vor allem durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gebildet, das als Markteinführungsprogramm zunächst von einer vollständigen Aufnahme der durch regenerativen Energieträger bereitgestellten elektrischen Energie durch das Verbundnetz ausgegangen ist. Der bereits heute erreichte Anteil macht jedoch eine aktive Beteiligung regenerativer Energien an Systemdienstleistungen – wie der Bereitstellung von Regenergie – erforderlich. Die Weiterentwicklung des als Markteinführungsprogramm außerordentlich erfolgreichen EEG ist derzeit politisch umstritten. [40]

70 Prozent der 2011 in Deutschland erzeugten elektrischen Energie aus erneuerbaren Energien wurde durch Windkraft, Photovoltaik und Wasserkraft bereitgestellt, die restlichen 30 Prozent entfielen auf unterschiedliche Biomassetchnologien bzw. Deponie- und Klärgas. In Thüringen dominierte trotz des Zubaus von Windkraft- und Photovoltaikanlagen weiter die Biomasse (Abb. 4.14).

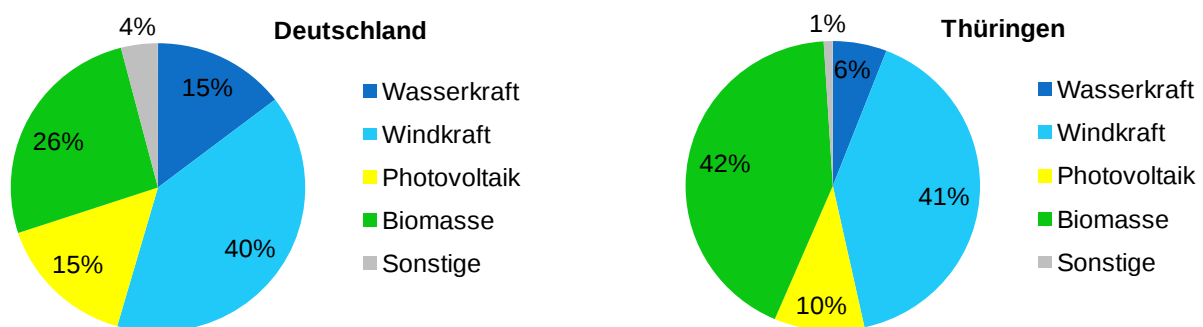


Abb. 4.14: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland [29] und Thüringen 2011.

Thüringen hat 2011 mit dem Bestands- und Potenzialatlas [30] eine umfangreiche Untersuchung der Potenziale erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich sowie verschiedene Ausbauszenarien vorgelegt. Im *Referenzszenario* wurde ein „business as usual“-Verhalten modelliert, d.h. von einer Fortsetzung der bisherigen Energiepolitik ausgegangen. Bis auf die Ausschöpfung der bestehenden Vorranggebiete bei der Windkraft sowie der Ausweisung zusätzlicher Konzentrationsflächen für das Repowering außerhalb der Vorranggebiete liegender Bestandsanlagen wurde keine auf Thüringen angepasste Strategie angesetzt. Vielmehr wurde bei der Nutzung des Solarpotenzials im Strom- und Wärmebereich sowie bei wärmepumpengestützten Anlagen der bundesdeutsche Trend übernommen. Dies betrifft im Wesentlichen die zu erwartenden Verordnungen zur Energieeinsparung und eine

mäßige, preisgetriebene Einführung erneuerbarer Energien, wie sie im Referenzszenario der Leitstudie angenommen wurden [27]. Im *ambitionierten Szenario* wurde eine auf Thüringen angepasste Strategie der Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern simuliert. Die Reduktionsstrategie geht einher mit dem deutlichen Ausbau erneuerbarer Energien und einer erheblichen Senkung der Emissionen von Treibhausgasen. Die Berechnungen gehen davon aus, dass bis zum Szenarienhorizont 2050 die Hälfte des regenerativen Potenzials im Stadtraum ausgeschöpft sein wird; die Potenziale der Wind- und Wasserkraft sowie der Biomasse werden bis zum Jahr 2050 vollständig ausgeschöpft sein. Gleichzeitig wurde in dem ambitionierten Szenario dem Bestands- und Denkmalschutz im Landschaftsraum, den Aspekten der Ökologie und des Landschaftsbildes Rechnung getragen. So wurden z.B. für Windkraftstandorte außerhalb der bereits ausgewiesenen Vorrangflächen nur Waldgebiete ohne Schutzstatus zusätzlich berücksichtigt.

Bereits im Potenzialatlas wurde dargestellt, dass das Landesziel von 45 Prozent erneuerbare Energien bis 2020 bei einem Ausbau entlang des Referenzszenarios erreichbar ist. Abbildung 4.15 zeigt die Entwicklung der erneuerbaren Energien im Strombereich in den vergangenen Jahren sowie den Ausbau gemäß dem Referenzszenario.

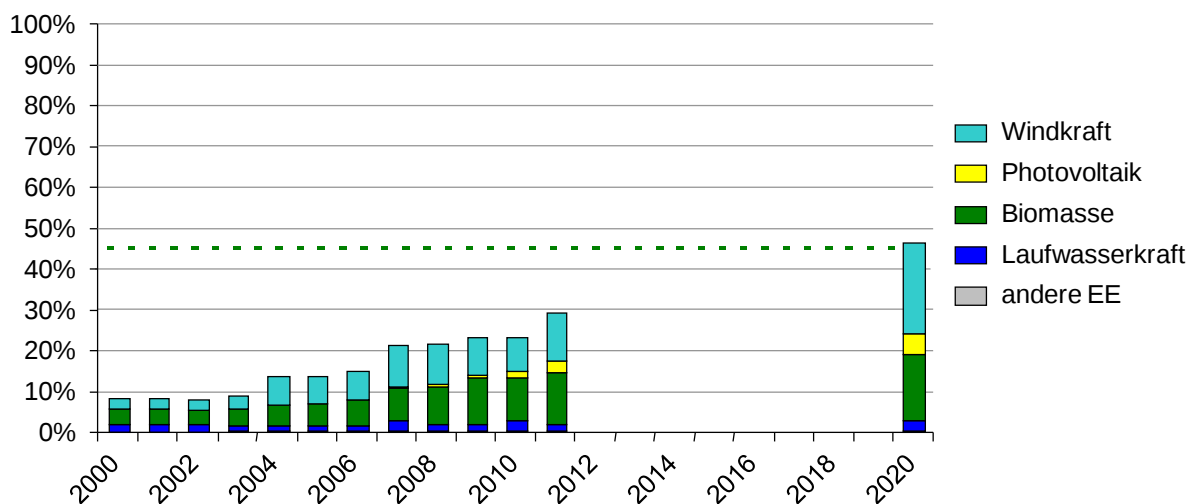


Abb. 4.15: Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien im Strombereich in Thüringen und Ausbau im Jahr 2020 nach dem Referenzszenario, nach [30].

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Berechnungen bestätigen die Ergebnisse des Potenzialatlas. Legt man die im Potenzialatlas im Rahmen des Referenzszenarios berechnete Entwicklung der erneuerbaren Energien zugrunde, so ergeben sich die folgenden Zubaunotwendigkeiten bis 2020:

- 2,0-fache Stromerzeugung aus Windkraft im Vergleich zu 2011
- 2,7-fache Stromerzeugung aus Photovoltaik im Vergleich zu 2011
- 1,3-fache Stromerzeugung aus Biomasse im Vergleich zu 2011

Nominal wird die Windkraft im Jahr 2020 den größten Beitrag zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien leisten und bereits in wenigen Jahren die Biomasse abgelöst haben. Dies setzt einerseits eine konsequente Nutzung der vorhandenen Windvorranggebiete voraus. Andererseits sind bereits jetzt kontinuierlich weitere Vorranggebiete auszuweisen, um einen Ausbau der Windkraft über 2020 hinaus zu ermöglichen. Die im Potenzialatlas [30] im

Rahmen des ambitionierten Szenarios untersuchten Flächen (windhöfliche Gebiete unter Berücksichtigung geltender Restriktionen und Abstandsregelungen, Waldgebiete ohne Schutzstatus) bieten dafür gute Voraussetzungen. Die Entwicklung der Photovoltaik wird stark von der zukünftigen Gestaltung des EEG abhängen, so dass die im Potenzialatlas angenommene Potenzilausschöpfung u.U. nicht erreicht werden kann. Eine Steigerung der Stromerzeugung aus Biomasse ist nur über eine effizientere Nutzung und die Einbeziehung unkonventioneller Fraktionen wie z.B. Stroh zu erreichen.

Empfehlungen

Die Ziele der Landesregierung im Strombereich sind nur bei einem fortgesetzten Ausbau der erneuerbaren Energien erreichbar. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Ausbau der Windkraft zu. Daher sollten einerseits die vorhandenen Windvorrangflächen konsequent zu Windkraftstandorten entwickelt werden. Andererseits sollte dort, wo der Einzelfall dies zulässt und ein breiter lokaler Konsens besteht, auch außerhalb von Windvorrangflächen der Ausbau der Windkraft über von den Gemeinden betriebene Abweichungsverfahren vom Regionalplan befördert werden. Für einen weiteren Ausbau der Windkraft über 2020 hinaus sind bereits jetzt die dafür benötigten Flächen als Windvorranggebiete auszuweisen.

Die Thüringer Biomassepotenziale sind bis auf wenige Fraktionen weitgehend ausgeschöpft. Diese Fraktionen – allen voran das Stroh – gilt es zu erschließen. Die bestehenden technischen Probleme einer energetischen Nutzung sollten durch gezielte Förderprogramme angegangen werden.

4.5 Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch

Der Anteil regenerativer Energieträger am Endenergieverbrauch für Wärme (Raum- und Prozesswärme, Warmwasser sowie Kühlenergie) hat sich in den vergangenen Jahren deutschlandweit zwar schrittweise erhöht, blieb dabei aber hinter dem Wachstum der regenerativen Energien im Strombereich zurück. 2011 (2010) betrug ihr Anteil 11,0 (10,7) Prozent [29]. Um das Ausbauziel der Bundesregierung von 14 Prozent im Jahr 2020 zu erreichen, wurde 2008 das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz novelliert und die Förderung auch auf den Neubau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sowie des Neu- und Ausbaus von Wärmenetzen, in die Wärme aus KWK-Anlagen eingespeist wird, ausgeweitet. Mit dem 2008 verabschiedeten und 2011 novellierten Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) wurde versucht, ein Markteinführungsprogramm zumindest für den Neubaubereich zu schaffen. [40]

Bei der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nimmt die Nutzung von Biomasse in fester, flüssiger oder gasförmiger Form mit über 85 Prozent eine dominierende Rolle ein. Dadurch werden dynamische Entwicklungen in anderen Bereichen verdeckt: So nahm von 2000 bis 2012 die Wärmeerzeugung aus Solarkollektoren jährlich zwischen 10 und 15 Prozent zu. Im Neubaubereich nehmen Wärmepumpen, die Erd- bzw. Umweltwärme einbinden inzwischen einen Anteil von knapp 30 Prozent ein [31].

Thüringen weist mit 23,6 Prozent im Jahr 2010 einen mehr als doppelt so großen Anteil erneuerbare Energien im Wärmebereich auf als der Bundesdurchschnitt. Dies ist einerseits auf eine starke Nutzung von Brennholz zur Deckung des Raumwärmebedarfs zurückzuführen; andererseits wirken sich einzelne Produktionsbetriebe – wie beispielsweise das Zellstoffwerk Blankenstein – in der Statistik besonders stark aus. Auch in Thüringen dominiert die Biomasse alle anderen Energieoptionen (Abb. 4.16). Solar- und Geothermie sind im bundesdeutschen Vergleich unterrepräsentiert, auf damit u.U. zusammenhängende statistische Probleme wurde bereits im Kapitel 3 hingewiesen.

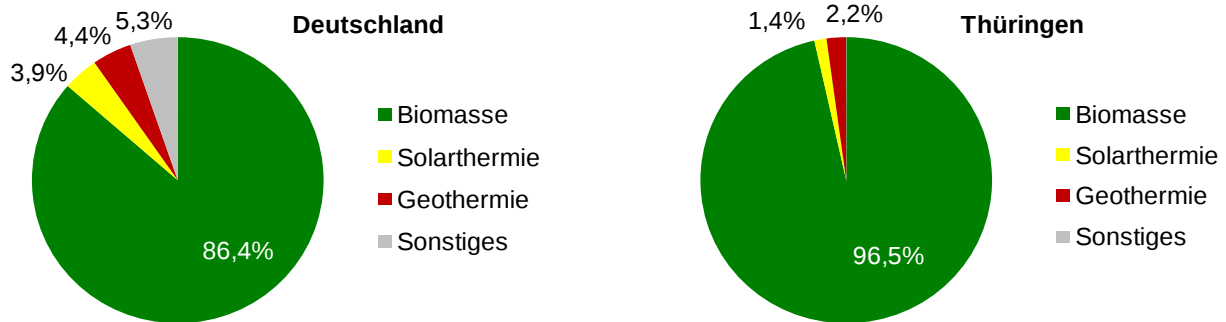


Abb. 4.16: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland [29] und Thüringen 2010

Legt man die im Referenzszenario des Potenzialatlas angenommene Entwicklung zu Grunde [30], so ergeben sich die folgenden Zubaunotwendigkeiten bis 2020:

- 3,2-fache Wärmebereitstellung aus Solarthermie im Vergleich zu 2010
- 5,0-fache Wärmebereitstellung aus Geothermie im Vergleich zu 2010
- gleichbleibende Wärmebereitstellung aus Biomasse im Vergleich zu 2010

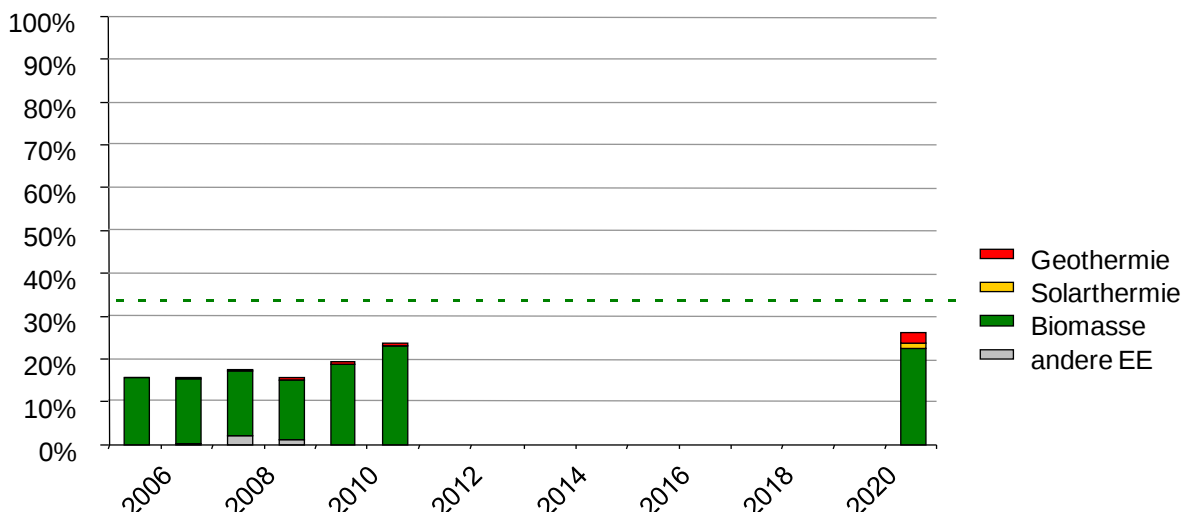


Abb. 4.17: Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien im Wärmebereich in Thüringen und Ausbau im Jahr 2020 nach dem Referenzszenario, nach [30].

Bezogen auf den voraussichtlichen Wärmebedarf in 2020 ergibt sich damit ein Anteil von knapp 28 Prozent und damit deutlich weniger, als die in Kapitel 4.3 als Zielwert abgeleiteten

33,4 Prozent (Abb. 4.17). Dieses Ziel ist nur mit deutlichen zusätzlichen Anstrengungen zu erreichen. Diese müssen sich, wie im ambitionierten Szenario des Potenzialatlas dargestellt, vor allem auf

- die Senkung des flächenspezifischen Raumwärmebedarfs,
- die Erhöhung der Energieeffizienz und
- den Ausbau der erneuerbaren Energien

konzentrieren.

Thüringen weist bereits heute einen vergleichsweise hohen Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung auf. Dieser wird fast ausschließlich durch Biomasse aufgebracht. Die damit korrespondierenden Biomassepotenziale in Thüringen sind praktisch ausgeschöpft. Im Bereich der Raumwärme dominieren dabei Kleinf Feuerungsanlagen mit einer Leistung unter 100 kW, so dass durch eine zentrale Biomassefeuerung und die Wärmeverteilung über bereits vorhandene Nah- oder Fernwärmenetze deutliche Effizienzgewinne möglich sind. Die Potenziale der Solarthermie sowie der Erd- und Umgebungswärme werden bisher in Thüringen nur unzureichend genutzt.

Empfehlung

Dezentrale Solarthermieranlagen zur Brauchwassererwärmung können bei Mehrfamilienhäusern wirtschaftlich betrieben werden und fossile Energieträger ersetzen. Für diesen Bereich der Wärmebereitstellung wird daher ein „Solarthermie-Initiative“ der Landesregierung zusammen mit der Thüringer Wohnungswirtschaft angeregt. Ebenfalls besteht bei der Bereitstellung solarer Prozesswärme ein großes, auch wirtschaftlich erschließbares Potenzial [40].

Im Raumwärmebereich ist annähernd jeder Gebäudeeigentümer als Akteur auf dem Wärmemarkt tätig und trifft eigenständige Entscheidungen über Investitionen sowie die Art und Effizienz des Wärmeerzeugers. Daraus hat sich eine heterogene Erzeugungsstruktur ergeben, in der neben der Fernwärme die dezentrale Nutzung von Erdgas und Heizöl dominiert. Eine gute Datenbasis bilden die 2012 bzw. 2013 erschienenen Thüringer Gebäudereporte: sowohl der Wohngebäude- als auch der Nicht-Wohngebäudebestand wurden darin hinsichtlich der Wärmeerzeugung und energetischen Effizienz analysiert. Die Ergebnisse beider Studien sind öffentlich zugänglich [32,33].

Rechtliche Vorgaben zur Energieeffizienz in Gebäuden (EnEV, EEWärmeG) beziehen sich derzeit nur auf Neubauten oder grundlegende Sanierungen. Aufgrund der äußerst geringen Neubau- und Sanierungsrate in Thüringen haben diese keine Auswirkungen auf den Raumwärmebedarf. Nach dem EEWärmeG sind die Bundesländer und Kommunen ermächtigt, über das Bundesgesetz hinausgehende Anforderungen für Neubauten und den Gebäudebestand zu definieren. Bisher hat nur Baden-Württemberg von dieser Regelung Gebrauch gemacht und ein eigenes Landes-EEWärmeG verabschiedet. Es wird daher empfohlen, auch in Thüringen mittels landesrechtlicher Regelungen und im Vorgriff auf entsprechende Bundesregelungen (Gebäudesanierungsfahrplan in der EnEV2020) Energieeffizienzmaßnahmen auf den Gebäudebestand auszudehnen.

Empfehlung

Im Thüringer Wohngebäudereport [32] wurden Maßnahmen für den Gebäudebestand und die Wärmenetz-Infrastruktur abgeleitet. Auf dieser Grundlage wird in Thüringen derzeit der Entwurf eines Thüringer EEWärme-Gesetzes diskutiert, dessen Verabschiedung empfohlen wird. Darüber hinaus sollten durch landesrechtliche Regelungen Belange der Energieeffizienz von Gebäuden gegenüber Belangen des Denkmalschutzes aufgewertet werden.

4.6 Anteil erneuerbarer Energien am Treibstoffbedarf

Bei der Frage nach der Zukunft der Mobilität konkurrieren derzeit Konzepte, die auf Verbrennungsmotoren basieren, aber veränderte Kraftstoffstrategien verfolgen und Konzepte, die auf Elektromotoren basieren und unterschiedliche Speichertechnologien verfolgen. Von der Automobilindustrie werden diese sehr verschiedenen Ansätze weitgehend parallel verfolgt. Eine technologische Richtungsentscheidung steht noch aus. [40]

Auf dem Markt verfügbar sind derzeit fast ausschließlich Verbrennungsmotoren, die auf der Basis von Biokraftstoffen arbeiten. Der Anteil der Biokraftstoffe ist in den vergangenen Jahren zwar z.T. sprunghaft angestiegen, jedoch zeigt sich an dem im Jahr 2008 erfolgten Einbruch die Bedeutung einer förderpolitischen Konstanz. Der in Abbildung 4.18 dargestellte Biokraftstoffverbrauch für das Jahr 2011 setzt sich zu etwa 73 Prozent aus Biodiesel, zu 26 Prozent aus Bioethanol und zu 1 Prozent aus Pflanzenöl zusammen.

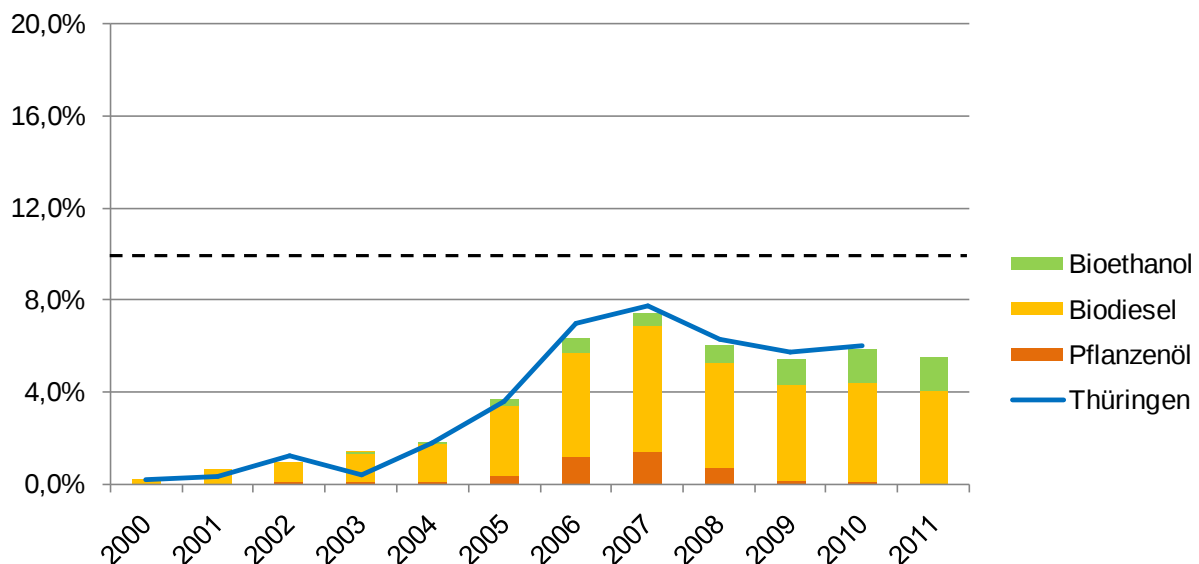


Abb. 4.18: Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Treibstoffbedarf in Deutschland und Thüringen.

In dem Ende 2005 von der EU-Kommission veröffentlichten Biomasse-Aktionsplan wurde als europaweite Zielvorgabe ein Anteil der Biokraftstoffe von 5,25 Prozent für das Jahr 2010

festgelegt [34]. Ergänzend wurden eine Reihe nationaler Maßnahmenpakete verabschiedet, die dem Thema Biokraftstoffe einen erheblichen Schub verliehen. So wurde in Deutschland zwischen den Jahren 2000 - 2007 ein durchschnittliches Wachstum von 40 Prozent pro Jahr erzielt. Die Befreiung von der Mineralölsteuer wirkte als effiziente energiepolitische Maßnahme und führte zu umfangreichen Neuinvestitionen in Anlagen zur Erzeugung von Biokraftstoffen. Gleichzeitig wurden zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Gewinnung synthetischer Kraftstoffe aus Biomasse angestoßen.

Seit dem Jahr 2008 hat sich das Klima für Biokraftstoffe deutlich abgekühlt. Ursache hierfür ist insbesondere eine veränderte Förderpolitik in Deutschland, die anstelle der Mineralölsteuerbefreiung von Reinkraftstoffen die Beimischungspflicht zu fossilen Kraftstoffen präferiert: Die Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe wurde schrittweise bis 2011 aufgehoben, gleichzeitig wurde eine jährlich steigende Beimischungsquote für Diesel- und Ottokraftstoffe eingeführt.

In der EU hat gemäß der 2009 verabschiedeten Erneuerbare-Energien-Richtlinie bis 2020 der Einsatz von 10 Prozent erneuerbaren Energien im Verkehrssektor zu erfolgen [35]. Ein Großteil dieses Ziels soll durch den Einsatz von Biokraftstoffen erreicht werden. In Deutschland schreibt das Biokraftstoffquotengesetz [36] in Verbindung mit dem Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen bis zum Jahr 2014 eine Biokraftstoffquote von 6,25 Prozent vor.

Der Anteil erneuerbarer Energien am Treibstoffverbrauch in Thüringen lag in den letzten Jahren immer geringfügig über dem Bundesdurchschnitt (siehe Abb. 4.18). Dies ist auf ein abweichendes Verbrauchsverhalten in Thüringen im Verhältnis zwischen Diesel- und Ottokraftstoff zurückzuführen. Abbildung 4.19 zeigt den Anteil des in Thüringen produzierten Biokraftstoffs am gesamten Biokraftstoffbedarf des Landes. Die extremen Schwankungen sind dabei nicht auf die landwirtschaftliche Produktion der Bioenergieträger, sondern auf die physikalisch-chemischen Umwandlungskapazitäten zurückzuführen.

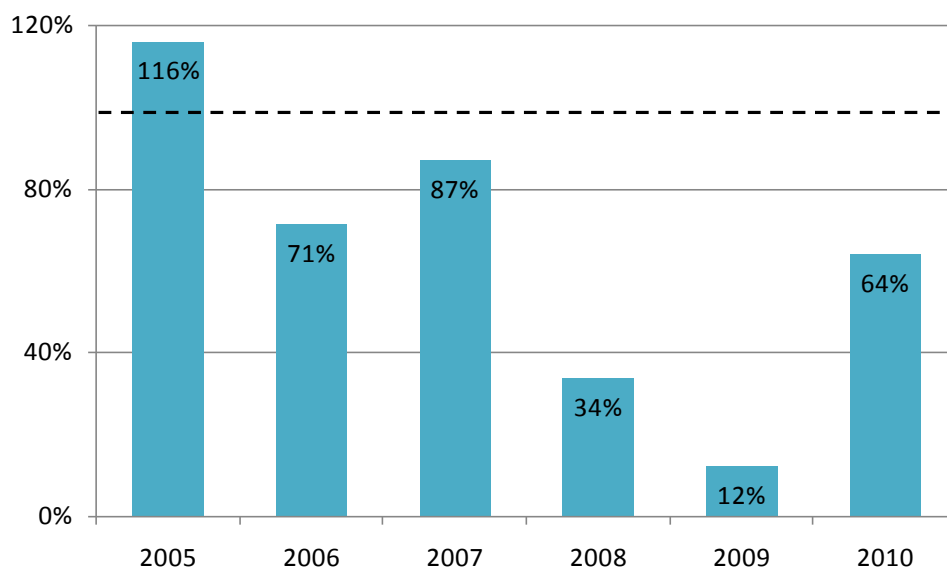


Abb. 4.19: Entwicklung des Eigenversorgungsgrads bei Biokraftstoffen in Thüringen [14-19].

4.7 Energiebedingter CO₂-Ausstoß

Im weltweiten Maßstab tragen die energiebedingten CO₂-Emissionen mit über 50 Prozent den größten Anteil zum anthropogenen Treibhauseffekt bei. Als energiebedingte CO₂-Emissionen bezeichnet man den Ausstoß von Kohlendioxid, das durch die Umwandlung von Energieträgern in elektrische und/oder thermische Energie freigesetzt wird. In Deutschland werden die energiebedingten CO₂-Emissionen der Bundesländer in einem standardisierten Verfahren jährlich vom Länderarbeitskreis Energiebilanzen anhand der sogenannten *Quellenbilanz* ermittelt. Basierend auf der Primärenergiebilanz des Landes wird der Verbrauch von fossilen Energieträgern mit brennstoffspezifischen Emissionsfaktoren bewertet. Diese Faktoren werden vom Bundesumweltamt einheitlich zur Verfügung gestellt. In der Quellenbilanz wird Importstrom allerdings nicht berücksichtigt, so dass Thüringen als Netto-Stromimporteur bei den absoluten Emissionswerten bevorzugt würde.

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie Thüringens findet daher die *Verursacherbilanz* Anwendung, welche sich methodisch auf den Endenergieverbrauch bezieht. Die Anrechnung der dem Endverbrauch zuzurechnenden Emissionsmenge erfolgt auf Grundlage des Brennstoffverbrauchs aller Stromerzeugungsanlagen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland, der mit einem verallgemeinerten Emissionsfaktor bewertet wird. Die Verursacherbilanz ermöglicht damit keine Aussage über die Gesamtmenge des in dem betrachteten Land emittierten Kohlendioxids, sondern erlaubt direkte Rückschlüsse auf das Verbrauchsverhalten der Endenergieverbraucher und den dadurch verursachten Beitrag zu den CO₂-Emissionen.

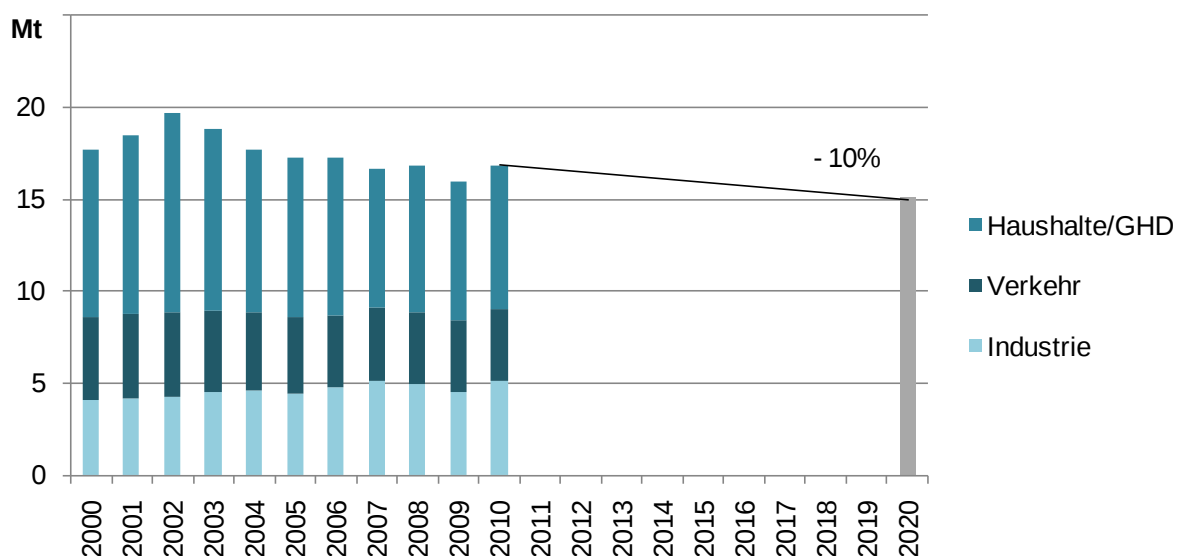


Abb. 4.20: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Thüringen und Zielwert 2020.

Thüringen hat sich eine Reduzierung des energiebedingten CO₂-Ausstoßes von 10 Prozent in der Dekade von 2010 bis 2020 zum Ziel gesetzt. In der vorangegangenen Dekade von 2000 bis 2010 wurden die durch Thüringen verursachten CO₂-Emissionen um 5,2 % verringert. Angesichts der fortschreitenden Energiewende und der die Bereiche Verkehr bzw. private Haushalte/GHD betreffenden demografischen Entwicklung erscheint das Reduktionsziel realistisch.

4.8 Qualitative Indikatoren

Neben den in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen quantitativen Indikatoren, sollen im Folgenden auch eine Reihe qualitativer Aspekte des Energiewandels für Thüringen diskutiert werden.

Netz- und Speicherinfrastruktur

Wie bereits im Kapitel 3 dargestellt, importiert Thüringen einen Großteil seines Strombedarfs. In Abbildung 4.21 sind für das Hochspannungsnetz des Verteilnetzbetreibers TEN (Thüringer Energienetze) der Lastverlauf sowie die gesamte Netzeinspeisung aus fossilen und erneuerbaren Energien im Netzgebiet dargestellt. Man erkennt, dass bisher nur zu wenigen Ausnahmezeitpunkten – hier die Weihnachtsfeiertage und das Jahresende – die Einspeisung die Netzentnahme übertroffen hat. Ein weiterer Ausbau der erneuerbaren Energien wird also zunächst nicht zu einer Belastung der Übertragungsnetze aus dem Verteilnetz führen, sondern den regionalen Energiebedarf decken.

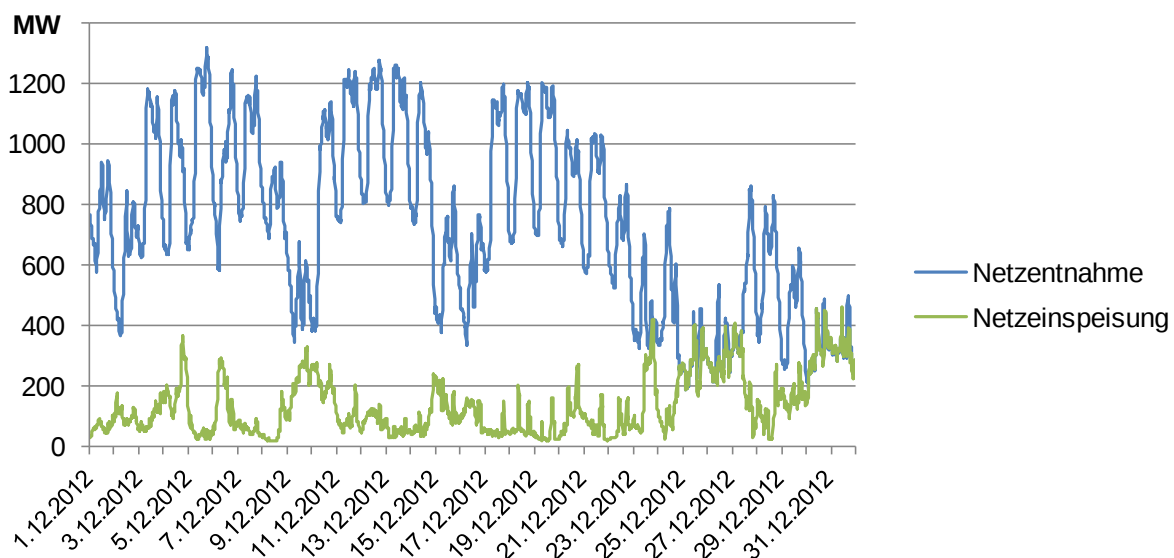


Abb. 4.21: Viertelstundenwerte des Lastverlaufs (Netzentnahme) und der Netzeinspeisung des Hochspannungsnetzes des Verteilnetzbetreibers TEN im Dezember 2012 [44].

Im Übertragungsnetzbereich bildet Thüringen eine geografische Schnittstelle zwischen den Erzeugungsschwerpunkten im Nordosten und Verbrauchsschwerpunkten im Süden Deutschlands und ist insofern auch Stromtransitland. Um dieser Aufgabe auch zukünftig gerecht werden zu können, wurde bereits in der ersten dena-Netzstudie [45] für Thüringen ein Ausbau des Höchstspannungsnetzes zwischen Vieselbach und Redwitz als vordringlich beschrieben. Im Rahmen der zweiten dena-Netzstudie [46] wurde ein darüber hinausgehender Ausbaubedarf ermittelt, der jedoch nicht auf konkrete Trassen spezifiziert wurde.

Dem Ausbau von Energiespeichern kommt im Zuge der Energiewende eine herausgehobene Bedeutung zu. Gerade auf Grund seiner geografischen Lage an der Schnittstelle zwischen Erzeugungs- und Verbrauchsschwerpunkten und seiner geologischen Voraussetzun-

gen bietet sich Thüringen als Standort unterschiedlicher Speichersysteme an. Eine erste Evaluation dazu ist mit dem 2011 veröffentlichten Pumpspeicherkataster bereits erfolgt [47].

Empfehlung

Thüringen bietet mit seinen Salzlagerstätten und Altbergwerken auch zahlreiche potentielle Standorte für Erdgasspeicher und/oder Druckluftspeicherkraftwerke (CAES). Es wird daher empfohlen, eine Evaluation auch für diese beiden Varianten einer Energiespeicherung vorzunehmen.

Regional-ökonomische Effekte der Energiewende

Der Ausbau der erneuerbaren Energien wirkt sich ökonomisch einerseits durch die in den Regionen vorgenommenen Investitionen für Planung, Errichtung und Betrieb von Energieerzeugungsanlagen aus. Auf die nach Technologien differenzierte Entwicklung in den Planungsregionen wird im folgenden Kapitel eingegangen. Andererseits werden über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) Zahlungsströme generiert. Dabei sind die durch die Thüringer Energieverbraucher im Rahmen der EEG-Umlage abfließenden Zahlungsströme mit der Einspeisevergütung für die in Thüringen erzeugte Energie zu verrechnen. In Tabelle 4.1 sind diese Zahlungsströme für die vergangenen vier Jahre dargestellt.

Tab. 4.1: EEG-Zahlungsströme für Thüringen in Mio. €, nach [48]

	2009	2010	2011	2012
Mittelzufluss (EEG-Nettovergütung)	302	328	354	335
Mittelabfluss (EEG-Umlage)	292	304	343	325
Saldo	+10	+24	+11	+10

Man sieht, dass für Thüringen ein annähernd ausgewogenes Verhältnis zwischen Mittelzu- und -abfluss besteht. Dies wird sich jedoch nur dann aufrecht erhalten lassen, wenn der Ausbau erneuerbarer Energien in Thüringen mit der bundesdeutschen Entwicklung Schritt hält. Ein im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt beschleunigter Ausbau der erneuerbaren Energien führt zu einer Verbesserung des EEG-Saldos und damit positiven regional-ökonomischen Effekten – sofern die Investoren in die Erzeugungsanlagen in Thüringen ansässig sind. Letzteres ist insbesondere bei kleinen und mittleren Photovoltaikanlagen, Biogasanlagen sowie bei Projekten der Fall, die von kommunalen Energieversorgern oder Energiegenossenschaften finanziert werden.

Entwicklung der Energiepreise

Die Entwicklung der Energiepreise lässt sich nur wenig durch die Landespolitik beeinflussen, da die Energiemärkte und ihre Regulierung bundesweit organisiert sind. Daher stehen hier bundesweite Trends oder Entwicklungen im Vordergrund, für die beispielsweise auf das Energiemonitoring der Bundesregierung verwiesen wird [23,24]. Grundsätzlich gibt es deutschlandweit einen vergleichbaren Kostentrend, der jedoch von regionalen Preisdifferenzen gekennzeichnet ist. Die Strompreise für Haushaltskunden liegen in Ostdeutschland etwa ein Prozent über denen in Westdeutschland. Dabei existieren deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern: während Mecklenburg-Vorpommern mit durchschnitt-

lich 28,9 Ct/kWh das unteren Ende der Skala markiert, befinden sich Thüringen und Brandenburg mit 30,5 bzw. 30,7 Ct/kWh am oberen Ende [49]. Ähnliche regionale Unterschiede sind auch auf dem Gasmarkt zu verzeichnen, so dass sich in Verbindung mit der im Ländervergleich niedrigeren Kaufkraft für ostdeutsche Bundesländer eine überdurchschnittlich hohe Energiekostenquote ergibt.

Thüringer Energiepolitik im bundesdeutschen und europäischen Kontext

Wie bereits in Kapitel 2 dargestellt wurde, greift die Thüringer Energiepolitik nationale und internationale Zielsetzungen auf. Auf EU-Ebene sind dies die *20-20-20-Ziele*, die bis zum Jahr 2020 die Mitgliedsstaaten verpflichten die Treibhausgasemissionen um mindestens 20 Prozent zu reduzieren, eine Steigerung der Energieeffizienz um 20 Prozent anzustreben sowie einen Anteil von durchschnittlich 20 Prozent erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch zu erreichen. Die Europäische Kommission eröffnete Anfang 2013 mit dem Grünbuch *Ein Rahmen für die Energie- und Klimapolitik bis 2030* die Diskussion über die Weiterentwicklung der 20-20-20-Ziele [50]. Darin wird die Notwendigkeit einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 Prozent bis zum Jahr 2050 betont und daraus ein gemeinschaftlicher Zielwert von 40 Prozent für das Jahr 2030 abgeleitet. Damit korrespondiert ein Ausbauziel von 30 Prozent am Endenergieverbrauch für die erneuerbaren Energien. Im Eckpunktepapier der Bundesregierung [20] sind für den Zeitraum bis 2050 bereits konkrete Minderungs- und Ausbauziele niedergelegt. Eine Zusammenstellung der Ausbauziele ist in Tabelle 4.2 enthalten

Tab. 4.2: Ausbauziele für erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch bis 2050

	2010 (Istwert)	2020	2030	2050
Thüringen	18,7 %	30 %	–	–
Deutschland	11,6 %	18 %	30 %	60 %
EU	12,5 %	20 %	(30 %)	–

Auf die Landesziele bis zum Jahr 2020 und die Ist-Situation in Thüringen wurde im Rahmen des vorliegenden Monitoringberichts ausführlich eingegangen. Die Fortschreibung der energie- und klimapolitischen Landesziele zumindest bis 2030 sollte frühzeitig und koordiniert sowohl unter den Bundesländern als auch bezüglich der Bundesziele erfolgen.

Empfehlung

Auch über 2020 hinaus sollte sich Thüringen angesichts seiner Energiepotentiale ehrgeizige aber realistische Ausbauziele für den Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch setzen. Dies kann beispielsweise durch eine Orientierung an den zur Erreichung der Bundesziele notwendigen Zubauraten geschehen.

5. Die Entwicklung in den Regionen

5.1 Photovoltaik

Der Ausbau der Photovoltaik in Thüringen hat in den letzten fünf Jahren zu einer Vervielfachung der installierten Leistung geführt. Die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten lagen etwas über dem Bundesdurchschnitt (Abb. 5.1). Damit gelang es Thüringen, hinsichtlich des Photovoltaikausbaus zum Bundesdurchschnitt aufzuschließen. Entsprechende Vergleichswerte sind in Tabelle 5.1 zusammengestellt. Die Ende 2012 insgesamt installierte Leistung betrug 795 MW.

Tab. 5.1: Photovoltaikausbau in Deutschland 2012, nach [37].

Ausbaugeschwindigkeit 2007 - 2012	51 % /a
Leistung pro Einwohner	0,41 kW/EW
Leistung pro Fläche	0,91 kW/ha

Die installierte Leistung bezogen auf die Einwohner der Planungsregionen liegt im Bundesdurchschnitt (Abb. 5.2), die flächenbezogenen Werte liegen jedoch um den Faktor 2 darunter (Abb. 5.3). Der Ausbaustand und die Ausbaugeschwindigkeit sind in den vier Planungsregionen vergleichbar.

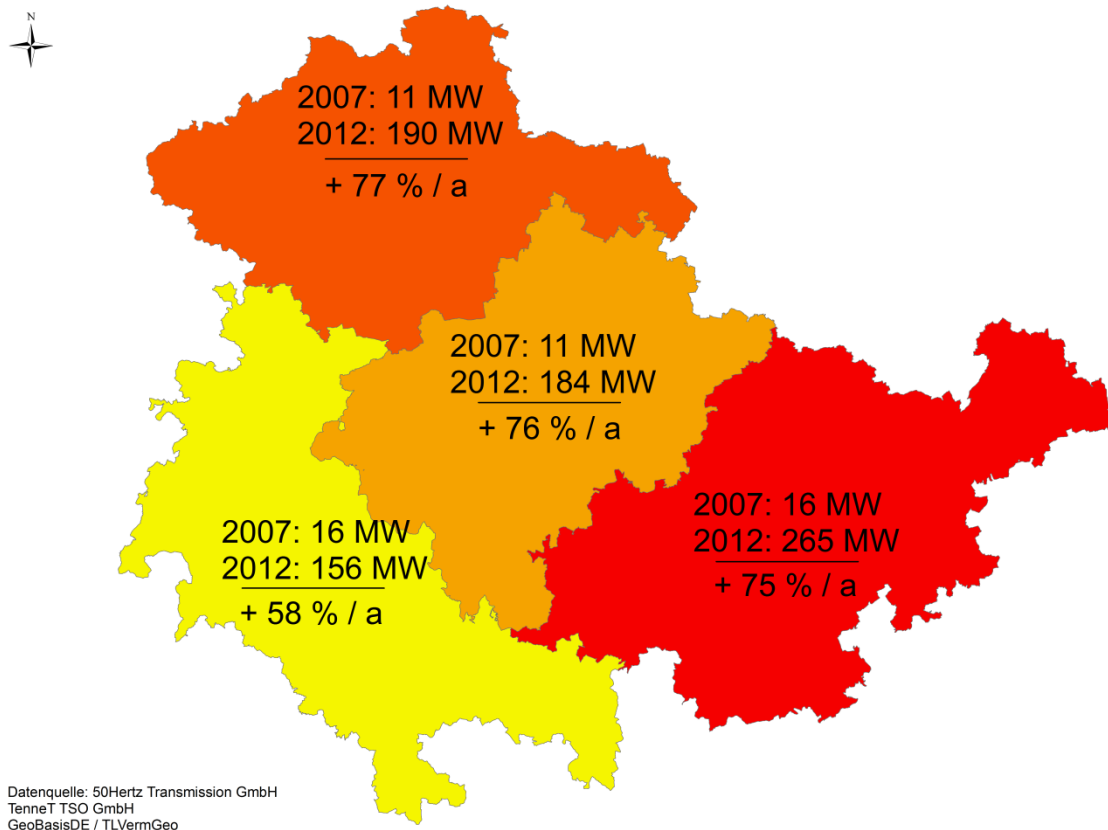


Abb. 5.1: Installierte Photovoltaikleistung in den Planungsregionen 2007 und 2012.

5. Die Entwicklung in den Regionen

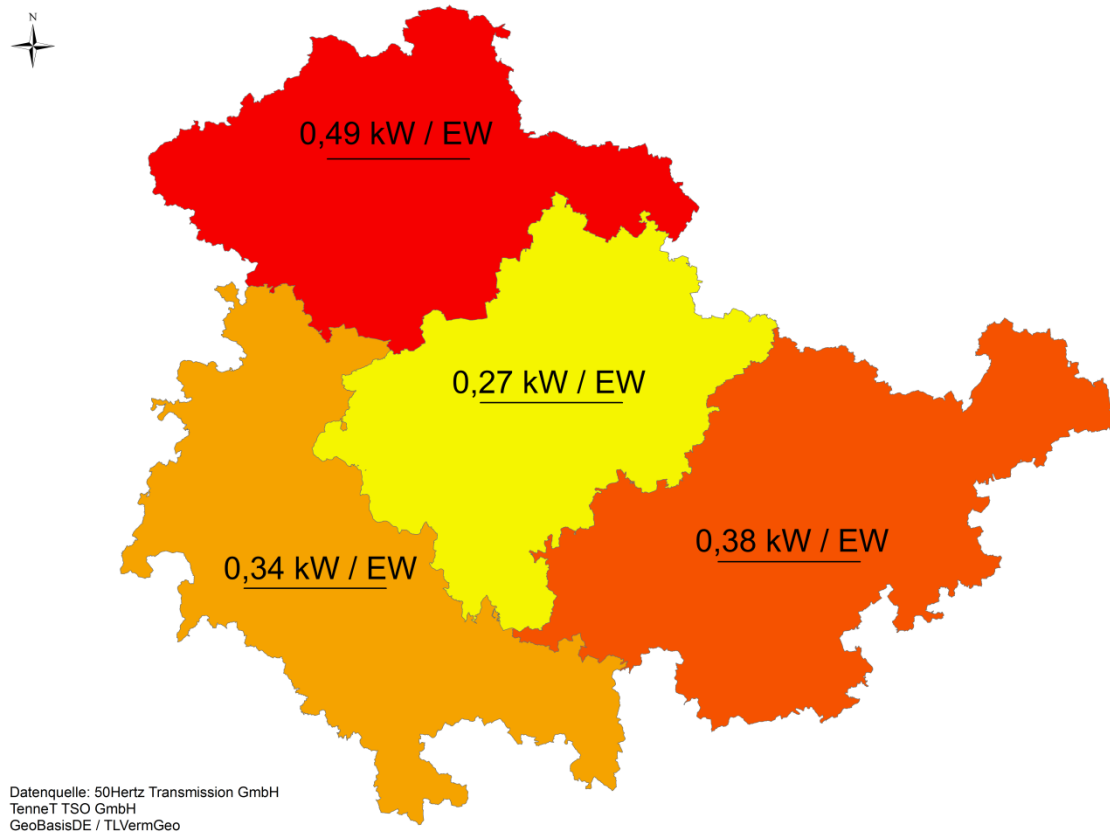


Abb. 5.2: Installierte Photovoltaikleistung je Einwohner in den Planungsregionen 2012.

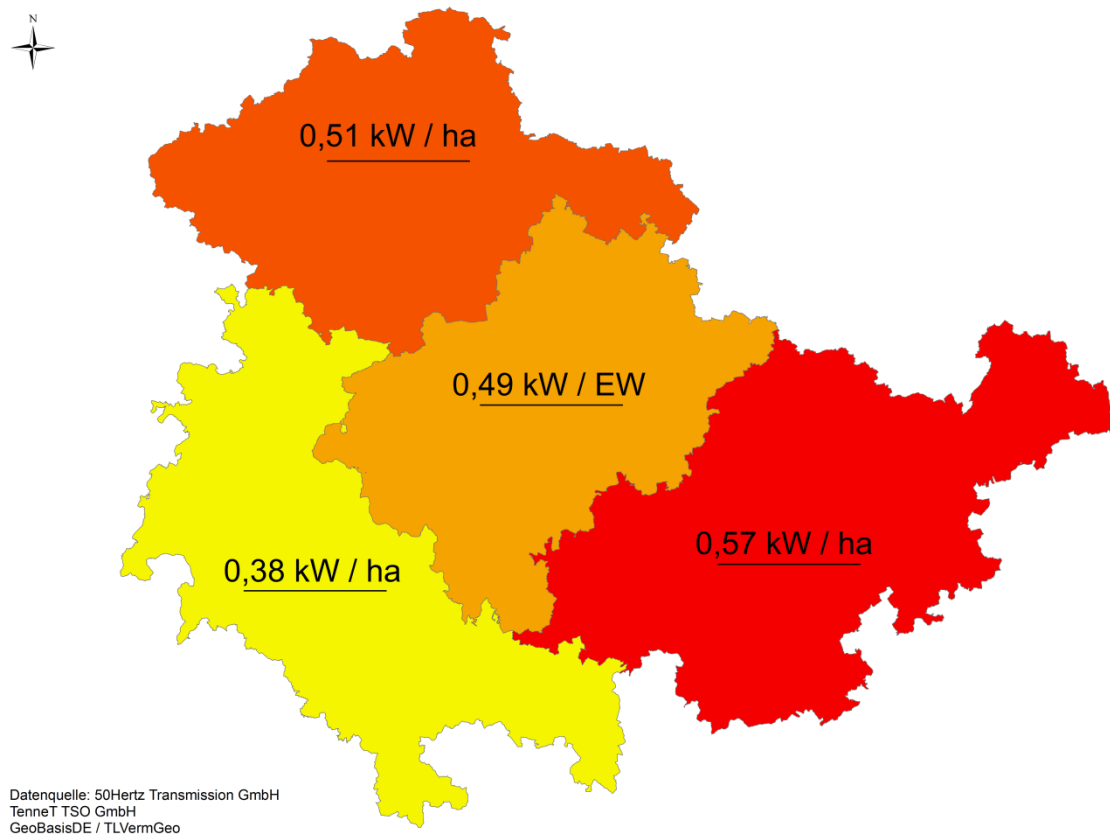


Abb. 5.3: Installierte Photovoltaikleistung je ha Grundfläche in den Planungsregionen 2012.

5.2 Windkraft

Der Ausbau der Windkraft in Thüringen erfolgte in den letzten fünf Jahren in einer dem bundesdeutschen Durchschnitt vergleichbaren Geschwindigkeit (Abb. 5.4). Die Ende 2012 insgesamt installierte Leistung betrug 915 MW. Bezieht man diesen Wert auf die Landesfläche, so ergibt sich mit 0,57 kW/ha ein gut ein Drittel niedrigerer Wert als im Bundesdurchschnitt. Entsprechende Vergleichswerte sind in Tabelle 5.2 zusammengestellt.

Tab. 5.2: Windkraftausbau in Deutschland 2012, nach [37].

Ausbaugeschwindigkeit 2007 - 2012	7 % /a
Leistung pro Einwohner	0,39 kW/EW
Leistung pro Fläche	0,88 kW/ha

Die Abbildungen 5.4 und 5.5 zeigen bereits deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Planungsregionen. In Abbildung 5.6 ist die installierte Leistung bezogen auf die Fläche der in den Planungsregionen ausgewiesenen Windvorranggebiete dargestellt. Geht man von einer typischen Flächenbelegung von 300 kW/ha für einen Windkraftstandort aus, so ergibt sich für die Planungsregion Ostthüringen bereits eine weitgehende Ausschöpfung der zur Verfügung stehenden Flächen. Dagegen weisen die Vorrangflächen in Südwest-, Mittel- und Nordthüringen erst eine Inanspruchnahme von knapp 60 Prozent auf.

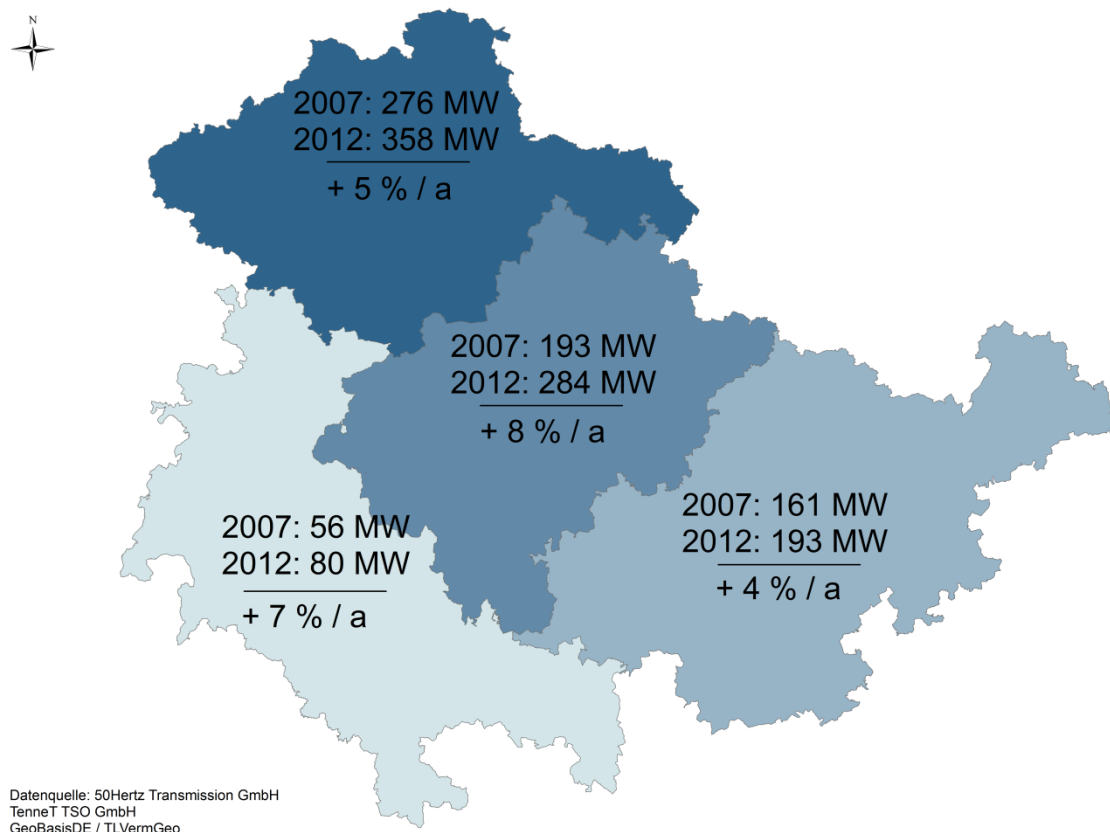


Abb. 5.4: Installierte Windkraftleistung in den Planungsregionen 2007 und 2012.

5. Die Entwicklung in den Regionen

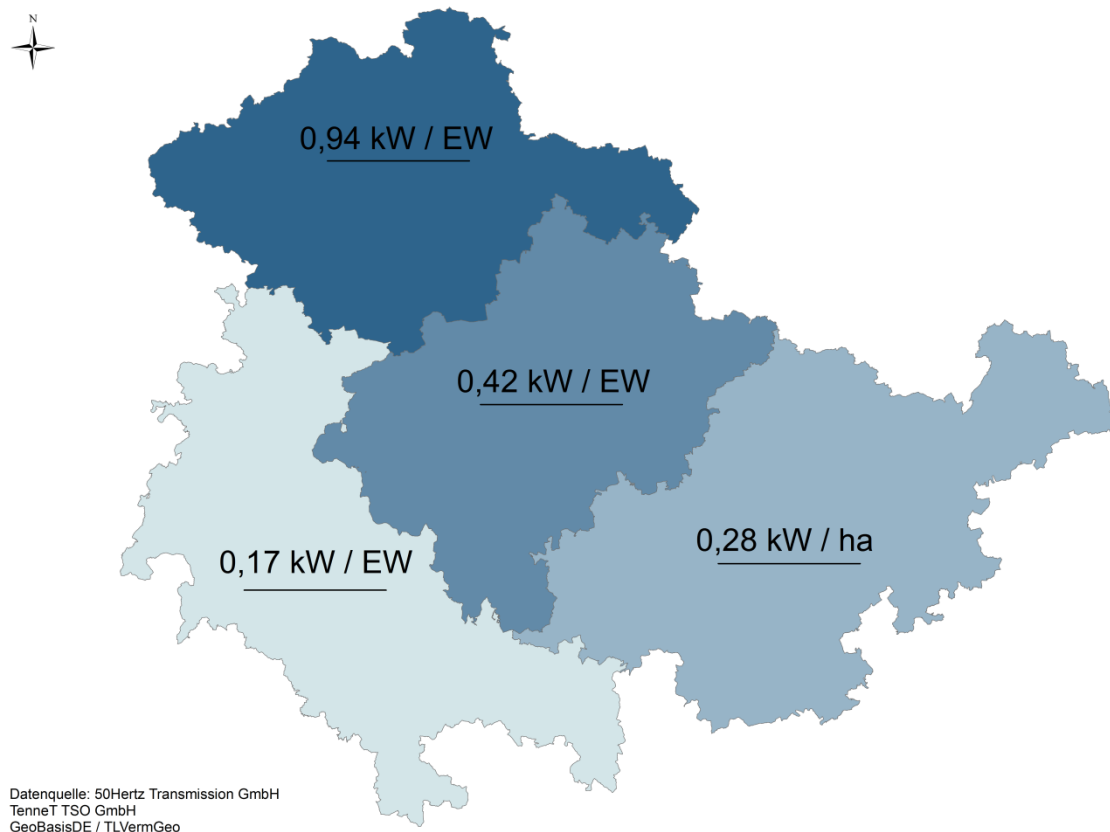


Abb. 5.5: Installierte Windkraftleistung je Einwohner in den Planungsregionen 2012.

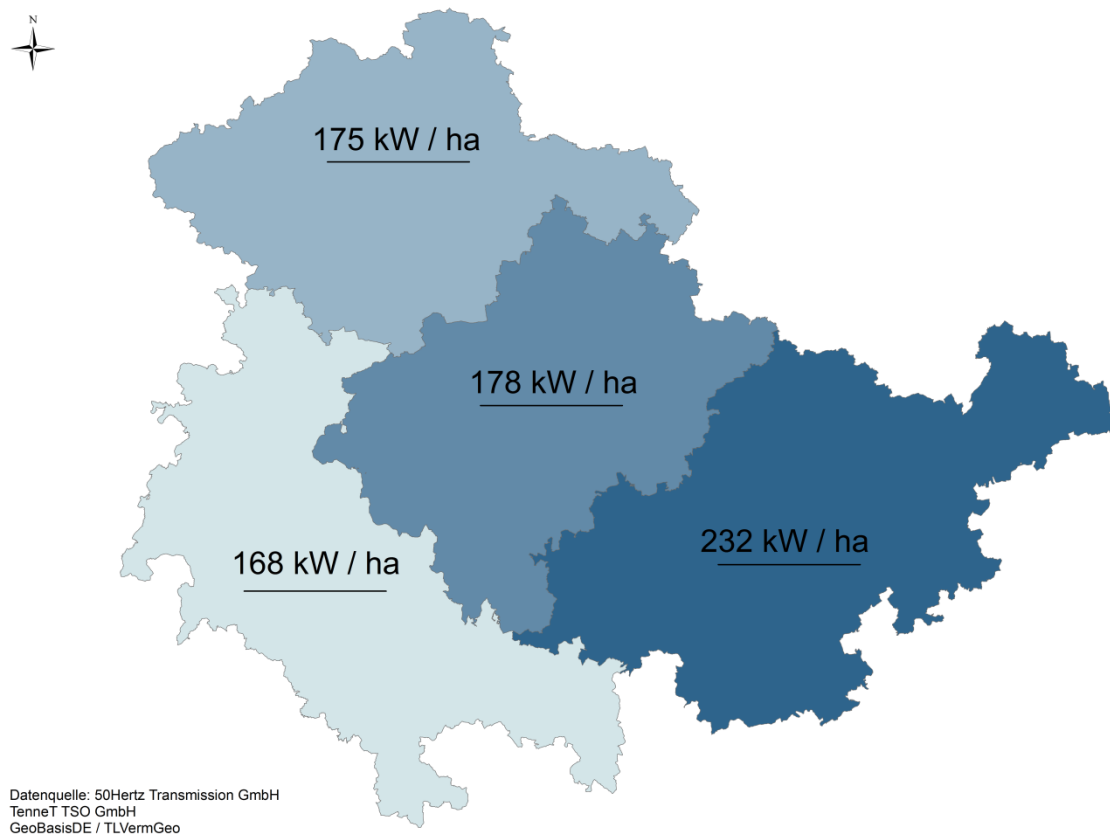


Abb. 5.6: Installierte Windkraftleistung je ha Windvorranggebiet in den Planungsregionen 2012.

5.3 Biomasse

Dieses Kapitel fasst die unterschiedlichen Optionen zur Stromerzeugung mittels biogener Festbrennstoffe, biogener flüssiger Brennstoffe und Biogas zusammen. Der Ausbau der Bioenergie zur Stromerzeugung in Thüringen erfolgte in den letzten fünf Jahren in einer dem bundesdeutschen Durchschnitt vergleichbaren Geschwindigkeit (Abb. 5.7). Die Ende 2012 insgesamt installierte Leistung betrug 227 MW; davon entfallen alleine 28 MW auf das Zellstoffwerk Blankenstein (Ostthüringen) und 20 MW auf das Biomassekraftwerk Bischofferode (Nordthüringen). Vergleichswerte der bundesdeutschen Entwicklung sind in Tabelle 5.3 zusammengestellt.

Tab. 5.3: Bioenergieausbau in Deutschland 2012, nach [37].

Ausbaugeschwindigkeit 2007 - 2012	11,8 % /a
Leistung pro Einwohner	0,07 kW/EW
Leistung pro landwirtschaftlicher Nutzfläche	0,33 kW/ha

Sieht man von der besonderen Situation in Ostthüringen ab, so sind der Ausbaustand und die Ausbaugeschwindigkeit in den vier Planungsregionen vergleichbar.

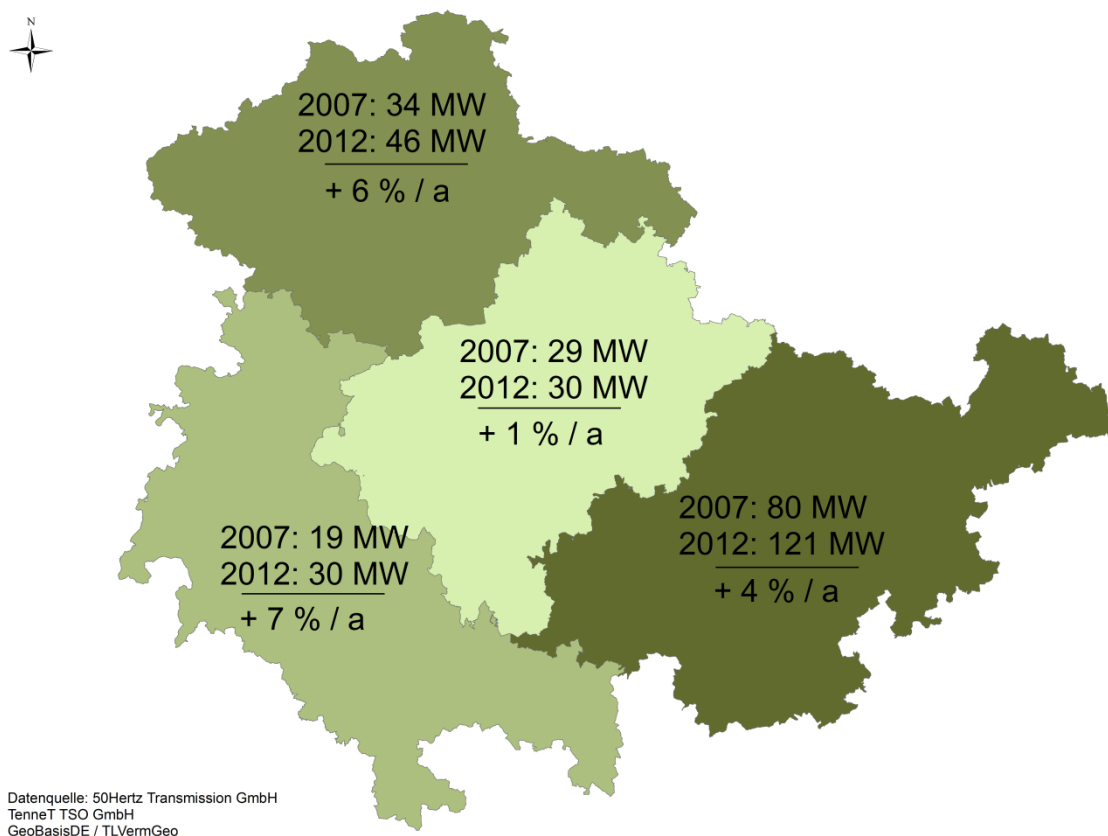


Abb. 5.7: Installierte Bioenergieleistung in den Planungsregionen 2007 und 2012.

5. Die Entwicklung in den Regionen

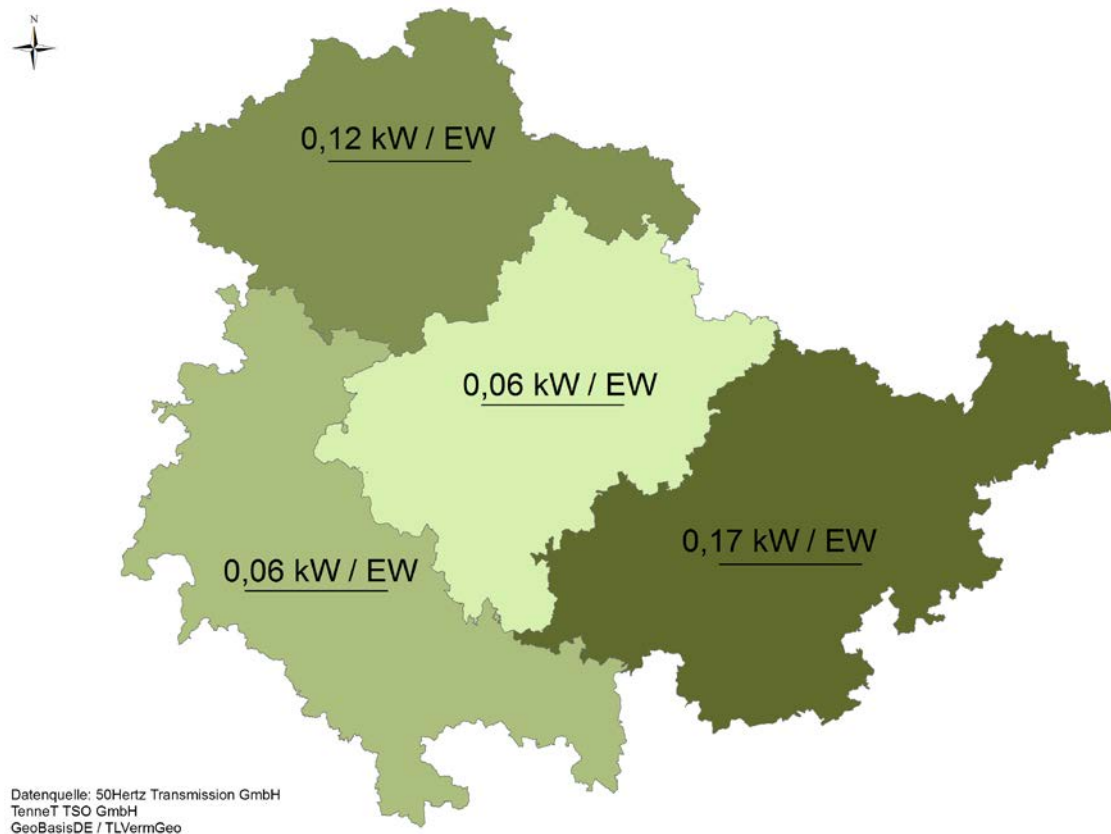


Abb. 5.8: Installierte Bioenergieleistung je Einwohner in den Planungsregionen 2012.

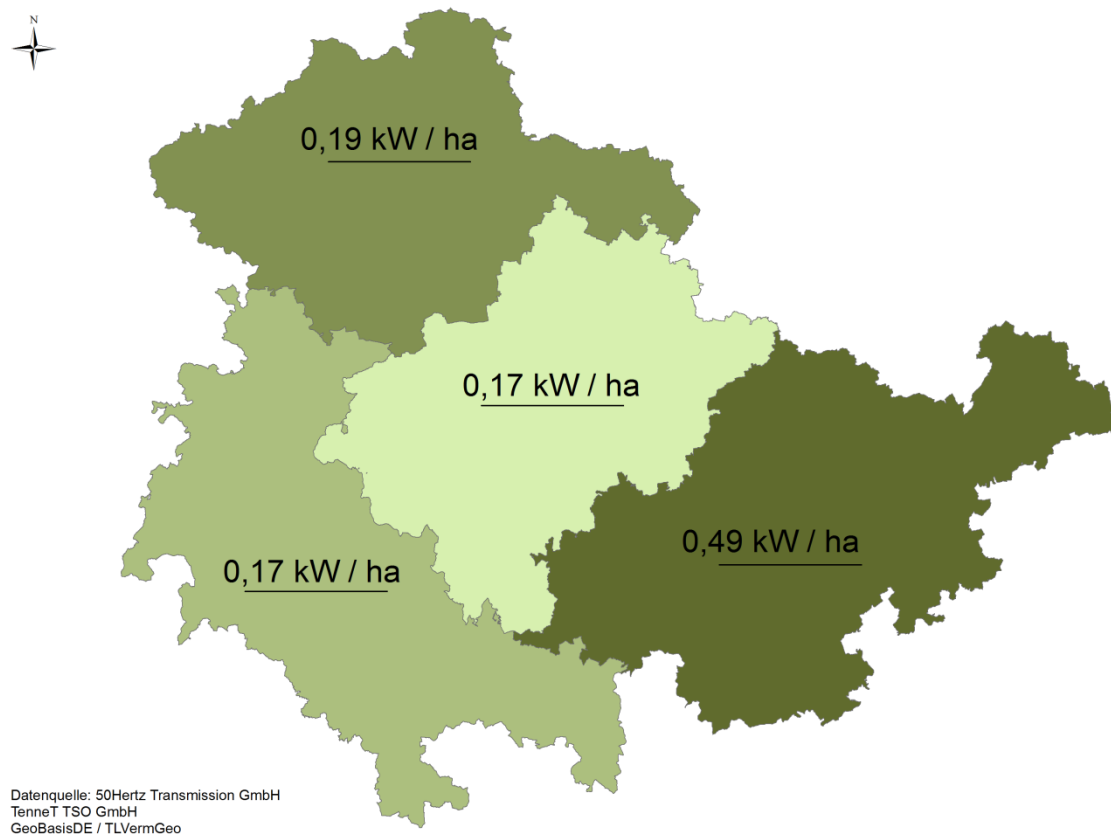


Abb. 5.9: Installierte Bioenergieleistung je ha landw. Nutzfläche in den Planungsregionen 2012.

5.4 Wasserkraft

In Thüringen werden derzeit etwa 200 Laufwasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 31,7 MW betrieben. Lediglich sechs Anlagen weisen eine Leistung von mehr als einem Megawatt auf, davon liegen fünf in Ostthüringen und eine in Südwestthüringen. Ein Ausbau der Wasserkraft ist auf Grund mangelnder Potenziale nur in geringem Umfang und mittels einer effizienteren Nutzung bestehender Standorte möglich.

Tab. 5.4: Wasserkraftausbau in Deutschland 2012, nach [37].

Ausbaugeschwindigkeit 2007 - 2012	1,1 % /a
Leistung pro Einwohner	0,05 kW/EW
Leistung pro Gewässerfläche	5 kW/ha

Aufgrund der geografischen Gegebenheiten liegt die hauptsächliche Wasserkraftnutzung in den Planungsregionen Ost- und Südwestthüringen. Nur in Ostthüringen werden dem bundesdeutschen Durchschnitt vergleichbare Werte hinsichtlich der einwohner- und flächenbezogenen Leistung erreicht. Bundesdeutsche Durchschnittswerte sind in Tabelle 5.4 angegeben.

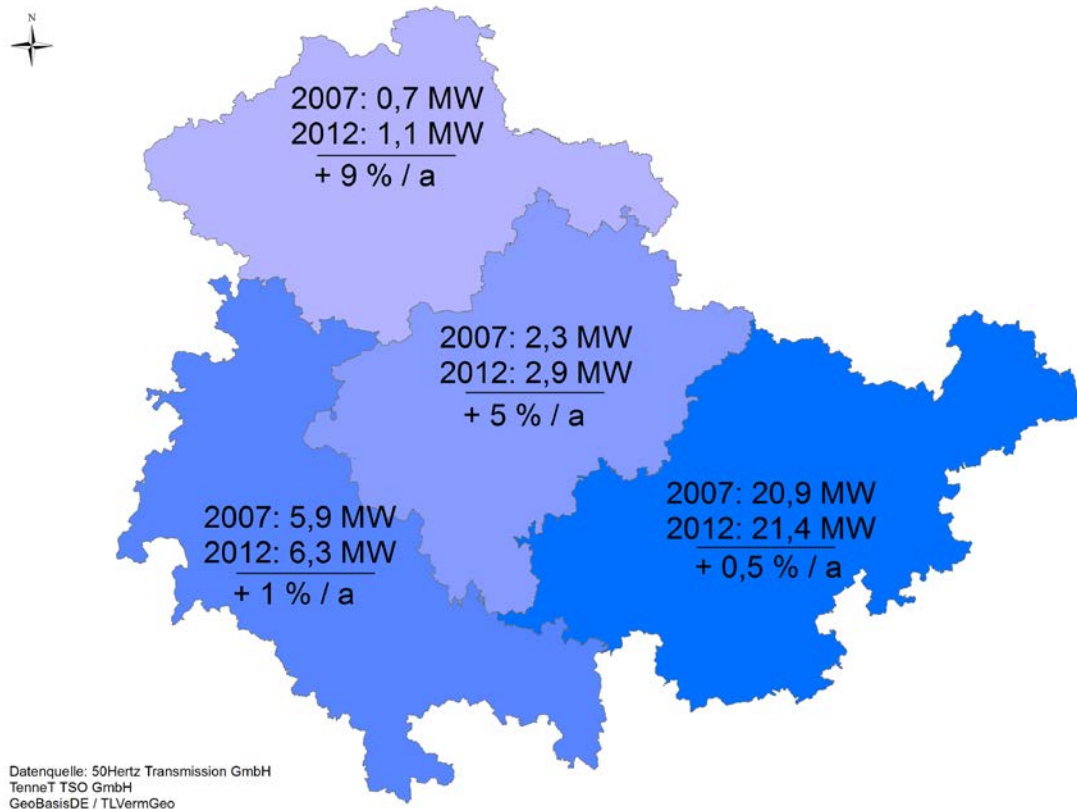


Abb. 5.10: Installierte Wasserkraftleistung in den Planungsregionen 2007 und 2012.

5. Die Entwicklung in den Regionen

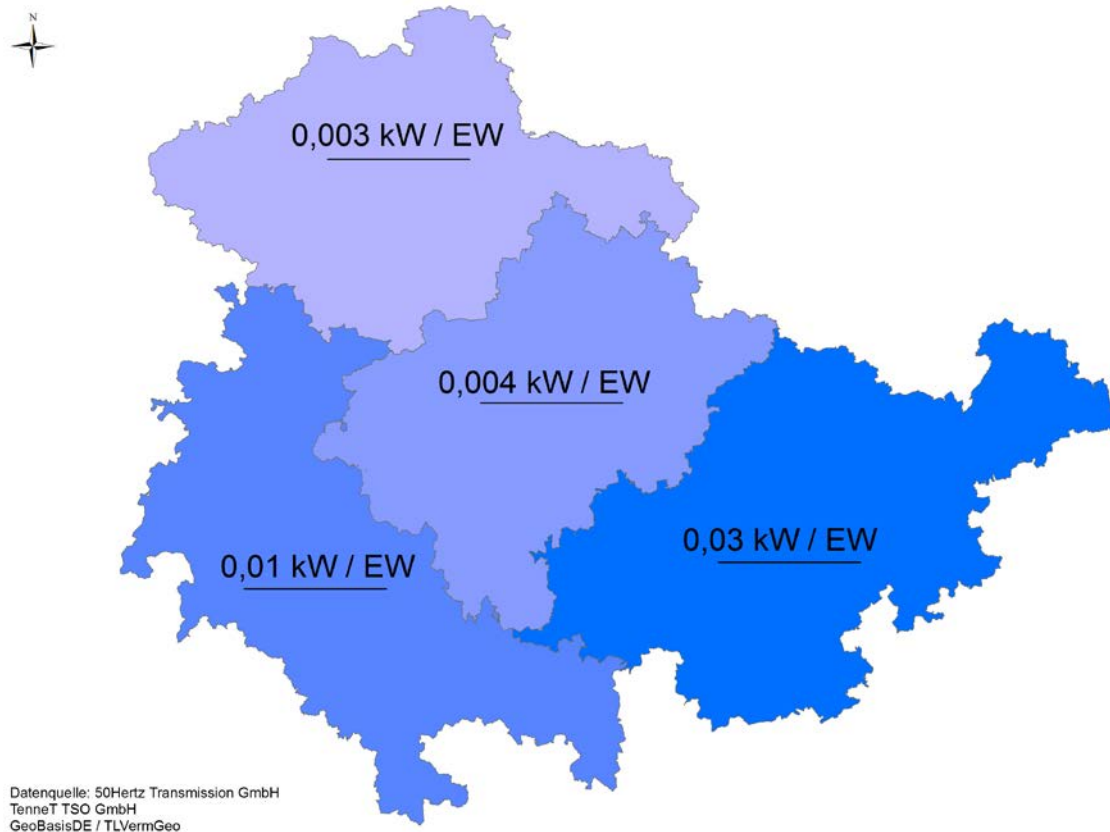


Abb. 5.11: Installierte Wasserkraftleistung je Einwohner in den Planungsregionen 2012.

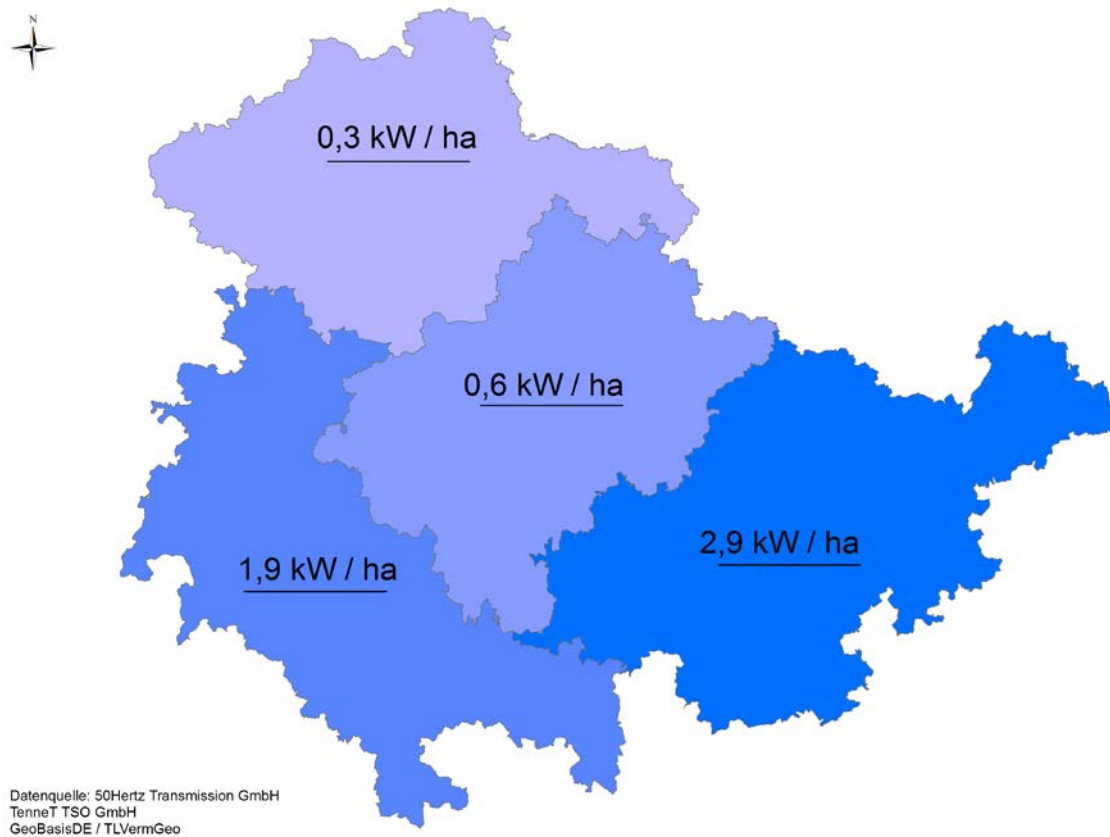


Abb. 5.12: Installierte Wasserkraftleistung je ha Gewässerfläche in den Planungsregionen 2012.

5.5 Deponie- und Klärgas

Anlagen zur Stromerzeugung aus Deponie- und Klärgas werden den erneuerbaren Energien zugerechnet. In Thüringen waren Ende 2012 insgesamt 5,8 MW Leistung installiert. Mit Ausnahme einer mit Klärgas betriebenen 418 kW Anlage in Gera fand in den letzten fünf Jahren praktisch kein Zubau statt. Dies deckt sich mit dem in Tabelle 5.5 dargestellten bundesdeutschen Trend, der sogar durch einen Rückgang der Stromerzeugungskapazitäten beim Deponiegas geprägt ist.

Tab. 5.5: Deponie- und Klärgasleistung in Deutschland 2012, nach [37].

Ausbaugeschwindigkeit 2007 - 2012	-2,5 % /a
Leistung pro Einwohner	5 W/EW
Leistung pro Fläche	10 W/ha

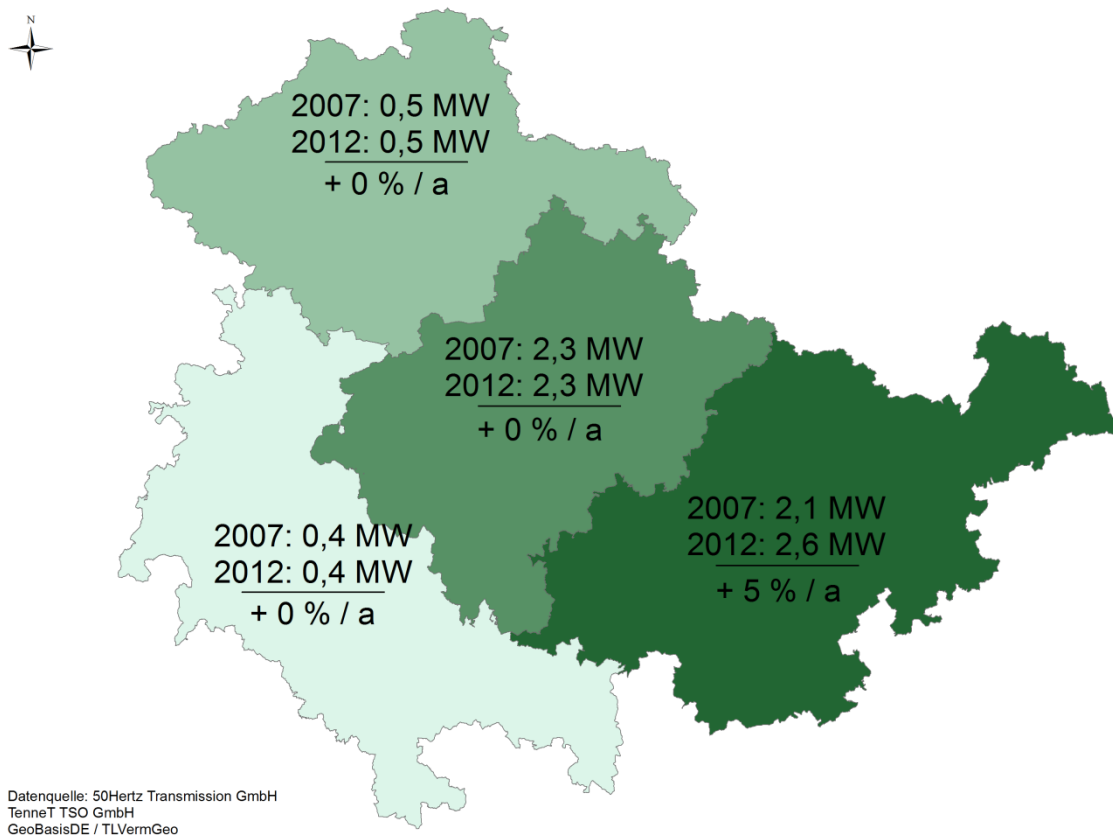


Abb. 5.13: Installierte Deponie- und Klärgasleistung in den Planungsregionen 2007 und 2012.

5. Die Entwicklung in den Regionen

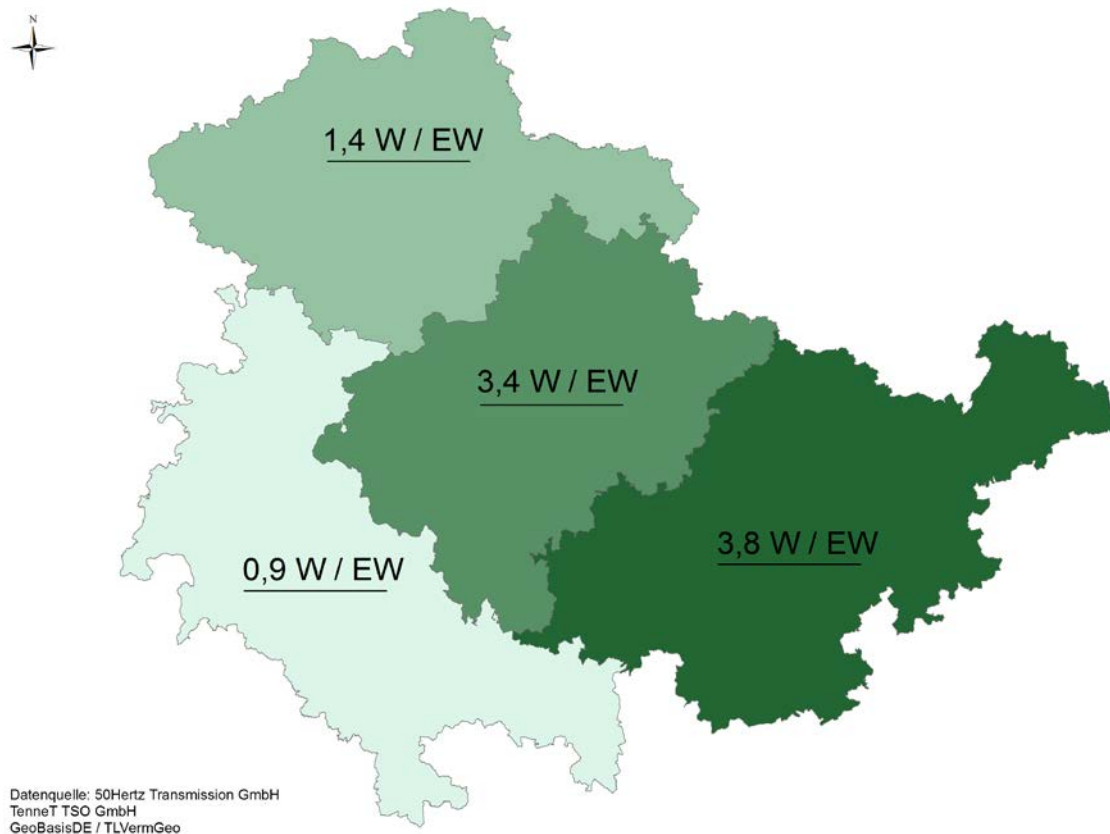


Abb. 5.14: Installierte Deponie- und Klärgasleistung je Einwohner in den Planungsregionen 2012.

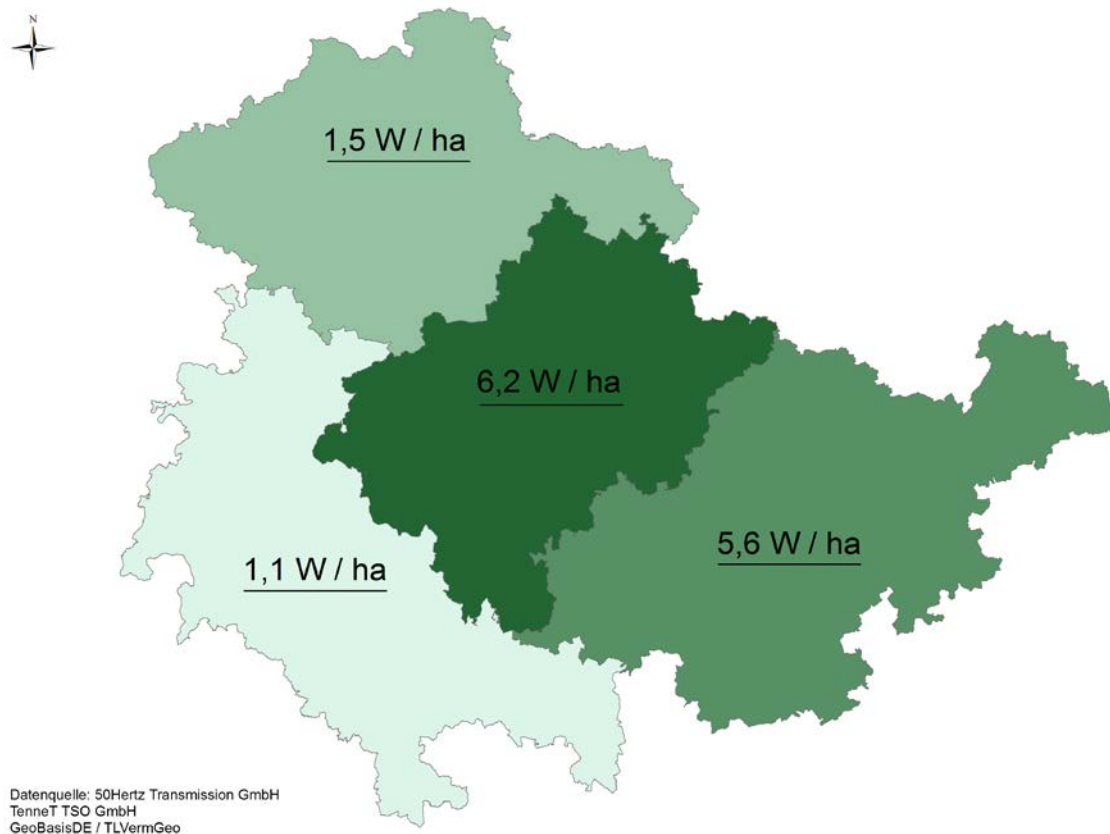


Abb. 5.15: Installierte Deponie- und Klärgasleistung je Fläche in den Planungsregionen 2012.

6. Ermittlung aktueller Energiekennwerte

Die Energiebilanz und die Satellitenbilanz erneuerbare Energieträger als maßgebliche Energiestatistiken des Landes werden in der Regel mit fast zweijähriger Verspätung veröffentlicht. Mit den Bilanzen für 2011 (2012) ist in der zweiten Jahreshälfte 2013 (2014) zu rechnen. Es war daher eine Aufgabe des Thüringer Energiemonitorings, ein Modell zur zeitnahen Schätzung relevanter energiepolitischer Kenngrößen anhand aktueller ökonomischer und meteorologischer Daten zu erstellen. Konkret sollen die beiden Indikatoren

- Endenergieverbrauch und
- Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch

unter Verwendung frühzeitig verfügbarer Daten prognostiziert werden. Abbildung 6.1 veranschaulicht das Vorgehen: Als Einflussfaktoren gehen beispielsweise die Witterung und die im Bruttoinlandsprodukt (BIP) abgebildete wirtschaftliche Entwicklung in den Endenergieverbrauch ein (Kapitel 6.1). Für den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch kann u.a. die installierte Leistung am Jahresende herangezogen werden (Kapitel 6.2). Beide Berechnungsmodelle stützen sich auf die bereits vorliegenden statistischen Daten der Jahre 2002 bis 2010 [5-13]. In Kapitel 6.3 werden die Ergebnisse der Berechnungen für die Jahre 2011 und 2012 vorgestellt.

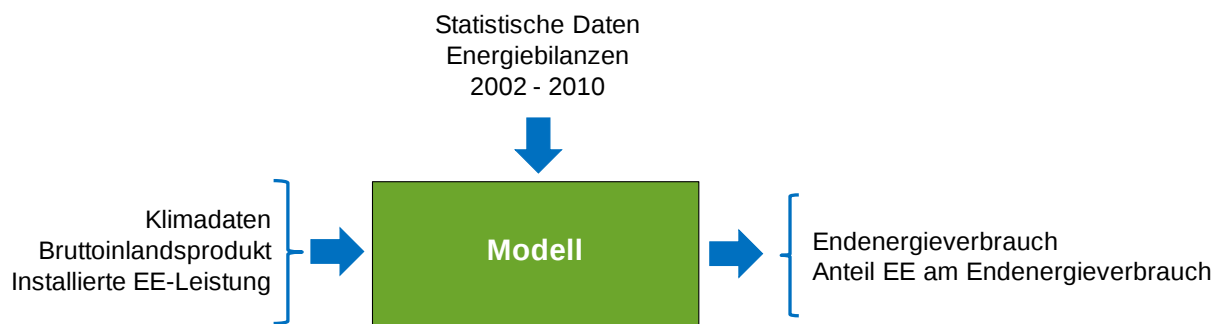


Abb. 6.1: Modellbasierte Ermittlung aktueller Energiekennwerte für Thüringen.

6.1 Modellierung des Endenergieverbrauchs

Der Endenergieverbrauch wird durch drei wesentliche Einflussfaktoren bestimmt:

- Witterung, abgebildet über die Jahres-Gradtagszahl
- wirtschaftliche Entwicklung, abgebildet über das Bruttoinlandsprodukt
- technologischer Fortschritt, abgebildet über die Endenergieproduktivität

Diese drei Einflussfaktoren sollen im Folgenden getrennt voneinander behandelt werden. Während es sich bei den ersten beiden Faktoren hinsichtlich dieses Modells um stochastische Größen handelt, wird die Energieproduktivität als deterministische Größe behandelt.

Die Endenergieproduktivität ist zum Zeitpunkt der Modellauswertung noch unbekannt. Sie wird daher über eine lineare Approximation der Produktivitätsentwicklung über der Zeit mit

6. Ermittlung aktueller Energiekennwerte

der Methode der kleinsten Fehlerquadrate abgeleitet. Für die relative witterungsbereinigte Endenergieproduktivität ee_{prod} (Index 2000 = 1) in Abhängigkeit von der Zeit t ergibt sich so:

$$ee_{prod} = 0,01306 \cdot t - 25,176 \quad (1)$$

Abbildung 6.2 veranschaulicht die Zulässigkeit dieser Approximation.

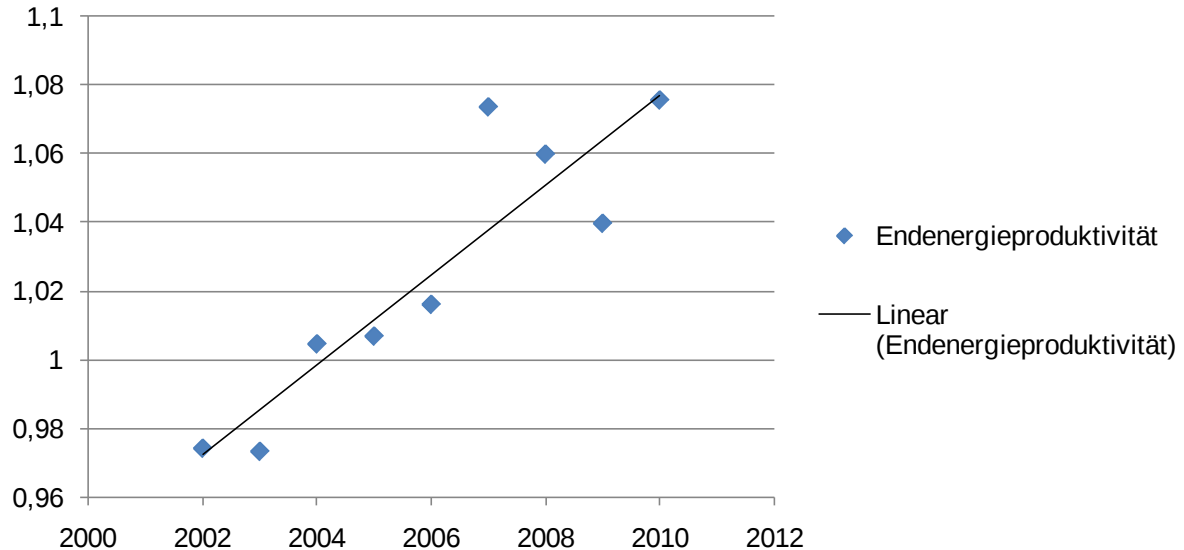


Abb. 6.2: Entwicklung der witterungsbereinigten Endenergieproduktivität in Thüringen (Index 2000 = 1).

Mit Hilfe der relativen Endenergieproduktivität erfolgt nun eine Bereinigung des Bruttoinlandsprodukts (preisbereinigt) um den Produktivitätszuwachs. Das preis- und produktivitätsbereinigte Bruttoinlandsprodukt kann nun mit dem witterungsbereinigten Endenergieverbrauch ins Verhältnis gesetzt werden. Der in Abbildung 6.3 dargestellte Zusammenhang kann ebenfalls in guter Näherung als linear angenommen werden.

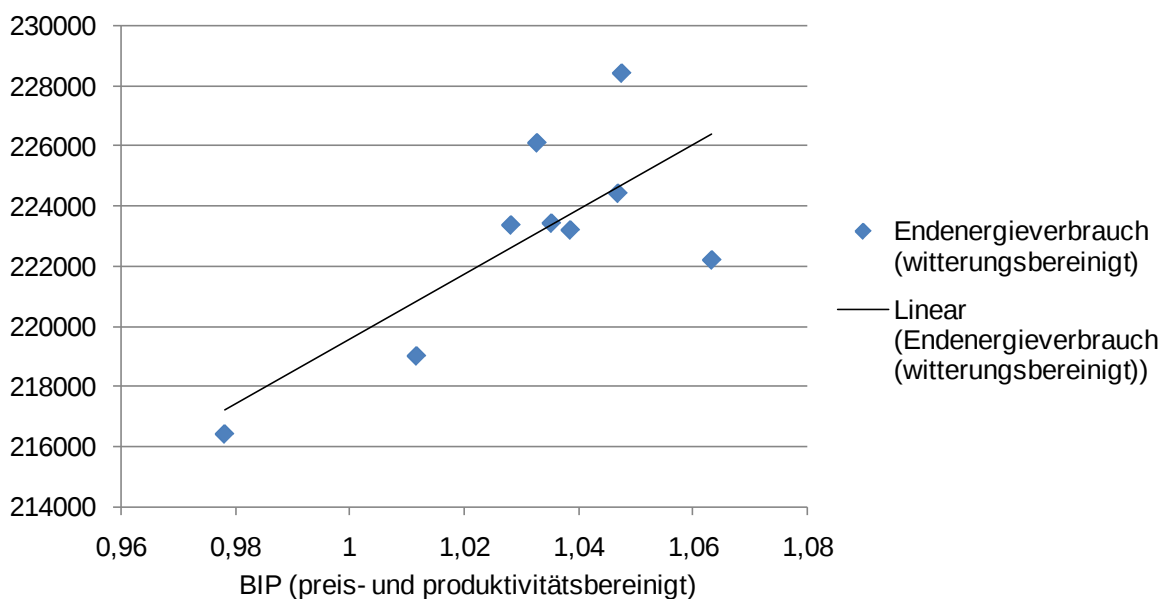


Abb. 6.2: Zusammenhang zwischen Endenergieverbrauch (witterungsbereinigt) in TJ und BIP (preis- und produktivitätsbereinigt) in Thüringen (Index 2000 = 1).

Mit der ebenfalls über die Methode der kleinsten Fehlerquadrate ermittelten Beziehung

$$EEV_{ber} = 107700 \cdot BIP + 111900 \quad (2)$$

kann nun aus dem auf das Basisjahr 2000 bezogenen, preis- und produktivitätsbereinigten *BIP* der witterungsbereinigte Endenergieverbrauch EEV_{ber} in TJ abgeschätzt werden.

Schließlich ist noch der Witterungseinfluss zu berücksichtigen. Da zum Zeitpunkt der Modellauswertung die Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf einzelne Sektoren und Energieträger noch unbekannt ist, muss eine pauschale Berücksichtigung des Witterungseinflusses erfolgen. Mit den Erfahrungswerten der Jahre 2002 bis 2010 kann der Zusammenhang zwischen einer pauschalen und der exakten Witterungsbereinigung des Endenergieverbrauchs durch die Beziehung

$$EEV_{nom} = (0,622 + 0,311 \cdot Gt_{jahr}/Gt_{mittel}) \cdot EEV_{ber} + 14100 \quad (3)$$

sehr gut approximiert werden. In diese Gleichung geht das in Anhang A.2 beschriebene Gradtagszahlenverhältnis ein.

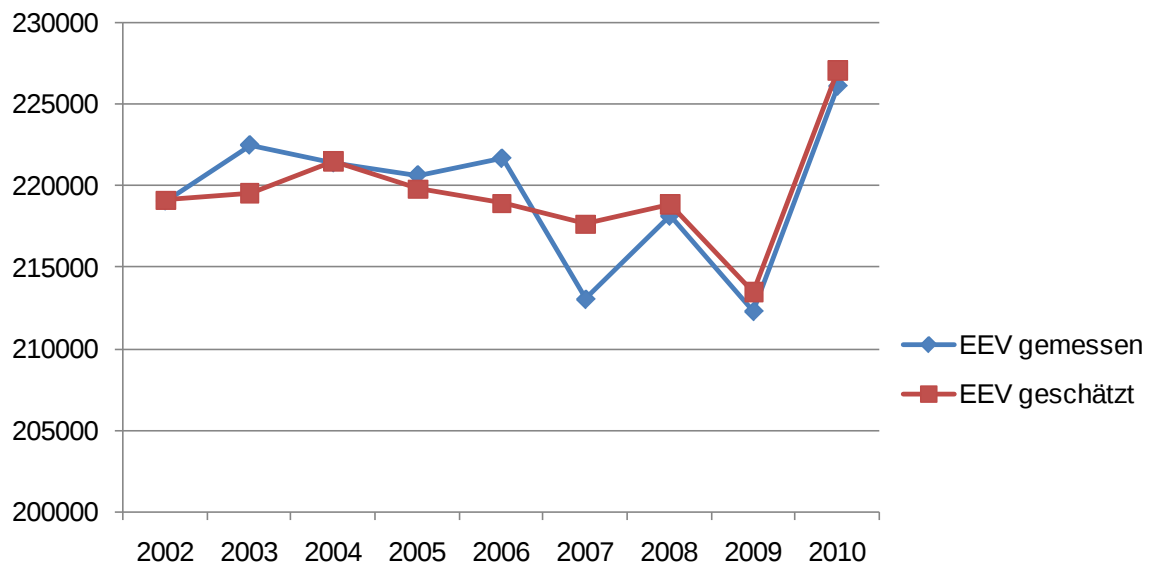


Abb. 6.3: Endenergieverbrauch EEV_{nom} in TJ in Thüringen 2002 - 2010 und seine Schätzwerte,

Abbildung 6.3 zeigt den tatsächlichen Endenergieverbrauch Thüringens und die mittels der Gleichungen (1) bis (3) geschätzten Werte. Die Abweichungen in den Jahren 2006 und 2007 gehen ausschließlich auf die Mehrwertsteuererhöhung zum Jahreswechsel 2006/07 zurück: In ihrem Vorfeld kam es trotz milden Wetters zu massiven vorgezogenen Heizölkäufen, die im Folgejahr dann weitgehend ausblieben. Der starke Anstieg des Endenergieverbrauchs im Jahr 2010 ist auf den ungewöhnlich kalten Winter dieses Jahres zurückzuführen und wird von dem Modell gut wiedergegeben.

6.2 Modellierung des Anteils erneuerbarer Energien

Zur Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch werden die drei Energiesektoren Strom, Wärme und Treibstoffe zunächst getrennt voneinander betrachtet und anschließend aufsummiert auf den gemäß Kapitel 6.1 ermittelten Endenergieverbrauch bezogen.

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Für die drei Fraktionen Wind, Photovoltaik und Biomasse wird eine Abschätzung der eingespeisten Energiemenge anhand der am Ende des Betrachtungsjahres installierten Leistung vorgenommen. Die dafür notwendigen Informationen werden durch den Übertragungsnetzbetreiber zur Verfügung gestellt (vgl. Anhang A.1). Die eingespeiste Energiemenge ergibt sich aus der Leistung multipliziert mit einer mittleren Volllaststundenzahl T in Stunden pro Jahr. Diese wird für Photovoltaik und Windkraft aus der Bundesstatistik [37] durch

$$T = \text{erzeugte Endenergie} / \text{installierte Leistung} \quad (4)$$

ermittelt. Mittels der Methode der mittleren Volllaststunden werden die Witterungseinflüsse, der Zubau und der Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Bundesdurchschnitts auf Thüringen übertragen. Angesichts des in den Kapiteln 5.1 und 5.2 dargestellten Ausbaustands und der Ausbaugeschwindigkeit ist dieses Vorgehen zulässig. Für die Stromerzeugung aus Biomasse wird mit dem mehrjährigen Mittel von 6.750 Stunden pro Jahr gerechnet. Abweichend von diesem Vorgehen werden für die Thüringer Laufwasserkraftwerke und die Stromerzeugung aus Deponie- und Klärgas die Durchschnittswerte der vergangenen Jahre angesetzt. Für beide Technologien kam es in den vergangenen Jahren kaum noch zu Zubauten, so dass mit der Mittelung Schwankungen im Energieangebot oder Abweichungen in der Betriebsführung ausgeglichen werden können.

Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien

Für den Wärmebereich kann nicht wie im Strombereich auf installierte Leistungen aufgrund der EEG-Berichterstattung zurückgegriffen werden. Aufgrund der im Vergleich zum Stromsektor insgesamt nur geringen Zubauraten wird der Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmebereich vor allem durch die Witterung dominiert. Ein erhöhter Raumwärmebedarf zieht einen erhöhten Einsatz von Brennholz, Holzpellets oder Erdwärme nach sich. Es wird daher eine Abschätzung auf Basis der letzten statistisch erfassten Wärmemenge (hier E_{2010}) aus erneuerbaren Energien, bewertet mit dem Verhältnis der Gradtagszahlen vorgenommen:

$$E_{20xx} = E_{2010} \cdot (1 + Gt_{20xx}/Gt_{2010})/2 \quad (5)$$

Treibstoffbereitstellung aus erneuerbaren Energien

Der Treibstoffverbrauch liegt zum Zeitpunkt der Modellauswertung noch nicht vor, so dass der prognostizierte Treibstoffbedarf nach Abbildung 4.9 herangezogen wird. Der Anteil erneuerbarer Energien wird aus dem durchschnittlichen Prozentsatz auf Bundesebene berechnet.

6.3 Ergebnisse für 2011 und 2012

In Tabelle 6.1 sind die für die Berechnung des Endenergieverbrauchs relevanten Parameter zusammengestellt. Das Basisjahr 2010 dient dabei als Vergleichswert.

Tab. 6.1: Prognose des Endenergieverbrauchs in Thüringen für 2011 und 2012.

		2010	2011	2012
BIP preisbereinigt (Index 2000 = 1)	[26]	1,087	1,120	1,117
$Gt_{\text{Jahr}}/Gt_{\text{mittel}}$ für Erfurt-Binderleben	[39]	1,1	0,88	0,94
Energieproduktivität	Gl. (1)	1,074	1,087	1,100
BIP preis- und produktivitätsbereinigt		1,012	1,030	1,015
EEV_{nom}	Gl. (3)	227.000 TJ	213.800 TJ	216.400 TJ

In Tabelle 6.2 sind die für die Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch relevanten Parameter zusammengestellt. Das Basisjahr 2010 dient dabei als Vergleichswert.

Tab. 6.2: Prognose des Anteils erneuerbarer Energien in Thüringen für 2011 und 2012.

		2010	2011	2012
Installierte PV-Leistung	[41,42]	322 MW	549 MW	795 MW
mittlere Volllaststunden PV	[37]	668 h	772 h	858 h
Installierte Wind-Leistung	[41,42]	765 MW	814 MW	915 MW
mittlere Volllaststunden Wind	[37]	1.390 h	1.682 h	1.469 h
Installierte Biomasse-Leistung	[41,42]	200 MW	217 MW	227 MW
mittlere Volllaststunden Biomasse		6.750 h	6.750 h	6.750 h
Wasserkraft	[10-13]	245 GWh	265 GWh	244 GWh
Deponie- und Klärgas	[10-13]	34 GWh	35 GWh	35 GWh
Schätzwert Strom aus EE		2.907 GWh	3.558 GWh	3.837 GWh
(Istwert Strom aus EE)	[43]	(2.896 GWh)	(3.549 GWh)	-
Gt_{20xx}/Gt_{2010} für Erfurt-Binderleben	[39]	1	0,81	0,86
Schätzwert Wärme aus EE	Gl. (5)	-	24.660 TJ	25.340 TJ
(Istwert Wärme aus EE)		(27.248 TJ)		
Treibstoffbedarf		58.675 TJ	57.854 TJ	57.033 TJ
Anteil EE	[29]	5,8 %	5,5 %	5,5 %
Schätzwert Treibstoffe aus EE		3.400 TJ	3.180 TJ	3.140 TJ
(Istwert Treibstoffe aus EE)		(3.331 TJ)	-	-
Anteil EE am EEV		-	19,0 %	19,5 %
(Istwert Anteil EE am EEV)		(18,7 %)	-	-

6. Ermittlung aktueller Energiekennwerte

In den Abbildungen 6.4 und 6.5 sind die Ergebnisse der Schätzung nach den Tabellen 6.1 und 6.2 gemeinsam mit den Istwerten bis 2010 dargestellt.

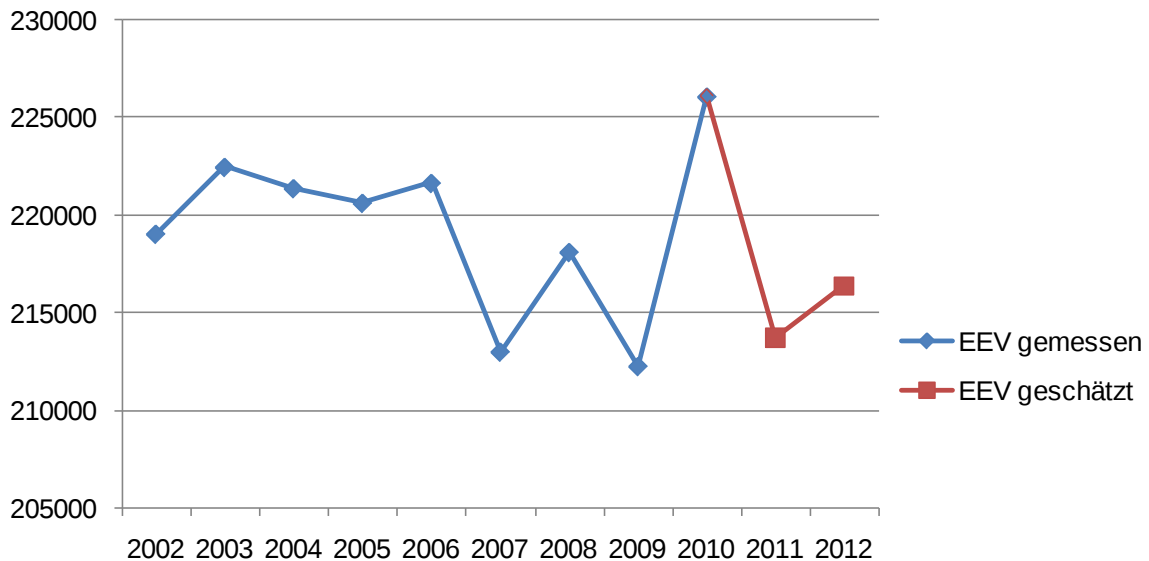


Abb. 6.4: Endenergieverbrauch in TJ in Thüringen 2002 – 2010 und Schätzwerte für 2011 und 2012.

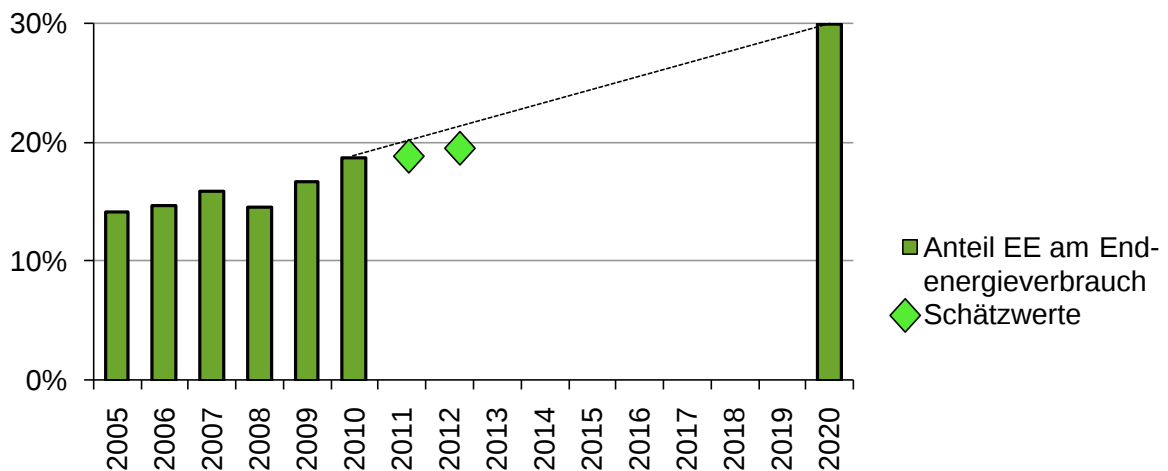


Abb. 6.5: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Thüringen 2005 – 2010 und Schätzwerte für 2011 und 2012.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien für die Jahre 2011 und 2012 liegt voraussichtlich in der Trendentwicklung der vergangenen Jahre, aber deutlich unterhalb des für eine Zielerreichung von 30 Prozent im Jahr 2020 notwendigen Zuwachses.

Anhang

A.1 Beschreibung der Datenbasis

Zur Ermittlung der quantitativen Indikatoren wurden nur frei verfügbare Daten und Informationen verwendet. Es wurden keine eigenen Erhebungen durchgeführt. Zu jedem Indikator wurden zum Teil mehrere Datenquellen herangezogen, die teilweise eine Aufbereitung erforderten.

Die *Thüringer Energiebilanz* wird durch das Thüringer Landesamt für Statistik (TLS) erstellt und kann auf der Homepage des TLS herunter geladen werden¹. Das TLS sammelt aus einer Fülle von Informationsquellen Verbrauchsdaten, führt diese zusammen und bereitet sie entsprechend bundeseinheitlicher Vorgaben und Methoden, die vom Länderarbeitskreis Energiebilanzen festgelegt werden, auf. Aufgrund der Vielzahl der heranzuziehenden Quellen wird die Thüringer Energiebilanz erst mit einer Verzögerung von ca. zwei Jahren bereitgestellt. Zur Erstellung dieser Studie stand als aktuellste Bilanz die für das Jahr 2010 zur Verfügung [13].

Stromverbrauch und -erzeugung

Der Stromverbrauch ist der Thüringer Energiebilanz zu entnehmen. Der darin enthaltene Stromimport stellt den Saldo aus Verbrauch und eigener Erzeugung dar. Es handelt sich also dabei nicht um eine gemessene Größe. Der Anteil erneuerbarer Energien im Importstrom wurde bei der Bestimmung der Anteile der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch nicht berücksichtigt. Strom, der zu Heizzwecken eingesetzt wird, kann nicht aus der Energiebilanz abgeleitet werden und wird daher nicht dem Wärmebereich zugerechnet.

Für den Strombereich wurde vom Thüringer Landesamt für Statistik die Brutto- und Nettostromerzeugung, getrennt nach Energieträgern, gesondert für die Jahre 2000 bis 2011 bereitgestellt. Es ist davon auszugehen, dass die in Thüringen erzeugten Strommengen auch in Thüringen verbraucht werden.

Wärmeverbrauch und -bereitstellung

Im Wärmebereich wurde der Endenergieverbrauch mit Hilfe der Thüringer Energiebilanz ermittelt, indem die Energieträger, die zum Zwecke der Wärmebereitstellung eingesetzt werden (Kohle, Heizöl (leicht), Flüssiggas, Erdgas, Biomasse, Fernwärme) getrennt nach den Sektoren summiert wurden. Die Witterungsbereinigung (vgl. Anhang A.2) wurde für den Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel- und Dienstleistung für alle Energieträger und im Sektor Industrie nur für die Energieträger Heizöl (leicht) und Fernwärme durchgeführt. Diese sektoral pauschalisierte Berücksichtigung bestimmter Energieträger stellt sicher nur eine Abschätzung dar.

Mit Hilfe der Energiebilanz allein kann die aus Biomasse bereitgestellte Endenergie (sowohl Strom als auch Wärme) nicht den einzelnen Biomassefraktionen zugeordnet werden. Das

¹ z.B. Energiebilanz 2010: http://www.statistik.thueringen.de/webshop/pdf/2010/05402_2010_00.pdf

TLS stellt für die erneuerbaren Energien eine weitere Energiestatistik zur Verfügung. Die *Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger zur Thüringer Energiebilanz* ermöglicht eine Unterscheidung der einzelnen erneuerbaren Energieträger und steht ab dem Jahr 2005 ebenfalls auf der Homepage des TLS zum Download zur Verfügung. Allerdings ermöglicht auch die Satellitenbilanz keine eindeutige Zuordnung, welche Endenergiemengen aus den einzelnen Biomassefraktionen bereitgestellt wurden. Daher wurde für den Strombereich die explizit vom TLS bereitgestellten Angaben zur Nettostromerzeugung verwendet und nur für die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien die Satellitenbilanz herangezogen. Diese setzt sich aus den Endenergieverbräuchen Biogas, feste biogene Stoffe und flüssige biogene Stoffe gemäß Satellitenbilanz zusammen.

Laut TLS handelt es sich bei den in der Satellitenbilanz angegebenen Verbräuchen der festen biogenen Stoffe im Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistung um den Energieholzverbrauch in den Einzelfeuerstätten. Dieser entspricht etwa der Hälfte der insgesamt aus Biomasse bereitgestellten Wärmemenge. Die Bestimmung der verbrauchten Energieholzmengen werden für alle Bundesländer durch den Länderarbeitskreis Energiebilanzen (zuständig für die Berechnung ist das Hessische statistische Landesamt) übernommen und beruht auf den Angaben der verbrauchten Energieholzmengen pro Waldfläche in ganz Deutschland. Der angegebene Energieholzverbrauch im Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistung entspricht also einem mit der Thüringer Waldfläche korrelierten bundesdeutschen Durchschnittswert. Aufgrund der Bedeutung des Energieholzverbrauches in Thüringen sollte dieser Wert zukünftig mit Hilfe einer an Thüringer Verhältnisse angepassten Erfassungs- und Berechnungsmethodik verifiziert werden.

Treibstoffverbrauch

Die Treibstoffverbräuche werden in der Thüringer Energiebilanz angegeben. Hierbei erfolgt eine Unterscheidung in die Energieträger Ottokraftstoffe, Dieselkraftstoffe, Flugturbinenkraftstoffe, Flüssiggas, Erdgas und Biomasse. Der Stromverbrauch im Güter- und Personenverkehr wurde nicht den Treibstoffen zugerechnet. In der Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger zur Thüringer Energiebilanz sind die biogenen Kraftstoffe ebenfalls angegeben.

Ermittlung aktueller Energiekennwerte

Eine Prognose aktueller Energiekennwerte wurde aus der Entwicklung der Verbrauchsdaten der letzten 10 Jahre abgeleitet und mit Hilfe weiterer Faktoren berechnet. Diese Faktoren bilden u.a. den Einfluss der Witterung und der wirtschaftlichen Entwicklung ab.

Die Witterung wird über das Verhältnis der *Gradtagszahlen* zum langjährigen Mittel berücksichtigt. Die Methode ist in Anhang A.2 beschrieben. Diese Klimadaten liegen in der Regel regionalisiert zu Beginn jeden Jahres für das Vorjahr vor und werden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bereitgestellt. Für die Witterungsbereinigung der Thüringer Verbrauchsdaten wurden die Daten der Wetterstation Erfurt-Bindersleben in der Aufbereitung des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) herangezogen [39] und nur auf die wärmeverbrauchsrelevanten Energieträger bezogen.

Die wirtschaftliche Entwicklung wird durch das Bruttoinlandsprodukt Thüringens abgebildet. Um die Steigerung des preisbereinigten BIP zu erhalten, wurde die angegebene prozentuale Veränderung des BIP im Bezug auf das jeweilige Vorjahr berücksichtigt. Als Basisjahr wurde

das Jahr 2000 gewählt. Die Grunddaten werden vom Statistischen Bundesamt im Zusammenhang mit der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung der Länder (VGRdL) jährlich bereitgestellt. Berechnungsgrundlage sind die Ergebnisse der Revision 2011 auf Basis der Wirtschaftszweiggliederung WZ2008 [26].

Zur Schätzung der aktuellen Anteile erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch werden die Anteile im Strom-, Wärme- und Treibstoffbereich getrennt voneinander bestimmt und aufsummiert auf den ermittelten Endenergieverbrauch bezogen. Zur Ermittlung der Anteile der erneuerbaren Energien im Strombereich wird mit Hilfe der Anlagenstammdaten eine Hochrechnung durchgeführt. Die Anlagenstammdaten stellen die Summe der installierten Leistung der einzelnen stromerzeugenden und in das Netz des Übertragungsnetzbetreibers einspeisenden Anlagen dar. Diese Daten stehen im Prinzip zeitnah zur Verfügung, jedoch kommt es insbesondere zum Jahreswechsel zu zeitversetzten Aktualisierungen, so dass sich frühestens im März des Folgejahres belastbare Leistungswerte abrufen lassen. Der für Thüringen zuständige Übertragungsnetzbetreiber ist die 50Hertz Transmission GmbH [41]. Im nordwestlichen Grenzbereich Thüringens fallen wenige Anlagen in den Zuständigkeitsbereich der TenneT TSO GmbH [42].

Die Anlagenstammdaten enthalten neben den Angaben der installierten Leistung auch Ortsangaben der einzelnen Anlagen. Dies erfolgt über die Zuordnung zu Postleitzahlenbereichen. Da sich diese Bereiche teilweise über mehrere Planungsregionen erstrecken können, ist – hauptsächlich in den Postleitzahl-Gebieten der Grenzbereiche der Planungsregionen – eine händische Zuordnung notwendig und kann unter Umständen zu einer Abweichung der regionsspezifischen Anlagenzuordnung führen.

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) fördert Solarthermieranlagen und führt darüber eine Datenbank. Die Angaben der geförderten Anlagen (als Kollektorfläche je Postleitzahlenbereich, unterschieden in Anlagen zur Raumheizung, Warmwasserbereitung, Kombination aus Raumheizung und Warmwasser, Prozesswärme, solare Kälteerzeugung) können durch das BAFA bereitgestellt werden. Diese müssen jedoch explizit angefordert werden und erfordern eine jährliche Aktualisierung der Bestandsdaten. Anlagen, die nicht gefördert wurden, fehlen jedoch in dieser Statistik. Daher wurde im Rahmen dieser Studie nicht auf die BAFA-Daten zurückgegriffen, sondern die Satellitenbilanz herangezogen.

Die Anteile erneuerbarer Energien am Treibstoffbedarf werden mit Hilfe des bundesdeutschen Durchschnittswertes ermittelt. Diese Zahlen liegen meist im Frühjahr für das Vorjahr vor und werden von der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) erhoben und vom Bundesumweltministerium veröffentlicht [29].

Die folgende Tabelle gibt die Verfügbarkeit der zur Schätzung der Energiekennwerte notwendigen Daten wieder:

Tab. A.1: Datenverfügbarkeit im Folgejahr

Installierte EE-Leistung in Thüringen	März	[41,42]
Installierte EE-Leistung in Deutschland (Schätzung)	Februar	[37]
Installierte EE-Einspeisung in Deutschland (Schätzung)	Februar	[37]
Anteil EE am Treibstoffverbrauch	Februar	[29]
Gradtagszahl	Januar	[39]

A.2 Witterungsbereinigung von Energieverbräuchen

Um die Einflüsse der jährlich veränderlichen Witterung zu berücksichtigen und die Vergleichbarkeit der Energieverbräuche – beispielsweise mittels Indikatoren – zu gewährleisten, wird häufig eine Witterungsbereinigung der Verbrauchsdaten durchgeführt. Das in Deutschland gebräuchliche Verfahren beruht auf der Berechnung von Gradtagszahlen und ist in der VDE 2067-1 [38] dokumentiert. Die Witterungsbereinigung ist nur auf den Anteil des Endenergieverbrauchs anzuwenden, der zur Bereitstellung von Raumwärme dient.

Die Gradtagszahl Gt entspricht der Summe aller Temperaturdifferenzen zwischen Rauminnentemperatur und Außentemperatur über alle Stunden des Kalenderjahres, an denen die Heizgrenztemperatur unterschritten wird. Als Rauminnentemperatur werden 20°C und als Heizgrenztemperatur 15°C angesetzt. Die Gradtagszahl wird in der Einheit kWh/a oder Kd/a angegeben² und berücksichtigt die Witterungseinflüsse an einem Standort auf den Jahresheizenergiebedarf. Für den Standort Erfurt-Bindersleben beträgt das langjährige Mittel (1970-2012)

$$Gt_{\text{mittel}} = 4086 \text{ Kd/a}$$

Eine Witterungsbereinigung erfolgt nun über das Verhältnis der Gradtagszahl des betrachteten Jahres Gt_{jahr} zum langjährigen Mittel Gt_{mittel} dieses Standorts. Abbildung A.1 zeigt das Gradtagszahlverhältnis für den Standort Erfurt-Bindersleben. Dabei bezeichnen Werte kleiner eins Jahre die wärmer und Werte größer eins Jahre die kälter als der langjährige Durchschnitt sind.

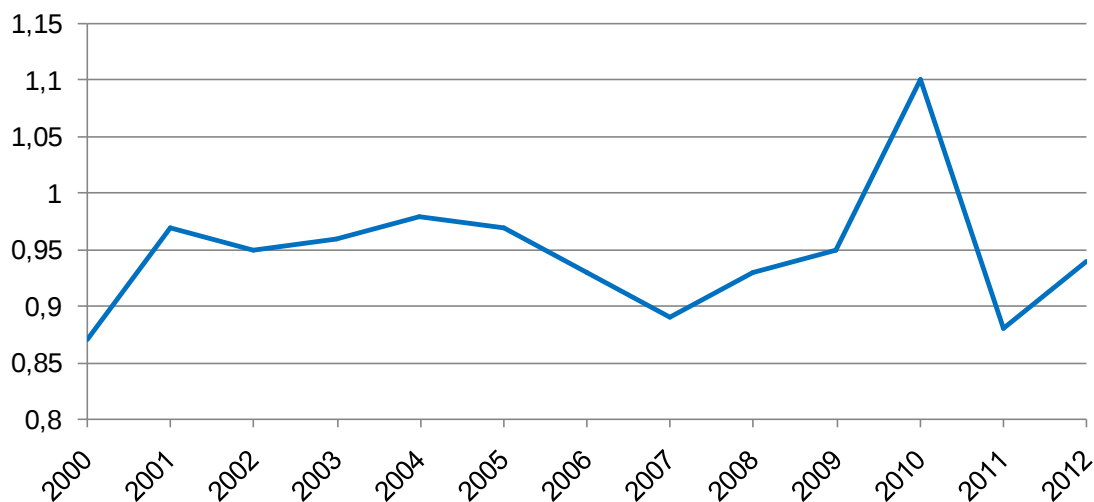


Abb. A.1: Verhältnis der Jahres-Gradtagszahl zum langjährigen Mittel für den Standort Erfurt-Bindersleben 2000 - 2012

Den witterungsbereinigten Heizenergiebedarf E erhält man aus dem tatsächlichen Heizenergiebedarf E_{nom} über die Gleichung.

$$E = E_{\text{nom}} \cdot Gt_{\text{mittel}} / Gt_{\text{jahr}} \quad (6)$$

² Die Einheiten werden als Kilo-Kelvinstunden pro Jahr [kKh/a] bzw. Kelvintage pro Jahr [Kd/a] gelesen.

Abbildung A.2 zeigt den nach dieser Berechnungsvorschrift ermittelten Wärmeverbrauch in Thüringen. Dabei wurde die Witterungsbereinigung nur an den in Kapitel A.1 benannten Fraktionen des Endenergieverbrauchs durchgeführt.

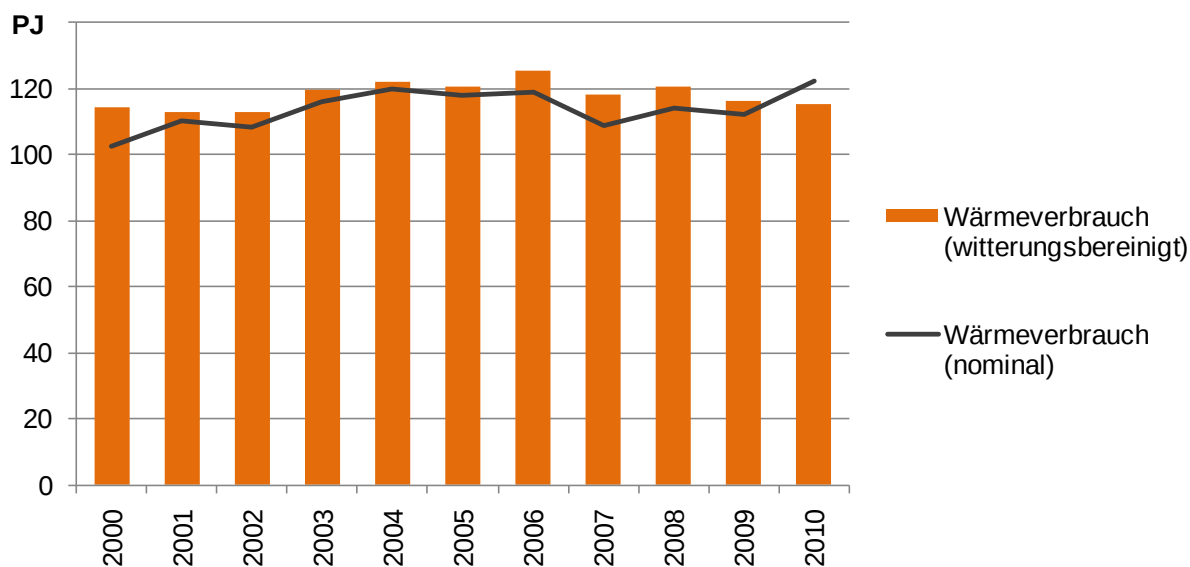


Abb. A.2: Nominaler und witterungsbereinigter Wärmebedarf in Thüringen 2000 – 2010.

Literatur

- [1] Thüringer Landesregierung (Hg.): Neue Energie für Thüringen – Eckpunkte der Landesregierung. Erfurt 2011
- [2] Thüringer Landesregierung (Hg.): Die Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie. Erfurt 2011
- [3] Thüringer Landesamt für Statistik (Hg.): Energiebilanz und Kohlendioxidbilanz Thüringen 2000. Erfurt 2002
- [4] Dies.: Energiebilanz und Kohlendioxidbilanz Thüringens 2001. Erfurt 2003
- [5] Dies.: Energiebilanz und CO₂-Bilanz Thüringens 2002. Erfurt 2004
- [6] Dies.: Energiebilanz und CO₂-Bilanz Thüringens 2003. Erfurt 2008
- [7] Dies.: Energiebilanz und CO₂-Bilanz Thüringens 2004. Erfurt 2008
- [8] Dies.: Energiebilanz und CO₂-Bilanz Thüringens 2005. Erfurt 2008
- [9] Dies.: Energiebilanz und CO₂-Bilanz Thüringens 2006. Erfurt 2008
- [10] Dies.: Energiebilanz und CO₂-Bilanz Thüringens 2007. Erfurt 2008
- [11] Dies.: Energiebilanz und CO₂-Bilanz Thüringens 2008. Erfurt 2011
- [12] Dies.: Energiebilanz und CO₂-Bilanz Thüringens 2009. Erfurt 2011
- [13] Dies.: Energiebilanz und CO₂-Bilanz Thüringens 2010. Erfurt 2012
- [14] Dies.: Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger zur Thüringer Energiebilanz 2005. Erfurt 2008
- [15] Dies.: Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger zur Thüringer Energiebilanz 2006. Erfurt 2008
- [16] Dies.: Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger zur Thüringer Energiebilanz 2007. Erfurt 2011
- [17] Dies.: Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger zur Thüringer Energiebilanz 2008. Erfurt 2011
- [18] Dies.: Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger zur Thüringer Energiebilanz 2009. Erfurt 2011
- [19] Dies.: Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger zur Thüringer Energiebilanz 2010. Erfurt 2012
- [20] Die Bundesregierung (Hg.): Der Weg zur Energie der Zukunft - sicher, bezahlbar und umweltfreundlich. Eckpunktepapier der Bundesregierung zur Energiewende. Berlin 2011
- [21] Die Bundesregierung (Hg.): Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin 2002
- [22] Thüringer Landesamt für Statistik (Hg.): Tabellen und Übersichten – Elektrizitätsversorgung: Stromerzeugung und Stromverbrauch in Thüringen. Erfurt 2013
- [23] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hg.): Erster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“. Berlin 2012
- [24] Löschel, A., Erdmann, G., Staiß, F., Ziesing, H.-J.: Stellungnahme zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“. Berlin, Mannheim, Stuttgart 2012
- [25] Thüringer Landesregierung (Hg.): Die Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie – Indikatorenbericht 2012. Erfurt 2013
- [26] Arbeitskreis volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder (Hg.): Bruttoinlandsprodukt, Bruttoinlandsprodukt – preisbereinigt, verkettet – 1991 bis 2012 (Wirtschaftswachstum) (WZ 2008)
- [27] Nitsch, J., et.al.: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Schlussbericht, Stuttgart 2011
- [28] Thüringer Landesamt für Statistik (Hg.): Entwicklung der Bevölkerung von 2009 bis 2060. Erfurt 2010
- [29] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung. Berlin 2013
- [30] Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie (Hg.): Neue Energie für Thüringen. Ergebnisse der Potenzialanalyse (Langfassung). Erfurt 2011
- [31] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.): Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG-Erfahrungsbericht). Berlin 2012
- [32] Hermelink, A., et.al.: Gebäudestudie Thüringen, Energieeffizienz und Erneuerbare Energien. Ecofys, Berlin 2012
- [33] Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie (Hg.): Potenziale nutzen, Effizienz schaffen. Der Nicht-Wohngebäude-Report Thüringen. Ecofys, Erfurt 2013

- [34] Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Aktionsplan für Biomasse. KOM(2005) 628, Brüssel 2005
- [35] 13. Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. 2009
- [36] Gesetz zur Einführung einer Biokraftstoffquote durch Änderung des Bundes-Immissionschutzgesetzes. BGBl. I S. 3180, (2006)
- [37] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbare Energien in Deutschland. Berlin 2013
- [38] VDI 2067 Blatt 1: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Grundlagen und Kostenberechnung. Berlin 2012
- [39] Institut Wohnen und Umwelt (IWU): Klimadaten deutscher Stationen. Darmstadt 2013
http://www.iwu.de/datei/Gradtagszahlen_Deutschland.xls (Abruf: 30.06.2013)
- [40] Wesselak, V., Schabbach, T., Link, T., Fischer, J.: Regenerative Energietechnik. Springer, Heidelberg 2013
- [41] 50Hertz Transmission GmbH (Hg.): EEG-Anlagenstammdaten.
<http://www.50hertz.com/de/165.htm> (Abruf: 09.07.2013)
- [42] Tennet TSO GmbH (Hg.): EEG-Anlagenstammdaten. <http://www.tennet.eu/de/kunden/eegkwk-g/erneuerbare-energien-gesetz/eeg-daten-nach-52/einspeisung-und-anlagenregister.html> (Abruf: 09.07.2013)
- [43] Thüringer Landesamt für Statistik (Hg.): Pressemitteilung 302/2012. Erfurt 2012
- [44] TEN (Thüringer Energienetze): Netzdaten nach § 17 Abs. 2 StromNZV. Erfurt 2013
http://www.thueringernergienetze.com/Netzinformationen/Veroeffentlichungen/Netzdaten_17.htm (Abruf: 16.10.2013)
- [45] Deutsche Energie-Agentur (Hg.): Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020 (dena-Netzstudie). Berlin 2005
- [46] Deutsche Energie-Agentur (Hg.): dena-Netzstudie II -- Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick auf 2025. Berlin 2010
- [47] Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie (Hg.): Pumpspeicherkataster Thüringen - Ergebnisse einer Potenzialanalyse. Erfurt 2011
- [48] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (Hg.): Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken. Berlin
- [49] Ammon, M., et.al.: Auswirkungen der Energiewende auf Ostdeutschland. Bonn 2013
- [50] Europäische Kommission: Grünbuch - Ein Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030. [COM(2013) 169]. Brüssel 2013

Herausgeber

Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie
Max-Reger-Straße 4-8
99096 Erfurt

oeffentlichkeitsarbeit@tmwat.thueringen.de
www.tmwat.de
www.das-ist-thueringen.de

Redaktionsschluss: Oktober 2013