



LAND
BRANDENBURG

Ministerium für Wirtschaft,
Arbeit und Energie



ENERGIE

ENERGIESTRATEGIE 2040



Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger des Landes Brandenburg, sehr geehrte Damen und Herren,

Brandenburg hat das Ziel, bis spätestens 2045 klimaneutral zu wirtschaften und zu leben. Damit das gelingt, müssen in allen Bereichen der Landespolitik Beiträge geleistet werden. Die Ihnen vorliegende Energiestrategie 2040 ist ein wichtiger Baustein, um Klimaneutralität zu erreichen. Sie bildet eine solide Basis für die zukünftige Entwicklung energiepolitischer Ansätze und Maßnahmen im Land Brandenburg.

Die bisherige Energiestrategie des Landes Brandenburg stammte aus dem Jahr 2012. Deren Fortschreibung ist im Koalitionsvertrag des Landes Brandenburg verankert. Denn seit dem Beschluss der Energiestrategie 2030 vor zehn Jahren – und insbesondere in den vergangenen Monaten – hat sich Entscheidendes in der deutschen und europäischen Energiepolitik verändert. Die Strategie wurde daher grundlegend überarbeitet und an aktuelle Verhältnisse angepasst.

Um einen Orientierungsrahmen und Planungssicherheit für Wirtschaft und Gesellschaft zu gewährleisten, braucht Brandenburg eine verbindliche Handlungsstrategie. In der Energiestrategie 2040 spiegeln sich Ergebnisse von Experten aus der Wissenschaft und Wirtschaft wider. Unsere Onlinekonsultation hat außerdem gezeigt, wie wichtig es ist, auch komplexe Themen mit der Öffentlichkeit zu diskutieren. Wir haben nationale und internationale energiepolitische Entscheidungen berücksichtigt. Auf Landesebene haben wir den



Foto: Kristin Baumert

Rahmen des künftigen Klimaplanes des Landes Brandenburg mitgestaltet und in der Energiestrategie antizipiert.

Für den Zeitraum bis 2040 ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht vollends prognostizierbar, welche Art, in welcher Größenordnung und an welchen Standorten Kraftwerke für eine sichere und preisgünstige Stromversorgung in Betrieb sein werden. Um der wachsenden Dynamik in der nationalen und internationalen Energiepolitik Rechnung zu tragen, müssen die strategischen Ziele sowie die dafür vorgesehenen Maßnahmen ergebnisoffen hinterfragt werden. Die Energiestrategie des Landes Brandenburg wird daher auch weiterhin einer regelmäßigen Überprüfung unterzogen werden. Zu ihrer Umsetzung und zur Konkretisierung der nächsten Handlungsschritte wird ein Maßnahmenkatalog erarbeitet.

Prof. Dr.-Ing. Jörg Steinbach
Minister für Wirtschaft, Arbeit und Energie

Zusammenfassung

Der Klimawandel mit seinen negativen Auswirkungen auf unser Leben und unsere Umwelt erfordert eine schnelle und umfassende Transformation zu einem klimaneutralen, zuverlässigen, umweltverträglichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlich akzeptierten Energieversorgungssystem. Mit seiner Energiestrategie 2030 hat das Land Brandenburg schon sehr früh den Weg dieser Transformation begonnen und schreitet mit der Energiestrategie 2040 weiter voran. Dabei bindet sich die Energiestrategie in die klimapolitischen Regelungen auf nationaler, europäischer und globaler Ebene ein und bildet zusammen mit dem Klimaplan, der Wasserstoffstrategie, der Klimaanpassungsstrategie und weiteren klimarelevanten Maßnahmen des Landes Brandenburg die Grundlage für eine erfolgreiche Energiewende in Brandenburg.

Aufgrund der Dynamik der politischen und wirtschaftlichen Entwicklungen stellt die Energiestrategie 2040 mit ihrem Leitszenario und dem dynamischen Zielsystem eine fortzuschreibende Basis für die weitere strategische Ausrichtung der brandenburgischen Energiepolitik. Hierzu bildet der kontinuierliche Prozess aus Umsetzung, Monitoring, Überprüfung und Zielanpassung die Grundlage für die in einem wiederkehrenden Zyklus stattfindende Weiterentwicklung der Energiestrategie 2040. Innerhalb des energiepolitischen Zielvier-ecks – bestehend aus der Klimaneutralität und Umweltverträglichkeit, der Akzeptanz und Beteiligung, der Wirtschaftlichkeit sowie der Versorgungssicherheit – wird mit sechs strategischen Zielkriterien der Umbau des Energiesystems verfolgt.

Durch die Erhöhung der Energieeffizienz soll der Primärenergieverbrauch im Vergleich zu 2007 bis 2030 um 23 % und bis 2040 um 39 % gesenkt werden. Um bis 2045 die Klimaneutralität zu erreichen ist ein kontinuierlicher Ausbau der erneuerbaren Energien erforderlich. Für den Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch bis 2030 wird ein Zielkorridor von 42 bis 55 % und bis 2040 von 68 bis 85 % angestrebt. Ab dem Jahr 2030 soll der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch bilanziell 100 % betragen. Insbesondere Wind- und Solarenergie müssen durch geeignete Rahmenbedingungen gefördert werden, da hier die größten Potenziale liegen. Bis 2040 sollen 15 GW Leistung durch Windkraft- und 33 GW Leistung durch Photovoltaikanlagen installiert sein.

Wasserstoff wird als Energieträger in dem zukünftigen dekarbonisierten Energiesystem eine zentrale Rolle spielen. Für den Erfolg der Energiewende, ist eine klimaneutrale, zuverlässige und preisgünstige Energieversorgung zu gewährleisten. Hierfür wird die Sektorenkopplung, die Einbindung von Speichertechnologien und der Netzaus- und -umbau forciert. Die Förderung von Forschung und Entwicklung im Energiebereich wird als Grundlage für Fortschritt angesehen.

Um die Akzeptanz in der Bevölkerung, insbesondere für den Ausbau erneuerbarer Energien, zu steigern, ist eine transparente Informationspolitik notwendig. Die Unterstützung regionaler, kommunaler und sektoraler Energiekonzepte, soll eine wirtschaftliche Beteiligung ermöglichen. Innovationen und Arbeitsplatzangebote im Bereich erneuerbarer Energien sollen gefördert werden, um qualitative Beschäftigungseffekte zu bewirken.

Um diese ambitionierten Ziele des Landes Brandenburg zu erreichen, werden geeignete Maßnahmen und Instrumente in einem begleitenden Maßnahmenkatalog definiert, umgesetzt und durch ein regelmäßiges Monitoring hinsichtlich ihrer Effektivität überprüft.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Zusammenfassung	3
Inhaltsverzeichnis	5
1. Motivation: Hintergrund der Fortschreibung	6
1.1. Die Energiewende schreitet voran	6
1.2. Rechtlicher Rahmen	6
1.3. Ganzheitliche klimaneutrale Systemtransformation und Sektorenkopplung als neue Schwerpunkte.....	12
2. Methodik: Fortschreibung der Energiestrategie bis 2040	15
3. Ergebnisse: Das Energieland Brandenburg heute	17
3.1. Umsetzungsstand der Energiestrategie 2030	17
3.2. Umsetzungsstand im Vergleich zu den Zielen der Bundesregierung und zum Umsetzungsstand in den Bundesländern	19
3.3. Energiepolitische Auswirkungen / Zielkonflikte in Brandenburg.....	23
3.4. Chancen für die weitere Entwicklung des Energielandes Brandenburg in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg	34
4. Perspektive: Das Energieland Brandenburg in 2040	38
4.1. Leitszenario bis zum Jahr 2040	39
4.1.1. Grundsätze der Energiestrategie 2040	39
4.1.2. Ziele der Energiestrategie 2040.....	43
4.2. Handlungskonzept	64
4.2.1. Handlungsfelder und strategische Maßnahmenbereiche	64
4.2.2. Monitoring und regelmäßige Überprüfung	71
5. Referenzen	73
5.1. Abbildungsverzeichnis	73
5.2. Fotonachweise	73
5.3. Tabellenverzeichnis.....	73
Quellennachweise	74
Abkürzungsverzeichnis	79

1. Motivation: Hintergrund der Fortschreibung

1.1. Die Energiewende schreitet voran

Mit dem Fortschreiten der Energiewende sind enorme Herausforderungen in fast allen Lebensbereichen zu bewältigen. Das Land Brandenburg gehört zu den Regionen, die im Sinne dieser Energiewende als eine Art Modellregion angesehen werden können. Zum einen hat sich Brandenburg bereits früh zur Energiewende bekannt und treibt diese auch seitens der Landespolitik aktiv voran. Zum anderen ist Brandenburg ein Energieland mit einer historisch gewachsenen konventionellen Energiewirtschaft, die derzeit noch einen wichtigen Beitrag für die Versorgungssicherheit leistet.

Brandenburg stellt sich den Herausforderungen der Energiewende und des Klimawandels und passt seine Energiepolitik an.

Der tiefgreifende Umbau unseres Energieversorgungssystems ist auch weiterhin eine der zentralen Aufgaben der Gegenwart und wird es auch zukünftig bleiben. Der Anteil der erneuerbaren Energien (EE) an der Stromversorgung konnte in den letzten Jahren in Deutschland kontinuierlich gesteigert werden. Im Jahr 2020 wurde bereits 45,4 % der deutschen Bruttostromerzeugung durch erneuerbare Energien generiert [1]. In Brandenburg deckten die erneuerbaren Energien bilanziell im Jahr 2019 sogar 94,8 % des Jahresstromverbrauchs ab [2].

Die brandenburgische Energiestrategie bildet die Leitlinie für die Entwicklung der

Energieversorgung in Brandenburg. Bereits mit der im Februar 2012 vorgelegten Energiestrategie 2030 hat das Land Brandenburg landesübergreifend Beachtung gefunden. Mit einer pragmatischen Zieldefinition und Ausrichtung, insbesondere der Setzung von Schwerpunkten (u. a. Systemintegration der erneuerbaren Energien, umfangreiche Beteiligung, regionale Umsetzung), hat das Land Brandenburg seinen energiepolitischen Fahrplan definiert und untermauert, dass es einer der Schrittmacher der Energiewende in Deutschland ist und dabei Wertschöpfung und Arbeitsplätze im Land sichern und die Wettbewerbsfähigkeit erhalten kann.

Im Rahmen des globalen Jahrhundertprojekts Energiewende wird der europäische und bundespolitische Rechtsrahmen im Energiebereich ständig angepasst und weiterentwickelt. Die Energiestrategie 2040 sieht vor, den dynamischen Entwicklungen und Unsicherheiten, wie auch der Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine, Rechnung zu tragen, um der Verantwortung im Rahmen der Energieversorgungssicherheit und Klimaschutzpolitik gerecht zu werden.

1.2. Rechtlicher Rahmen

Deutschland hat als eines der ersten Länder die durch das Pariser Klimaschutzabkommen geforderte Klimaschutzlangfriststrategie erstellt. Durch Zielsetzungen für einzelne Handlungsfelder im Klimaschutzplan 2050, welche im Zusammenhang mit dem Pariser Klimagipfel erarbeitet wurden, hat die Bundesregierung im November 2016 die Ziele ihres Energiekon-

zeptes weiter konkretisiert [3]. Zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050 wurde das Klimaschutzprogramm 2030 entworfen und im Oktober 2019 vom Kabinett beschlossen [4]. Mit diesem Programm wurden Maßnahmen definiert, um die nationalen Klimaziele des Klimaschutzplans 2050 zu erreichen. Durch das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom Dezember 2019 wurden diese nationalen Klimaziele gesetzlich festgelegt [5]. Mit der Novelle des KSG vom Juni 2021 wurden die zulässigen Treibhausgas (THG)-Emissionsmengen bis 2030 für die verschiedenen Sektoren angepasst, die Reduktionsziele für die THG-Emissionen bis 2040 festgelegt und das Ziel der THG-Neutralität auf 2045 vorgezogen [6]. Mit dieser Gesamtstrategie will die Bundesregierung die Entwicklung und Umsetzung der Energiewende für eine sichere, umweltverträgliche und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft weiter umsetzen.

Die Brandenburger Energie- und Klimapolitik ordnet sich in den nationalen und internationalen Rahmen ein.

Der Landtag des Landes Brandenburg und die Landesregierung haben sich klar zum Pariser Klimaschutzabkommen bekannt. Der zu erarbeitende Klimaplan und die Klimaanpassungsstrategie bilden die beiden Säulen der Klimapolitik der brandenburgischen Landesregierung und sind mit der Weiterentwicklung der Energiestrategie wichtige Aufgaben in der 7. Legislaturperiode des Landes Brandenburg (2019–2024) [7]. Die Energiestrategie 2040 Brandenburg strebt Klimaneutralität bis 2045 an.

Der Klimaplan zielt auf den Schutz des Klimas durch Emissionsminderung und Stärkung der ökologischen Senken zur Erreichung von Klimaneutralität bis spätestens 2045, während die Klimaanpassungsstrategie die Begrenzung von Risiken und Schäden durch nachteilige Folgen des Klimawandels zum Ziel hat. Die Energiestrategie bildet die Grundlage zum Erreichen des Ziels einer klimaneutralen Energieversorgung. Der Klimaplan soll sicherstellen, dass die Landesregierung insgesamt ihre Klimaschutzziele erreicht. Dafür ist es nötig, dass alle klimarelevanten Einzelstrategien und Maßnahmen der Landesregierung aufeinander abgestimmt sind und die nötigen Beiträge zur Zielerreichung im Klimaschutz in allen Bereichen der Landespolitik geleistet werden.

Insofern bildet der zukünftige Klimaplan mit seinen Zwischen- und Sektorenzielen den übergeordneten Rahmen mit einer klaren Orientierung für die Energiestrategie und die weiteren klimarelevanten Einzelstrategien der Ressorts. Das Maßnahmenprogramm des Klimaplans zur Erreichung der klimapolitischen Ziele soll die wichtigsten landespolitischen Maßnahmen zum Klimaschutz beinhalten und bündeln. Im Hinblick auf Konsistenz und Zielerreichung wird der Klimaplan, wie auch die Energiestrategie, einem kontinuierlichen Monitoring unterzogen. Zwischen Klimaplan, der Energiestrategie und allen weiteren Einzelstrategien besteht ein enges Wechselverhältnis, was sich auch in einer Verzahnung der Fortschreibung und Weiterentwicklung der jeweiligen Strategien niederschlägt.

Mit der Energiestrategie 2040 setzt sich das Land Brandenburg neben dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energi-

en vor allem für die Systemintegration der erneuerbaren Energien, den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft, die Einbindung neuer Speichertechnologien (z. B. Schwungmassenspeicher, thermische Speicher, etc.), die Steigerung der Energieeffizienz sowie für eine systematische Verknüpfung der Energiesektoren Strom, Industrie, Wärme und Mobilität (Sektorenkopplung) ein. Hierbei gilt es, nicht nur technische Herausforderungen zu lösen, sondern es sind – wie sich in den letzten Jahren herausgestellt hat – marktregulatorische und energierechtliche Rahmenbedingungen an die Erfordernisse der Energiewende fortlaufend anzupassen. Die in der Energiestrategie 2040 definierten Handlungsfelder „Effiziente Energienutzung“, „Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien“, „Markthochlauf für den Einsatz von Wasserstoff“, „Effiziente, klimaneutrale Strom- und Wärmeerzeugung, Verteilung und Speicherung“, „Wirtschaftliche Beteiligung und Transparenz“ und „Forschung und Entwicklung“ werden die Energieversorgung in Brandenburg bis zum Jahr 2040 und darüber hinaus bestimmen.

Transformation des Energieversorgungssystems

Durch die fluktuierende Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien und die zunehmende Dezentralität der Stromerzeugung ist die bisherige Differenzierung unseres Stromsystems in unterschiedliche Lastbereiche (Grund-, Mittel- und Spitzenlastkraftwerke) nicht mehr sachgerecht. Zum einen führt der Ausbau der erneuerbaren Energien zu einem vermehrten Austausch zwischen den Regionen. Zum anderen führt das Verordnungspaket der Bundesregierung

vom Mai 2021 zur Umsetzung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2021 als Übergangsregelung für die aktuelle Phase des Markthochlaufs von grünem Wasserstoff zu einer Befreiung von der EEG-Umlage [8]. Eine direkte Zuordnung von bestimmten Kraftwerkstypen zu den jeweiligen Lastbereichen – wie sie bisher bekannt war – wird somit in der Zukunft nicht mehr vorhanden sein. Die Einsatzmöglichkeiten für Kraftwerke, die für sehr viele Volllaststunden ausgelegt sind, werden sukzessive zurückgehen. Es werden zukünftig insbesondere flexible Kraftwerke mit kurzen An- und Abfahrzeiten sowie dynamischer Regelbarkeit benötigt. Dies hat u. a. zur Folge, dass die Einsatzdauer dieser Anlagen weiter sinkt und somit auch neue Betriebsstrategien entwickelt werden müssen. Gleichzeitig müssen die Klimaschutzziele durch geringere THG-Emissionen erreicht werden. Eine zunehmend wichtige Aufgabe besteht darin, die Einspeisung aus erneuerbaren Energien mit den Lastprofilen zu synchronisieren. Dazu werden alle zur Verfügung stehenden Instrumente genutzt werden müssen. Hierzu zählen insbesondere die Einbindung neuer Speichertechnologien sowie die Sektorenkopplung.

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Energiepolitik verschiebt sich damit zu einem gesamtheitlichen Ansatz – zu einer Transformation des Energieversorgungssystems.

Die nationalen und internationalen Zielsetzungen, rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Entwicklungen bestimmen als Leitplanken das quantitative Anspruchsniveau in der Energie- und Klimaschutzpolitik für den weiteren Weg des Energielandes Brandenburg. Die Brandenburger Ener-

giepolitik bewegt sich dabei in einem Spannungsfeld von Klimaneutralität und Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit sowie Akzeptanz und Beteiligung.

Die Energie- und Klimapolitik hat in den letzten Jahren nochmals stark an Tempo gewonnen. Durch die vom Bundestag verabschiedete Festlegung auf ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2045 wurden wichtige Impulse ausgelöst.

Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien

Um eine globale Führungsrolle bei den erneuerbaren Energien einzunehmen, hat die EU im Jahr 2018 ein verbindliches Ziel von 32 % für erneuerbare Energiequellen am Bruttoendenergieverbrauch der EU bis 2030 festgelegt [9]. Mit dem europäischen „Green Deal“^A und dem Maßnahmenpaket „Fit for 55“ wird eine Erhöhung des Ziels für den Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch auf dann 40 % erwartet [10].

Auf nationaler Ebene gibt das Zielmodell des Klimaschutzprogramms vor, dass bis zum Jahr 2030 der Anteil der erneuerbaren Energien am deutschen Bruttostromverbrauch auf mindestens 65 % auszubauen ist. Im EEG 2021 wurden die Ausbaupfade der verschiedenen erneuerbaren Energiequellen entsprechend angepasst [11].

Mit dem Koalitionsvertrag für die Jahre 2021 bis 2025 der neuen Bundesregie-

rung wurde das Ziel für den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2030 auf 80 % erhöht [12]. Diese Erhöhung erfordert in großen Teilen Deutschlands gesteigerte Ausbaupfade und einen zügigeren Ausbau aller erneuerbaren Energien, insbesondere der Windenergie und der Photovoltaik (PV). Hierfür werden die Ausbaupfade derzeit im Rahmen der Novellierung des EEG (EEG 2023) angehoben. Brandenburg hat den dafür notwendigen Flächenbedarf von 2 % der Landesfläche bereits in seiner Energiestrategie 2030 als ein notwendiges Zwischenziel auf dem Weg zu einer klimaneutralen, sicheren und wirtschaftlichen Energieversorgung definiert. Dies wird nun durch die Bundesgesetzgebung auf 2,2 % bis 2032 fortgeschrieben. Gleichzeitig ist sich die Landesregierung bewusst, dass möglicherweise nicht alle Bundesländer (z. B. Stadtstaaten) dieses angestrebte Flächenziel erreichen können. Brandenburg könnte bei geeigneten Rahmenbedingungen nach 2030 – als eines der führenden Länder der Energiewende – ggf. einen größeren Anteil am Windenergieausbau übernehmen und mögliche geographische, aber auch industriepolitische Standortvorteile nutzen. Dies darf jedoch nicht zu Lasten der Bürgerinnen und Bürger Brandenburgs geschehen. Der Aufwand und die Belastung durch den zusätzlichen Ausbau der Windenergie und durch den Netzausbau, müssen ausreichend berücksichtigt werden und wären durch geeignete Maßnahmen auf Länder- oder Bundesebene zu kompensieren. Die Rahmenbedingungen zur Umsetzung des

A Der European Green Deal ist ein von der Europäischen Kommission vorgestelltes Konzept mit dem Ziel, bis 2050 in der EU die Netto-Emissionen von Treibhausgasen auf null zu reduzieren und somit als erster Kontinent klimaneutral zu werden. Auf dieses Ziel hat sich die EU mit dem Europäischen Klimagesetz, das 2021 in Kraft trat, verbindlich verpflichtet. Er wird im Bereich der Energie durch zahlreiche europäische Initiativen wie z. B. „REPowerEU“ und die europäische Energiediplomatie vorangetrieben.

2-%-Flächenziels und die notwendigen Folgen für die Länder werden durch die Bundesgesetzgebung gestaltet.

Um die EU-Klimaschutzziele 2030 zu erreichen, hat die EU mit der Erneuerbare-Energien-Richtlinie RED II^B eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch vorgeschrieben [13]. Dabei sind die verschärften Klimaschutzziele für 2030 noch nicht berücksichtigt. Deutschland setzt die Vorgaben der RED II wie schon bei der vorangegangenen Richtlinie (RED I) von 2009 über Änderungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und der nachgelagerten Verordnung (BImSchV) um [14].

Wasserstoff

Im Juni 2020 bestätigte die Nationale Wasserstoffstrategie (NWS) der Bundesregierung die Bedeutung von Wasserstoff (H₂) als einen tragenden Baustein der Energiewende und setzt einen Rahmen für die künftige Erzeugung, Transport, Nutzung und Weiterverwendung von Wasserstoff. Sie definiert Wasserstofftechnologien als Kernelemente der Energiewende und Dekarbonisierung, sieht aber auch ein wachsendes industriepolitisches Potenzial [15].

Dabei beziffert die Bundesregierung in ihrer NWS bis 2030 einen Wasserstoffbedarf von ca. 90 bis 110 TWh/a. Ein Teil dieses Bedarfs soll gedeckt werden, indem bis zum Jahr 2030 in Deutschland

Erzeugungsanlagen von bis zu 10 GW Gesamtleistung einschließlich der dafür erforderlichen Offshore- und Onshore-Energiegewinnung entstehen sollen [12]. Dies entspricht laut NWS einer grünen Wasserstoffproduktion^C von bis zu 28 TWh/a (ca. 30 % des Bedarfs) und einer benötigten erneuerbaren Strommenge von bis zu 40 TWh/a. Für den Zeitraum bis 2035 – spätestens bis 2040 – sollen nach Möglichkeit weitere 5 GW Elektrolyseleistung zugebaut werden.

Nach der bereits im Klimaschutzprogramm 2030 angekündigten und der am 10. Juni 2020 vom Bundeskabinett beschlossenen Nationalen Wasserstoffstrategie soll die EEG-Umlage für die Produktion von grünem Wasserstoff begrenzt werden. Dadurch wird der Markthochlauf der Wasserstoffproduktion in Deutschland unterstützt und gewährleistet, so dass die Kopplung zwischen den Energieversorgungssektoren in Deutschland weiter voranschreiten kann.

Künftig können Wasserstoffhersteller zwischen zwei Optionen wählen. Zum einen wird die Möglichkeit geschaffen, die EEG-Umlage für die Herstellung von Wasserstoff im Rahmen der Besonderen Ausgleichsregelung zu begrenzen. Zum anderen soll die Bundesregierung auf Grundlage des Gesetzes künftig für die herstellenden Unternehmen von grünem Wasserstoff eine Vollbefreiung von der EEG-Umlage schaffen. Komplementär zur nationalen Strategie veröffentlichte die

^B Ziel der neuen Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II, 2018/2001) ist die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Transport bis zum Jahr 2030. Die Richtlinie sieht deswegen ein verbindliches Ziel von mindestens 32 % erneuerbarer Energien im Bruttoendverbrauch vor.

^C *Grauer Wasserstoff* wird aus fossilen Energieträgern hergestellt: mit signifikanten CO₂-Emissionen.

Blauer Wasserstoff ist Grauer Wasserstoff mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (CCS): bilanziell CO₂-neutral.

Türkiser Wasserstoff wird unter Abspaltung von festem Kohlenstoff hergestellt: CO₂-neutral.

Grüner Wasserstoff wird aus Wasser durch Elektrolyse und mittels Strom aus erneuerbaren Energien hergestellt: CO₂ neutral.

EU-Kommission ihre Wasserstoffstrategie für die kommenden Dekaden. Diese bildet eine wesentliche Säule des Green Deals [16]. Die Kommission will die Produktion und Nutzung CO₂-frei und CO₂-arm erzeugten Wasserstoffs rasch erhöhen, damit die EU bis 2050 klimaneutral wird. Dabei geht sie in einem stufenweisen Ansatz in drei Phasen vor, wobei die grüne Wasserstoffproduktion von einer Million Tonnen pro Jahr bis 2024 über zehn Millionen pro Jahr bis 2030, auf einen systemrelevanten Umfang zwischen 2030 und 2050 ansteigen soll.

Netze und Speicher

Die Liberalisierung des europäischen Energiebinnenmarktes ist weit vorangeschritten. In den Jahren von 1996 bis 2016 verabschiedete die EU insgesamt vier Legislativpakete, die die Stärkung und Harmonisierung der europäischen Verbundnetze für Strom und Gas zum Gegenstand hatten. Neben Themen wie Entflechtung, Marktzugang, Transparenz und Regulierung sowie Verbraucherschutz stand dabei auch die Versorgungssicherheit im Fokus (u. a. durch die Förderung von grenzüberschreitenden Projekten, den sogenannten PCI). Mit den Beschlüssen von 2018 und 2019 im Rahmen des „Clean Energy for all Europeans“-Pakets hat die Europäische Kommission zum einen das Ziel der Verbundbildung bei den Stromnetzen bis 2030 auf 15 % erhöht (d. h. 15 % der in einem Mitgliedstaat installierten Stromerzeugungskapazität müssen grenzüberschreitend für andere Mitgliedstaaten verfügbar sein) [17]. Zum anderen müssen bis spätestens 2025 bereits 70 % der Interkonnektoren für grenzüberschreitenden Stromhandel zur Verfügung stehen.

Zur Erreichung der übergeordneten Ziele arbeiten auf der Gemeinschaftsebene alle Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) im Rahmen des Verbands Europäischer Übertragungsnetzbetreiber ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) bzw. des Verbands Europäischer Fernleitungsnetzbetreiber ENTSO-G (European Network of Transmission System Operators for Gas) zusammen.

Auf nationaler Ebene werden die energiepolitischen Vorgaben über die bereits 2009 im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) verankerten Netzentwicklungsplanungen im Strom- und Gasbereich umgesetzt [18]. Ergänzend regeln maßgeblich das Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz (NABEG) [19], das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) [20] und das Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) [21] den Netzausbau auf der Übertragungsnetzebene in Deutschland. Für die Verteilnetzbetreiber nimmt die Novellierung des NABEG mit der Einführung von Redispatch 2.0 eine herausfordernde Stellung zur Engpassbewirtschaftung ein.

Im Zusammenhang mit dem auf allen Politikebenen angestrebten Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft könnte den heutigen Erdgasnetzen perspektivisch eine große Bedeutung zukommen. Mit der kürzlich verabschiedeten (Übergangs-) Novelle des EnWG wurde Wasserstoff zunächst als eigenständiger Energieträger eingeführt. Künftig wird jedoch – je nach Grad der Marktdurchdringung von Wasserstoff – die Umwidmung der bestehenden Gasnetzinfrastruktur erforderlich werden. Neben der reinen Transportaufgabe kann das Gasnetz auch die zentrale Speicherfunktion im integrierten Energiesystem erfüllen.

Der Ausbau der Speicherkapazitäten ist ein wichtiger Baustein zur Stabilisierung des Energiesystems. Brandenburg setzt sich deshalb bereits seit Jahren dafür ein, dass der Bund verstärkt neue Speichertechnologien unterstützt. Durch das neu gefasste EnWG, das im Juni 2021 verabschiedet wurde, wurde die Doppelbelastung für Speicher mit Steuern, Umlagen und Abgaben weitgehend beseitigt. Dadurch werden der systemische Einsatz sowie der effiziente Multi-Use von Energiespeichern gefördert, was lange Zeit aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich war.

Forschung und Entwicklung

Exzellente, breit angelegte und gut vernetzte Energieforschung gehört zu den wichtigsten Voraussetzungen, um die Transformation des Energiesystems hin zu einer wirtschaftlichen, verlässlichen und ökologisch nachhaltigen Energieversorgung der Zukunft zu bewältigen. Hierfür setzen die europäischen und nationalen Forschungsförderprogramme (z. B. Horizont Europa, Energieforschungsprogramm der Bundesregierung) entscheidende Rahmenbedingungen.

Im Rahmen von Horizont Europa [22] steht in den Jahren 2021–2027 ein Budget von bis zu 35,5 Mrd. Euro für klimarelevante Forschung im Bereich „Klima, Energie und Mobilität“ zur Verfügung. Über das 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung werden jährlich rund 1,3 Mrd. Euro bereitgestellt [23].

1.3. Ganzheitliche klimaneutrale Systemtransformation und Sektorenkopplung als neue Schwerpunkte

Das Land Brandenburg hatte mit der Verabschiedung der Energiestrategie 2030 im Jahr 2012 einen neuen Schwerpunkt beim Thema Systemintegration der erneuerbaren Energien und der Verknüpfung der Sektoren Strom, Industrie, Wärme und Mobilität gesetzt. Hintergrund waren die seinerzeit bereits erkennbaren Herausforderungen, die in Brandenburg durch den hohen Anteil erneuerbarer Energien sichtbar wurden. Leider blieben die Bemühungen des Landes Brandenburg, diese wichtigen Themen in die Gesetzgebungsverfahren (z. B. EEG 2014) einzubringen, zunächst erfolglos. Im weiteren Verlauf der Energiewende erkannten immer mehr Akteurinnen und Akteure die Potenziale und die Notwendigkeit der Sektorenkopplung, sodass in den Gesetzgebungsverfahren in der Vergangenheit erste Erfolge verbucht wurden (z. B. EEG 2017).

Mit der Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes im Sommer 2021 wurde ein weiterer großer Schritt in Sachen Flexibilitätsoptionen^D genommen (vgl. hierzu auch Abschnitt 3.3).

Es wird immer deutlicher, dass die Energiewende ganzheitlich gedacht werden muss und wird. Neben dem Stromsektor, in dem bereits gute Fortschritte erzielt wurden, rücken die Bereiche Wärme und Mobilität stärker in den Fokus der energiepolitischen Debatte. Aus den unter Abschnitt 1.2. aufgezeigten globalen, europäischen

^D Flexibilitätsoptionen in der Energieversorgung beinhalten Maßnahmen zum Ausgleich zwischen Energieerzeugung und -verbrauch mit dem Ziel, eine sichere und preiswerte Energieversorgung zu gewährleisten.

und nationalen Zielsetzungen ergibt sich, dass neben der Einbindung der erneuerbaren Energien in das bisherige System der Energieversorgung (Systemintegration) ein umfassender Umbau erforderlich ist – insbesondere auch deshalb, weil die neuen Energiemärkte, bedingt durch die Transformation des Energieversorgungssystems und seinen Anforderungen, anderen Mechanismen unterliegen werden, als die bisherigen Energiemärkte. Das gesamte Energieversorgungssystem, von der Erzeugung bis zum Verbrauch, muss einem integrierten Ansatz folgen und an den Zielen der Klimaneutralität ausgerichtet werden. Die systematische Verknüpfung aller für diese Neuausrichtung geeigneten Energieträger und Sektoren sowie die intelligente Steuerung des Gesamtsystems werden zentrale Zukunftsaufgaben sein. Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, müssen in allen Bereichen des Lebens die THG-Emissionen deutlich reduziert werden. Mit Hilfe der Sektorenkopplung, der Verzahnung der Energieverbrauchssektoren, lässt sich die Dekarbonisierung realisieren.

Sektorenkopplung ist ein wichtiger Baustein einer klimaneutralen ganzheitlichen Energiewende.

Im Verkehrssektor bedarf es einer umfassenden Veränderung, um die THG-Emissionen zu senken. Für den Straßen- und Schienenverkehr gilt nach Artikel 25 der Richtlinie eine Mindestquote von 14 % erneuerbarer Energien, die durch eine Verpflichtung der Inverkehrbringer von Kraftstoffen für jeden EU-Mitgliedstaat bis 2030

zu erreichen ist. Hier bilden die Abkehr von Verbrennungsmotoren für fossile Kraftstoffe, die Reduzierung des Verkehrsaufkommens sowie der effiziente Energieeinsatz im Verkehrssektor die Grundlagen für eine erfolgreiche Verkehrswende. Die Elektrifizierung der Antriebe von PKW hat bereits begonnen und wird weiter vorangetrieben. Im Güter- und Schwerlasttransport können durch den Einsatz von Wasserstoff oder synthetischen Kraftstoffen konventionelle Energieträger ersetzt werden. Im ÖPNV werden bereits sowohl batterieelektrische Antriebe als auch Antriebe auf Basis von Wasserstoff eingesetzt. Durch diese Antriebswende werden die dort auftretenden THG-Emissionen vermieden, der Bedarf an elektrischer Energie wird jedoch steigen. Ziele und Leitplanken für die Verkehrswende werden beispielsweise durch Mobilitätsstrategien der Europäischen Kommission [24] und des Landes Brandenburg [25] vorgegeben, welche derzeit im Jahr 2022 überarbeitet wird.

Die Wärmewende im Wärmesektor wird sowohl in den Haushalten, Gewerbe, Handel und Dienstleistung als auch in der Industrie weiter vorangetrieben. Die fortschreitende Umstellung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energieträger ist für die zentrale als auch für die dezentrale Wärmeversorgung notwendig. Hier spielen neben der direkten Nutzung erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Tiefengeothermie oder Biomasse, die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmepumpen sowie die direkte Verwendung elektrischer Energie zur Wärmeerzeugung (Power-to-Heat) eine entscheidende Rolle. Bei ausreichender Wärmedichte können Fern- und Nahwärmenetze zudem zu einer effizienten Nutzung von klimafreundlicher Energie führen, da Energie

aus erneuerbaren Quellen leicht integriert werden kann und Wärmenetze kombiniert mit Speichern zum temporären Ausgleich fluktuierender Einspeisung genutzt werden können.

Im Industriesektor ist es erforderlich, die verschiedensten Prozesse durch den Einsatz von Wasserstoff zu dekarbonisieren. Der Wasserstoff sollte dafür idealerweise mittels erneuerbarer Energien hergestellt werden, in der Übergangszeit sind aber klimaneutrale Methoden ebenso möglich und notwendig. All diese Maßnahmen zur Dekarbonisierung werden den Strombedarf ebenfalls erheblich steigen lassen und damit auch die Ausbauziele der erneuerbaren Energien erhöhen.

Rechtzeitiger Klimaschutz ist seit dem Beschluss des Bundesverfassungsgerichts als verfassungsrechtlich erforderlich eingestuft. Ohne rechtzeitigen Klimaschutz, d. h. ohne rechtzeitige Klimaneutralität, werden die Folgen des ungebremsten oder unzureichend gebremsten Klimawandels andere etablierte Schutzansprüche nach heutiger Voraussicht auf lange Sicht gegenstandslos machen oder ihnen ihre Substanz entziehen. Nur durch rechtzeitige Klimaneutralität werden zukünftig Wettbewerbsfähigkeit und Lebensstandards erhalten bleiben können. Durch ein klimaneutrales Brandenburg nimmt das Land zudem seine globale Verantwortung für die Verwirklichung der Agenda 2030 der Vereinten Nationen wahr.

Der für eine klimaneutrale Energieversorgung erforderliche Strukturwandel stellt weiterhin große Herausforderungen an das heute existierende Energieversorgungssystem. Es ist ein substantieller Umbau der Erzeugungs-, Verteil-, Speicher-,

Reserve- und Verbrauchsstrukturen erforderlich. Der Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger und der damit synchronisierte Umstieg auf erneuerbare Energie und Wasserstoff stehen dafür im Zentrum des politischen Handelns.

2. Methodik: Fortschreibung der Energiestrategie bis 2040

Gemäß dem Koalitionsvertrag des Landes Brandenburg aus 2019 ist die bestehende Energiestrategie 2030 zur Energiestrategie 2040 weiterzuentwickeln. Darüber hinaus legt der Koalitionsvertrag fest, dass ein Klimaplan aufgestellt wird, der die Weiterentwicklung der bestehenden Fachstrategien der Landesregierung zu einer verbindlichen Klimastrategie zusammenfasst.

Auf Grund der geänderten energiewirtschaftlichen und -rechtlichen Rahmenbedingungen auf EU-, Bundes- und Landesebene wurde Ende September 2020 nach einer Ausschreibung ein Gutachten an die Prognos AG in Auftrag gegeben, das die Fortschreibung der Energiestrategie 2030 zur Energiestrategie 2040 zum Inhalt hat [26]. Das Gutachten hat einerseits die bisherigen Fortschritte der Energiestrategie 2030 evaluiert und andererseits ein in die Zukunft verlängertes, aktuelles Leitszenario analysiert, welches die gültige Gesetzeslage Anfang des Jahres 2021 abbildet.

Die Weiterentwicklung der Energiestrategie 2030 erfolgte in mehreren aufeinander aufbauenden Phasen. Die Grundlagen für das Gutachten wurden im Oktober 2020 geschaffen. Im Zuge eines Kick-off Meetings wurden die Methodik, der Projektablauf und der Zeitplan besprochen sowie die notwendigen Akteure für Fachgespräche bestimmt. Des Weiteren wurde der Inhalt des Leitszenarios und der zu betrachtenden Sensitivitäten besprochen. Aufgrund der umfangreichen Änderungen am energierechtlichen Regulierungsrahmen und der Anpassungen an das Energie- und Klimakonzept der Bundesregierung wurde analysiert, wie sich der geänderte Rechts- und Regulierungsrahmen und die

aktuellen Investitionsplanungen der Energiewirtschaft auf die energiepolitischen Zielsetzungen des Landes auswirken (Monitoring Energiestrategie 2030). Daneben wurde diskutiert, welche Auswirkungen die nationalen Beschlüsse (Klimaschutzplan 2050 und Bundes-Klimaschutzgesetz) und die internationalen Beschlüsse (Paris-Abkommen 2015) zur Klimapolitik auf die Brandenburger Energiewirtschaft haben. Es wurde beschlossen, dass im Gutachten das Leitszenario die gültigen Rahmenbedingungen zu Beginn des Jahres 2021 abbildet. Im Kern stützt sich daher das Leitszenario auf das Gutachten „Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050“ [27]. In dieser Studie ist ein umfassendes, konsistentes Bild der zukünftigen Entwicklung der deutschen Energieversorgung gezeichnet. Die Ergebnisse der deutschlandweiten Untersuchung wurden auf das Land Brandenburg übertragen.

Die Untersuchungsmethodik basiert auf der „Prognos-Modellfamilie“ und umfasst alle Verbrauchssektoren sowie die Stromwirtschaft. Im Einzelnen wurden folgende Modelle miteinander kombiniert und angewendet:

- der Energiebedarf Deutschland/Regionen,
- der Strommarkt Deutschland,
- die Endkunden-Energiepreise und
- die internationalen Energiepreise.

Aufbauend auf den Ergebnissen der energiewirtschaftlichen Analyse wurden von der Prognos AG zudem die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte abgeschätzt. Im fortlaufenden Prozess gab es zahlreiche Gespräche und Diskussionen.

Innerhalb der Interministeriellen Arbeitsgruppe Energiestrategie (IMAG ES) wurden regelmäßig die Ergebnisse diskutiert. Darüber hinaus gab es zahlreiche Fachgespräche mit den energiewirtschaftlichen Akteuren im Land.

Anders als das Prognos-Gutachten, beschreibt die Energiestrategie 2040 Ziele, deren Erreichung zur Klimaneutralität bis 2045 führen. Das Land Brandenburg reagiert damit auf die Novelle des Klimaschutzgesetzes der Bundesregierung von Juni 2021 [6], durch welches das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 verankert wurde. Die Energiestrategie 2040 weist daher teilweise vom Prognos-Gutachten abweichende Annahmen und Zielangaben auf, da diese geänderte Rahmenbedingung aufgrund des Zeitpunktes der Begutachtung noch nicht berücksichtigt werden konnte.

Auf Grundlage der Ergebnisse des Gutachtens und der Zielvorgabe der Klimaneutralität bis 2045 erfolgte die Ausarbeitung eines Entwurfes für die Energiestrategie 2040. Im Sinne einer bestmöglichen Transparenz wurde dieser Entwurf in der IMAG Energiestrategie, in der Energieallianz sowie anschließend in einer Onlinekonsultation abgestimmt.

3. Ergebnisse: Das Energieland Brandenburg heute

Im Energieland Brandenburg sind bislang zwei Handlungsfelder von besonderer Bedeutung. Historisch und strukturell bedingt ist zurzeit noch die heimisch verfügbare Braunkohle eine wesentliche Säule der Energieversorgung und trägt zur Versorgungssicherheit in Deutschland bei. Die zweite tragende Säule sind die erneuerbaren Energien, die sich in den letzten Jahren im Zuge der Umsetzung der Energiestrategie 2020 und 2030 sehr dynamisch entwickelt haben [28], [29].

Energiestrategie 2030 zu dokumentieren, wurden umfangreiche Berichte zu den strategischen Maßnahmen erarbeitet [30], [31]. Zudem werden jährlich aktuelle Daten im Rahmen des Monitorings zur Energiestrategie 2030 bereitgestellt [2]. Diese ermöglichen eine Verfolgung der Entwicklung der festgelegten Indikatoren. Die vorliegenden Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt und dokumentieren den Stand der Umsetzung der Energiestrategie 2020 (aus dem Jahr 2008) und der Energiestrategie 2030 (aus dem Jahr 2012).

3.1. Umsetzungsstand der Energiestrategie 2030

Die Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg sah eine regelmäßige Evaluierung vor. Um den Umsetzungsstand der

Die Umsetzung der Energiestrategie 2030 wurde fortlaufend mit Berichten und einem Monitoring dokumentiert.

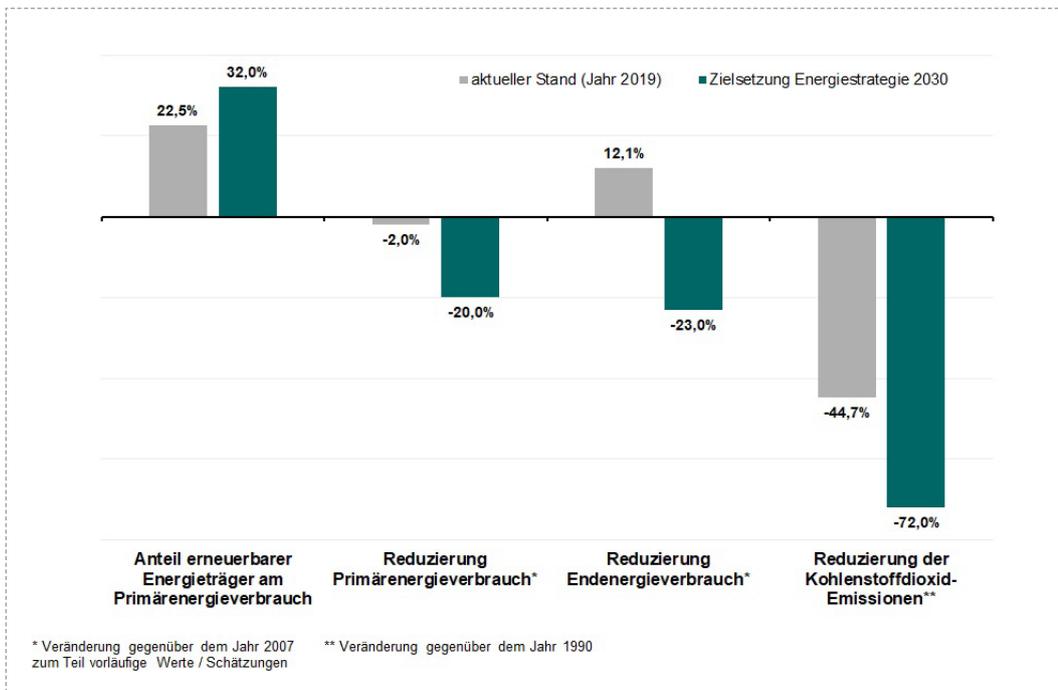


Abbildung 1: Übersicht der bisherigen Zielerreichung der Energiestrategie 2030 (Datenquelle: in Anlehnung an [2])

Ziel „Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch erhöhen“

ES 2020 (Zwischenziel): Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch auf 20 % (mind. 120 PJ)

ES 2030: Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch auf 32 % (mind. 170 PJ)

Der Beitrag der erneuerbaren Energien zum Primärenergieverbrauch (PEV) konnte bis zum Jahr 2019 auf über 143,5 PJ gesteigert werden und übertraf damit bereits das Zwischenziel für 2020 von 120 PJ um ca. 19,6 % (Abbildung 2). Da jedoch der Primärenergieverbrauch nicht im prognostizierten Umfang gesenkt werden konnte, ergibt sich trotzdem nur ein Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch von 22,5 %. Der Energieträger

Biomasse leistet aktuell den größten Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch, gefolgt von der Windenergie. In den letzten Jahren ist zudem ein starker Anstieg der gesamten installierten Leistung bei den Photovoltaikanlagen zu verzeichnen. Die erneuerbaren Energien sind in Brandenburg längst Motor für wirtschaftliches Wachstum und Innovationen:

Ziel „Energieeffizienz steigern und -verbrauch reduzieren“

ES 2020 (Zwischenziel): Senkung des Endenergieverbrauchs um 13 % (auf 263 PJ) gegenüber 2007

ES 2030: Senkung des Endenergieverbrauchs um ca. 23 % (auf 220 PJ) gegenüber 2007

Im Jahr 2018 sicherten die erneuerbaren Energieträger bereits 17.800 direkte und

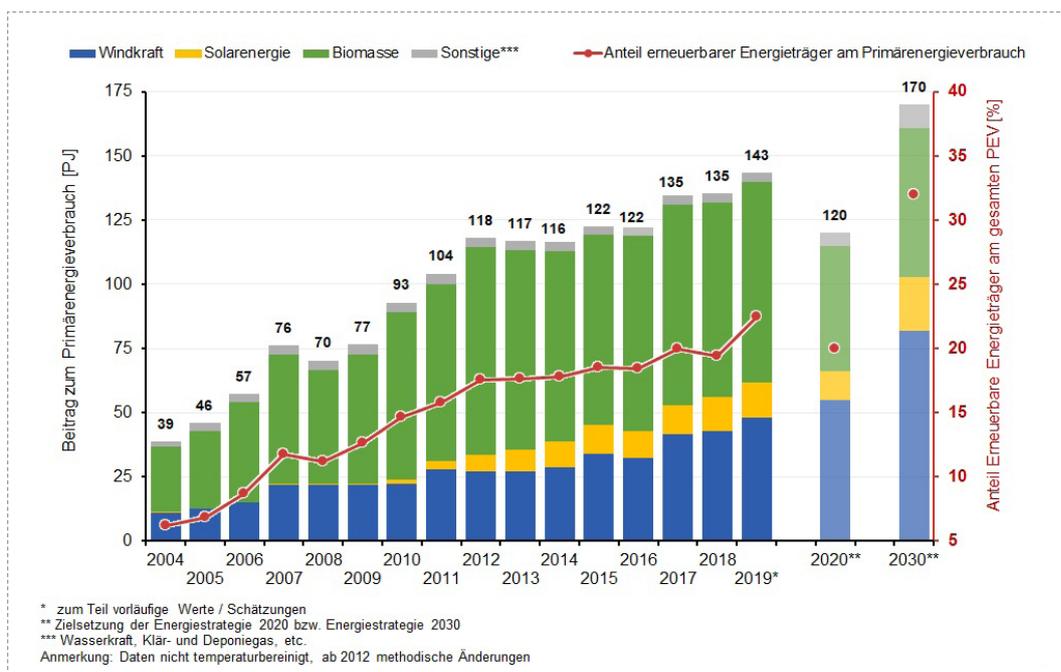


Abbildung 2: Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energieträger am PEV in Brandenburg (Datenquelle: in Anlehnung an [2])

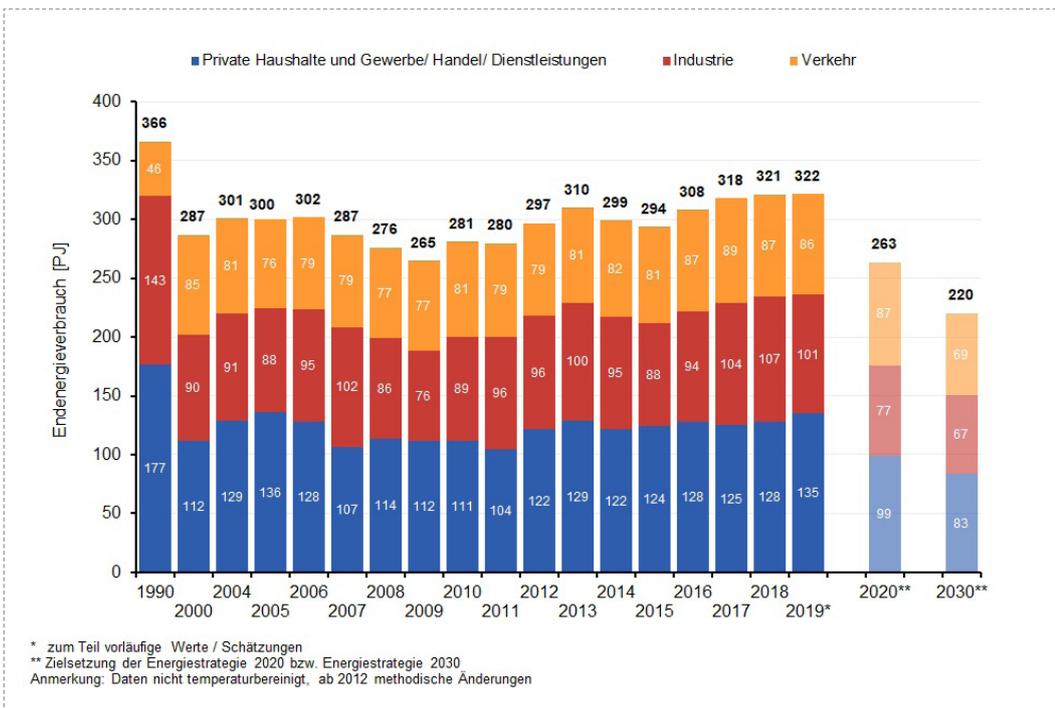


Abbildung 3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren im Land Brandenburg (Datenquellen: in Anlehnung an [2])

indirekte Arbeitsplätze in Brandenburg [26]. Davon entfielen 7.900 Arbeitsplätze auf die Windbranche, rund 2.400 Arbeitsplätze auf die Photovoltaik sowie 7.500 Arbeitsplätze auf die Bioenergie.

Beim Endenergieverbrauch (EEV) kann im Land Brandenburg derzeit insgesamt keine kontinuierliche Absenkung festgestellt werden. Während in den Jahren zwischen 2004 und 2010 eine Reduzierung beim EEV erkennbar wurde (-6 %), stieg der EEV ab 2010 auf fast 322 PJ im Jahr 2019 (Abbildung 3). Hierin spiegelt sich insbesondere die gute konjunkturelle Entwicklung des Landes nach der Wirtschaftskrise in den Jahren 2008 und 2009 wider. Des Weiteren konnten nach 2009 neue Industrien angesiedelt werden, die zum höheren Endenergieverbrauch beigetragen haben. So nahm das Bruttoinlandsprodukt für Brandenburg zwischen 2010 und 2019 um 15 % zu. Am deutlichsten wird dies

im Sektor Industrie. Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch müssen zukünftig im Land voneinander durch eine höhere Energieeffizienz, z. B. durch die Nutzung neuer energiesparender Technologien, aber auch durch die Nutzung von Einsparpotenzialen entkoppelt werden, damit der Energieverbrauch letztendlich sinkt, die Energieproduktivität aber steigt.

3.2. Umsetzungsstand im Vergleich zu den Zielen der Bundesregierung und zum Umsetzungsstand in den Bundesländern

In den letzten Jahren konnte in Brandenburg die Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien weiter ausgebaut werden. In 2019 wurden 19,9 TWh (71,8 PJ) durch erneuerbare Energien erzeugt. Dies ist eine Steigerung um 1,4 TWh ge-

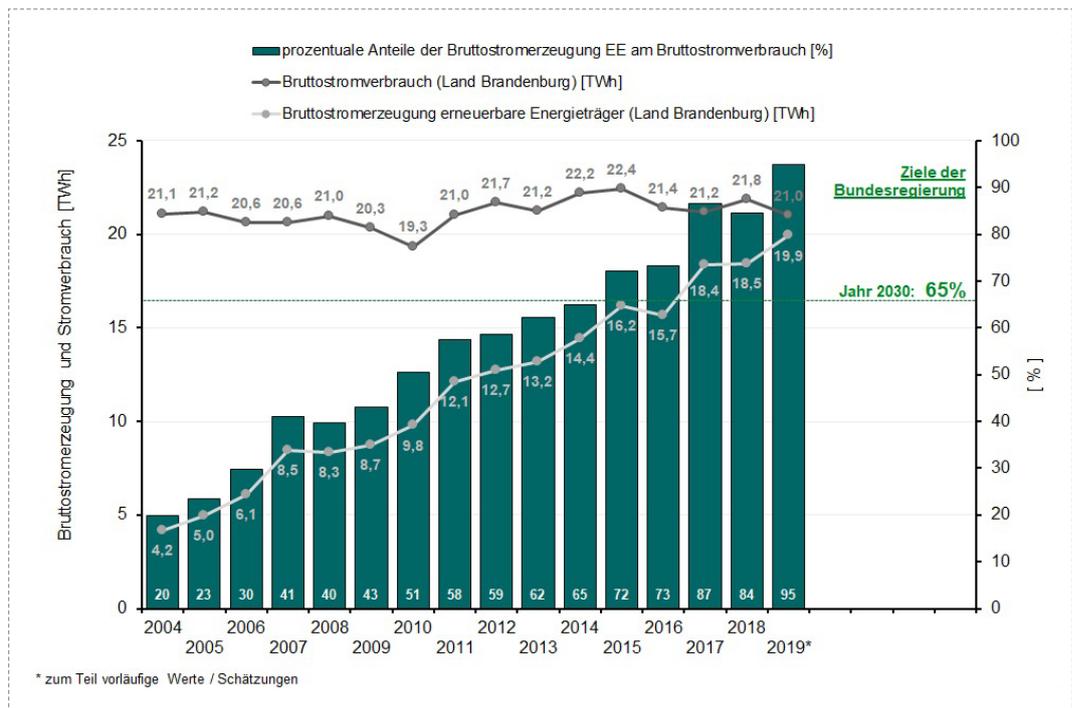


Abbildung 4: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch im Land Brandenburg (Datenquellen: in Anlehnung an [2])

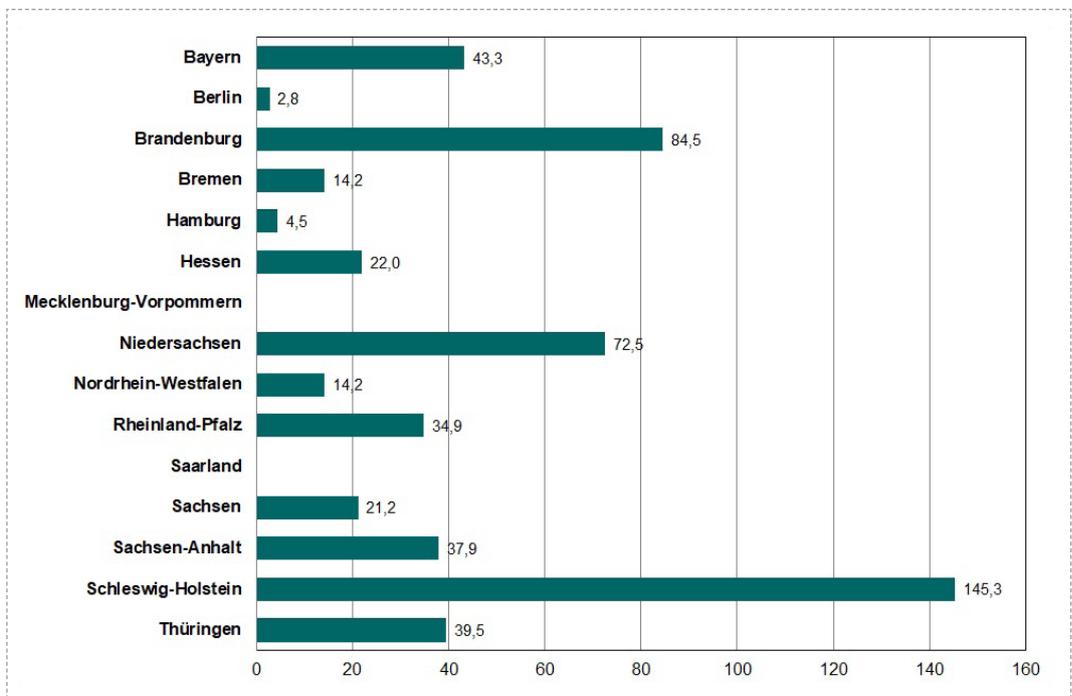


Abbildung 5: Anteil der erneuerbaren Energie am Bruttostromverbrauch im Bundesländervergleich (2018, in %) (Datenquelle: [32])

genüber 2018. Rein rechnerisch wäre das Land Brandenburg im Jahr 2019 bereits in der Lage gewesen, seinen Bruttostromverbrauch bilanziell zu 94,8 % aus erneuerbaren Energien zu decken. Damit hat das Land Brandenburg das Zielniveau der Bundesregierung für das Jahr 2030 bereits weit übertroffen (Abbildung 4). Die aktuellen Prognosen zum zukünftigen Bruttostrombedarf gehen aufgrund der Sektorenkopplung und dem geplanten Hochlaufen der Wasserstoffwirtschaft von steigenden Bedarfen aus. Zusätzlich rechnet Brandenburg mit der Ansiedlung weiterer energieintensiver Industrien. Aus diesen Gründen ist zum Erreichen der Klimaneutralität der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien zwingend erforderlich.

In Deutschland konnte bis zum Jahr 2018^E der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf durchschnittlich 38,5 % gesteigert werden. Die einzelnen Bundesländer leisten in diesem Zusam-

menhang sehr unterschiedliche Beiträge (vgl. Abbildung 5). Das Land Brandenburg zählt hierbei zur Spitzengruppe und belegt mit 84,5 % Platz zwei hinter Schleswig-Holstein (145,3 %). Für das ebenfalls windreiche Mecklenburg-Vorpommern und für das Saarland lagen zum Zeitpunkt der Erhebung keine Daten vor. Die Unterschiede können jedoch nicht ausschließlich auf die Energiepolitik der einzelnen Bundesländer zurückgeführt werden, sondern sind ebenso strukturbedingt und stark durch geographische Gegebenheiten bestimmt.

Bundesziel „Reduzierung des Primärenergieverbrauchs“

Verminderung des Primärenergieverbrauchs bis 2020 gegenüber 2008 um 20 %, bis 2030 um 30 % und bis 2050 um 50 %

Der Primärenergieverbrauch des Landes Brandenburg ist in den Jahren 2010 bis 2018 gestiegen und reduzierte sich 2019

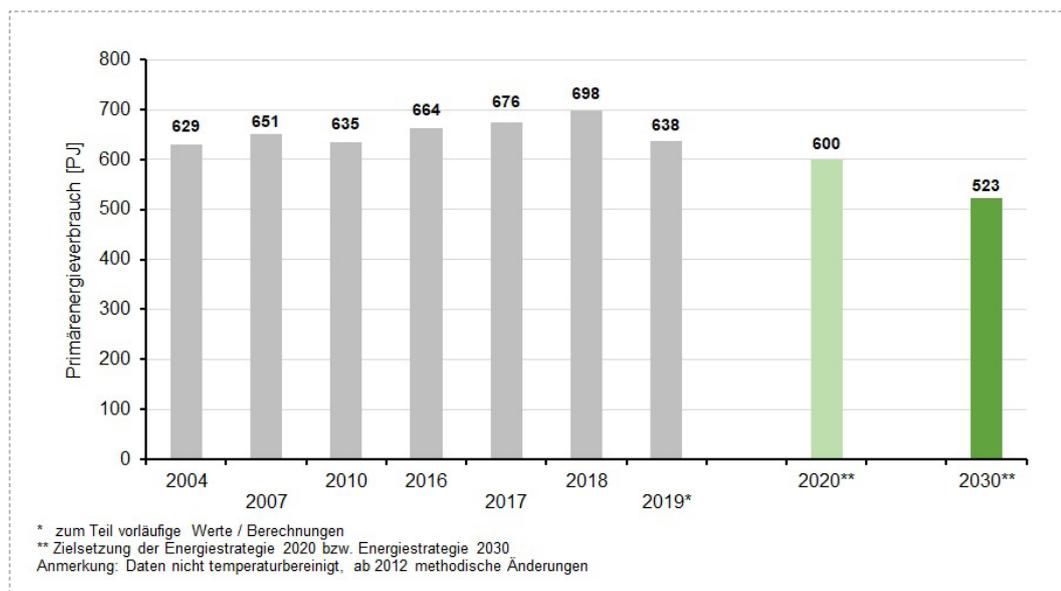


Abbildung 6: Jährliche Veränderung des Primärenergieverbrauchs des Landes Brandenburg (Datenquellen: in Anlehnung an [2])

E Für 2019 lagen zum Zeitpunkt der Erhebung zu wenige Daten für eine Auswertung vor.

wieder auf das Niveau von 2010 (vgl. Abbildung 6). Der hohe Primärenergieverbrauch in Brandenburg resultiert insbesondere daraus, dass rund 60 % des in Brandenburg produzierten Stroms und über 60 % der in Brandenburg hergestellten Raffinerieerzeugnisse (Heizöl, Kraftstoffe u. a. Mineralölprodukte) exportiert werden und damit wesentlich zur Energieversorgung anderer Bundesländer, insbesondere Berlins, beitragen. Statistisch wird der damit verbundene Primärenergieverbrauch jedoch Brandenburg zugerechnet. Aus heutiger Sicht und vor dem Hintergrund des Ausstiegs aus der Braunkohle ist nicht sicher vorzusagen, bis zu welchem Zeitpunkt Brandenburg eine tragende Säule der nationalen Versorgungssicherheit sein wird. Letztendlich wird der Fortschritt der Energiewende im gesamtdeutschen Kontext darüber entscheiden, in welchem Umfang Energie

aus Brandenburg (vor allem Strom aus erneuerbaren Energien) zukünftig nachgefragt wird. Vor diesem Hintergrund sind auch die Zielsetzungen des Bundes beim Primärenergieverbrauch nicht unmittelbar auf das derzeitige Energieexport- und Energietransitland Brandenburg übertragbar.

Der Primärenergieverbrauch in Deutschland konnte im Zeitraum von 1990 bis 2019 um rund 20 % abgesenkt werden. Ein Blick auf die Beiträge der einzelnen Bundesländer verdeutlicht, dass mit Ausnahme von Schleswig-Holstein die größten Reduzierungen im Primärenergieverbrauch in den neuen Bundesländern zu verzeichnen sind (vgl. Abbildung 7). Schlussendlich bilden diese Absenkungen im Wesentlichen die weitreichenden Strukturumbrüche in der Industrie und der Energiewirtschaft im Zuge der Wiedervereinigung ab.

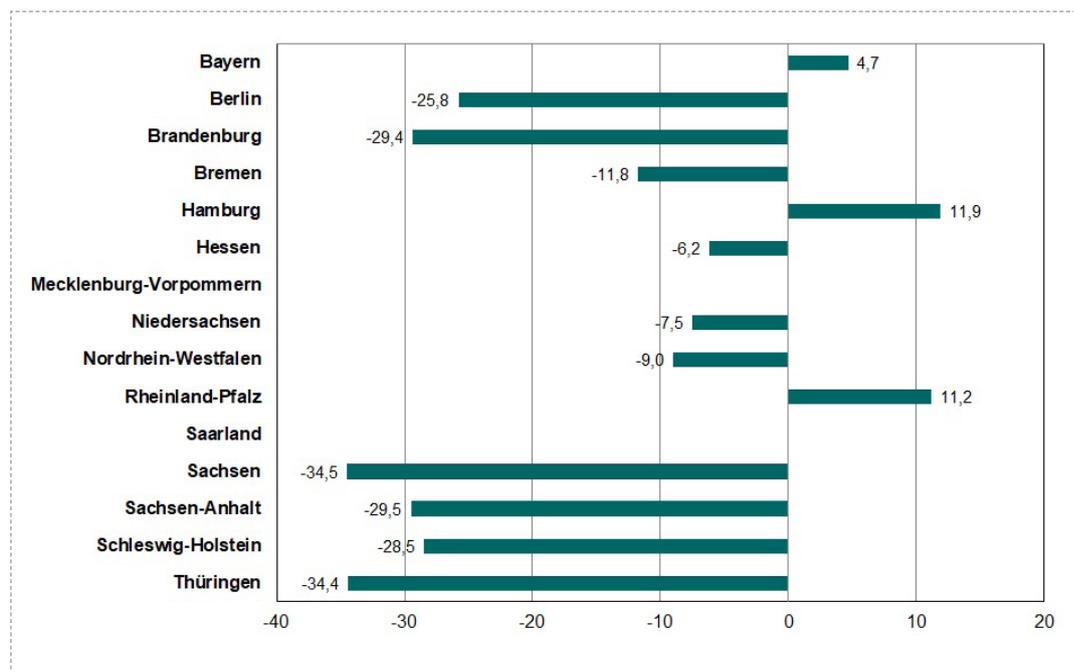


Abbildung 7: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs gegenüber 1990 im Bundesländervergleich (2019, in %) (Datenquelle: [32])

3.3. Energiepolitische Auswirkungen / Zielkonflikte in Brandenburg

Das Energieland Brandenburg steht bei seinem Weg zu einer klimaneutralen, verlässlichen, ökologisch verträglichen, gesellschaftlich akzeptierten und wirtschaftlichen Energieversorgung vor Herausforderungen, mit denen offen und lösungsorientiert umgegangen werden muss. Die durchgeführten Analysen verdeutlichen die Herausforderungen, vor denen die Brandenburger wie die gesamte Energiewirtschaft steht [26].

Energieverbrauch und Energieexport

Die Fortschritte im Bereich Energieeffizienz sind noch lange nicht ausreichend, um die Einsparziele beim EEV zu erreichen. Die deutlich positive Entwicklung bis 2009 ist insbesondere ein Resultat der Wirtschaftskrise. Der erneute Anstieg des EEV geht einerseits mit einer guten wirtschaftlichen Entwicklung einher. Andererseits werden die Effizienzgewinne zunehmend durch neue Anwendungen und Verbraucher relativiert (z. B. durch die zunehmende Digitalisierung). Parallel dazu kommt es zu einem Energieträgerwechsel zu erneuerbaren bzw. treibhausgasneutralen Energieträgern. Die Entwicklung fällt auch aufgrund spezifischer Effekte in den einzelnen Verbrauchssektoren und für die Energieträger unterschiedlich aus.

Mit Blick auf den Primärenergieverbrauch ist die derzeitige Funktion Brandenburgs als Energieexport- und Energietransitland (u. a. Strom, Mineralölprodukte, Gas) im nationalen Kontext zu berücksichtigen. Beispielweise bezieht allein das Land Ber-

lin – bedingt durch seine geographische Lage – einen Großteil seines Strom- und Gasbedarfes über Brandenburger Netze. Aufgrund des beschlossenen Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung und dem geringer werdenden Bedarf an Mineralölprodukten durch die Verkehrswende, wird die Bedeutung Brandenburgs als Energieexportland sukzessive abnehmen. Brandenburg strebt in Zukunft an, dass der hier erzeugte Strom auch primär im Land verbraucht wird. Ein wichtiges Ziel wird deshalb die bilanzielle Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien werden, um die notwendigen Energieimporte so gering wie möglich zu halten, Abhängigkeiten zu verringern und die Wertschöpfung im Land zu erhöhen. Brandenburg wird aber auch zukünftig ein wichtiges Energietransitland, insbesondere auch im Hinblick auf die Berliner Energieversorgung, bleiben. Der Energiemix wird sich aber dynamisch wandeln und Wasserstoff wird ein bedeutender Bestandteil werden [26]. Durch die Einbindung in die europäischen Verbundnetzsysteme für Strom und Gas spielt Brandenburg eine bedeutende Rolle für die nationale und europäische Versorgungssicherheit, welche für die Autonomie und Souveränität der EU in Energiefragen essentiell ist.

Brandenburg ist derzeit noch ein Energieexport- und Energietransitland und leistet damit wichtige Beiträge zur Versorgungssicherheit.

Die Energieintensität Brandenburgs liegt in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen über dem Bundesdurchschnitt [32]. Dies ist nicht zuletzt

auf die Industriestruktur Brandenburgs zurückzuführen, welche durch einen überdurchschnittlichen Anteil energieintensiver Industrien (u. a. Stahl, Zement, Chemie, Papier) gekennzeichnet ist. Auch die Verlagerung des gesamten Berliner Flugverkehrs von Tegel zum Flughafen Berlin-Brandenburg (BER) hat eine bilanziell zusätzliche negative Auswirkung auf die Energiebilanz des Landes Brandenburg.

Die Energieintensität in Brandenburg liegt über dem Bundesdurchschnitt.

Braunkohle

Der gesetzlich beschlossene Ausstieg aus dem heimischen Energieträger Braunkohle bis 2038 ist wegen des historisch gewachsenen bedeutenden regionalen Wertschöpfungs- und Beschäftigungsfaktors eine anspruchsvolle Aufgabe. Das machen die folgenden Zahlen deutlich: ca. 1,3 Mrd. Euro Bruttowertschöpfung des Landes, ca. 5.600 direkte, 3.500 indirekte und 3.000 induzierte Beschäftigte in Brandenburg im Jahr 2018. Die Braunkohleverstromung ist auch ein Eckpfeiler der Energieversorgungssicherheit [26]. Neben der kontinuierlichen Bereitstellung von Strom wirkt die Braunkohleverstromung aufgrund ihrer Importunabhängigkeit teilweise preisstabilisierend. Allerdings verursacht dieser Umwandlungssektor derzeit fast zwei Drittel der gesamten CO₂-Emissionen des Landes sowie erhebliche Eingriffe in die Landschaft und den Wasserhaushalt.

Der fossile Kraftwerkspark in Brandenburg hatte im Jahr 2018 eine installierte Nettoleistung von 6 GW. Mit der Umsetzung des Kohleausstiegsgesetzes^F kommt es hier zu einer sukzessiven Verringerung der Kraftwerksleistung. Das Kohleausstiegsgesetz sieht vor, dass zunächst die einzelnen Blöcke sukzessive in die Sicherheitsbereitschaft überführt und spätestens bis 2038 endgültig stillgelegt werden.

Erneuerbare Energien

Die Entwicklung der einzelnen erneuerbaren Energieträger ist seit der Verabschiedung der Energiestrategie 2030 im Jahr 2012 unterschiedlich verlaufen. Insbesondere marktwirtschaftliche Entwicklungen (z. B. Skaleneffekte bei der Photovoltaik) und Gesetzesnovellierungen des EEG haben teilweise enorme Effekte auf den Wind- und Photovoltaikzubaue in Brandenburg gehabt.

Photovoltaik

Im Juni 2021 waren in Brandenburg rund 4,5 GW Photovoltaikleistung am Netz. Zudem sind bereits weitere 180 MW im Rahmen weiterer Ausschreibungsverfahren bezuschlagt worden. Allein der Solarpark Weesow-Willmersdorf, nördlich der Stadt Werneuchen, ist mit einer Leistung von rund 187 MW Ende 2020 ans Netz gegangen. Die Wettbewerbsfähigkeit der Photovoltaik wird von der Tatsache unterstrichen, dass das Projekt außerhalb der EEG-Förderung umgesetzt wurde. Demzufolge sind die bisherigen Ziele der Energiestrategie 2030 i. H. v. 3,5 GW installierter Photovoltaik bereits übertroffen. Der Brandenburger

^F Das Kohleausstiegsgesetz beinhaltet das Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung (Kohleverstromungsbeendigungsgesetz (KVBG)) sowie mehrere Änderungen von Gesetzen wie das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), das EEG, das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) sowie das Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG).

Koalitionsvertrag sieht eine deutliche Steigerung der Photovoltaikpotenziale vor. Ein starker Zuwachs in den nächsten Jahren ist daher zu erwarten.

Windenergie

Mit Stand Juli 2021 waren in Brandenburg 3.879 Windenergieanlagen mit rund 7,5 GW Leistung installiert. Aufgrund des bundesweiten Einbruchs beim Ausbau der Windenergie in den letzten Jahren, war nur eine moderate Erhöhung der installierten Leistung zu erkennen. Brandenburg hat trotz alledem gut bei den Ausschreibungsrunden der Bundesnetzagentur abgeschnitten. In den letzten Monaten ist ein positiver Trend bei den Ausbau- und Genehmigungszahlen zu erkennen. Die Zielmarke von 10,5 GW installierter Leistung in der Energiestrategie 2030 ist abhängig von den zur Verfügung stehenden Flächen, der erfolgreichen Teilnahme an den Ausschreibungen der Bundesnetzagentur und einem möglichst hohen Repowering-Anteil. Ab dem Jahr 2020 endete erstmals der EEG-Vergütungsanspruch für Windenergieanlagen. Betreiber von Altanlagen haben die Wahl, ob ihre Anlagen weiterbetrieben (repower) oder ersatzlos zurückgebaut werden. Die Szenarienanalysen zeigen deutlich, dass ab 2020 viele Anlagen aus der EEG-Vergütung gefallen sind und noch fallen werden und daher mit einem deutlichen Rückbau gerechnet werden kann. Die Netto-Zubaukurve könnte sich deutlich abflachen. Dadurch könnte es im ungünstigsten Fall, in den Jahren 2023 bis 2029 ggf. sogar zu einem Rückgang der insgesamt in Brandenburg installierten Windenergieanlagen kommen. Allerdings ist der erwartete starke Rückbau der Altanlagen bislang ausgeblieben. Inwieweit die Windenergieanlagen tatsächlich

schon nach 20 Betriebsjahren aus dem Stromerzeugungssystem ausscheiden, ist derzeit schwer abzuschätzen. Sofern der technische Zustand der Anlagen und die Entwicklung der Börsenstrompreise einen wirtschaftlichen Weiterbetrieb im Rahmen der Direktvermarktung zulassen, ist zu erwarten, dass viele Anlagen auch über die zwanzigjährige EEG-Vergütung hinaus betrieben werden.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird durch das Ziel der Klimaneutralität und des Kohleausstiegs bestimmt.

Im Zeitraum von 2015 bis 2018 wurde in allen fünf Regionalen Planungsregionen in Brandenburg neue Regionalpläne mit Windeignungsgebieten beschlossen. Im Ergebnis waren insgesamt 1,9 % der Landesfläche für die Windenergienutzung vorgesehen. Aktuell werden auf Grund von Gerichtsentscheidungen in allen Regionen neue Regionalpläne aufgestellt, um die Windenergienutzung zu steuern. In allen fünf Regionen werden diese Planungsverfahren durch eine neue landesgesetzliche Zulassungssperre für Windenergieanlagen, die befristet gilt, abgesichert, um einen ungesteuerten Zubau zu verhindern (Ausnahmen sind gemäß § 2c Gesetz zur Regionalplanung und zur Braunkohle- und Sanierungsplanung (RegBkPIG) möglich).

Bei der Erstellung der Regionalpläne wird eine Vielzahl von Kriterien (z. B. Arten- und Naturschutz) geprüft. In einem umfangreichen Beteiligungsprozess werden die für und gegen die Windenergie sprechenden Belange ermittelt und schließlich abgewogen. Dabei treten tiefgreifende und

vielschichtige Interessenkonflikte bei dem Ausbau der Windenergie zutage. Die Regionalplanung stößt daher erkennbar an Grenzen, Gebiete für die Windenergienutzung zu sichern, zumal sie wesentliche Rahmenbedingungen und Friktionen (z. B. aus der Fachplanung) nicht beeinflussen kann.

Mit Blick in die Zukunft auf das Jahr 2040 wird der Ausbau von Windenergieanlagen mit einer zunehmenden Inanspruchnahme von Flächen einhergehen. Bei einem stärkeren Ausbau der Windkraft in Brandenburg – etwa um grünen Wasserstoff zu erzeugen – müsste dementsprechend von einer noch höheren Inanspruchnahme durch die Windkraft ausgegangen werden, (siehe Abschnitt 4.1.2). Klar ist, dass zur Erreichung der Energie- und Klimaschutzziele auf Bundes- und Landesebene der weitere und verstärkte Ausbau der Windenergie zwingend notwendig ist. Dies wiederum kann nur gelingen, wenn ausreichend Flächen zur Verfügung stehen. Eine Herausforderung bei der Festlegung geeigneter Flächen sowie für die Genehmigung für Windenergieanlagen, sind artenschutzrechtliche Belange und der Umgang mit diesen. Aufgrund des Vorkommens windenergieanlagenempfindlicher Vogelarten, scheiden große Flächenanteile für die Windenergienutzung von vornherein aus und bereits festgelegte Windeignungsgebiete können teilweise aufgrund von Schutzabständen (tierökologische Abstandskriterien) nicht vollständig genutzt werden. Dies führt in Summe zu einer deutlichen Verminderung der für die Windenergienutzung potenziell zur Verfügung stehenden Flächen und zu Problemen bei der Erreichung der Flächenziele.

Als eine zusätzliche Möglichkeit zur mittelfristigen Erweiterung der Flächenkulisse für

die Windenergienutzung, sollen technische Maßnahmen zur Vermeidung potenzieller Konflikte mit dem Artenschutz vorgebracht werden. Dazu fördert das Wirtschaftsministerium derzeit ein Projekt der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde in Kooperation mit dem Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende, durch das sensorbasierte automatische Vogeldetektionssysteme erforscht und erprobt werden. Diese sollen verhindern, dass geschützte Greif- und Großvogelarten durch den Betrieb von Windenergieanlagen verletzt werden. Ziel soll sein, zukünftig Vogeldetektionssysteme in konfliktbehafteten Gebieten einsetzen zu können. Die Ergebnisse des Projektes sollen als Diskussionsgrundlage für einen Dialog mit Entscheidungsträgern des Landes Brandenburg, aber auch darüber hinaus, dienen.

Brandenburg hat den Übergang zu einer zukünftig klimaneutralen Energieversorgung bereits früh eingeleitet. Diese Vorreiterrolle stellt das Land jedoch auch schneller vor die damit verbundenen Herausforderungen als andere Länder. Gerade der Ausbau der Windenergienutzung als einer der tragenden Säulen der Energiestrategie des Landes fördert vielschichtige Interessenkonflikte zutage. Für mehr Akzeptanz zu werben, bleibt eine wichtige Aufgabe. Unter anderem wurde hierzu im Jahr 2019 in Brandenburg das Gesetz zur Zahlung einer Sonderabgabe an Gemeinden im Umfeld von Windenergieanlagen (Windenergieanlagenabgabengesetz (BbgWindAbgG) [33]) eingeführt. Nach dem BbgWindAbgG sind Windenergieanlagen (WEA) Betreiber, die seit 2020 einen Zuschlag bei den Ausschreibungen der Bundesnetzagentur erhalten haben, zur Zahlung einer jährlichen Sonderabgabe an Gemeinden im Umkreis von 3 km

(flächenanteilig) in Höhe von 10.000 Euro verpflichtet. Diese verpflichtende Zahlung kann nach dem EEG 2021 mit einer freiwilligen Zusatzzahlung an die betreffenden Gemeinden kombiniert werden, um die Akzeptanz in der Bevölkerung weiter zu steigern und die Projekte erfolgreich und zügig umzusetzen. Die derzeitige Novellierung des EEG könnte zu weiteren Vorteilen für Gemeinden führen. Im Mai 2022 wurde das Brandenburgische Windenergieanlagenabstandsgesetz (Bbg-WEAAbG) beschlossen, das einen Mindestabstand von 1.000 Metern zwischen Windenergieanlagen und bestimmten Wohngebieten sicherstellt. Für die Akzeptanz ist das Gesetz ein in seiner Wirkung nicht zu unterschätzender Baustein. Gerade ein angemessener Abstand der optisch vielfach als bedrängend empfundenen Windenergieanlagen zum eigenen Lebensbereich trägt wesentlich dazu bei, eine grundsätzliche Unterstützung der Bevölkerung für die Errichtung entsprechender Anlagen auch vor der eigenen Haustür sicherzustellen.

Auch wurde im Jahr 2019 die Beratungsstelle für erneuerbare Energien bei der Brandenburger Energieagentur eingerichtet. Die Energieagentur arbeitet im Bereich der Vermeidung und Klärung von Konflikten des Naturschutzes beim Ausbau der erneuerbaren Energien im Land Brandenburg mit dem Kompetenzzentrum für Naturschutz und Energiewende (KNE) zusammen. Dabei unterstützt das KNE bei der Konfliktlösung zum Ausbau der erneuerbaren Energien vor Ort. Dazu werden im Bedarfsfall Mediatoren aus dem Pool der KNE eingesetzt. Der Einsatz der Mediatoren wird vom Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg (MWAE) finanziert.

Biomasse

Biomasse hatte einen Anteil von rund 22 TWh (78 PJ) (2019) am Primärenergieverbrauch, womit das Ziel für 2030 von 16 TWh (58 PJ) bereits übertroffen wurde. Die über 500 Biomasseanlagen im Land leisten unverzichtbare Beiträge für eine bedarfsgerechte Strom- und Wärmeproduktion, Versorgungssicherheit und zur Wertschöpfung in regionalen Kreisläufen. Bundesweit geführte Diskussionen über Flächenkonkurrenzen, gestiegene Pachtpreise, verengte Fruchtfolgen, technische Standards, hohe CO₂-Vermeidungskosten und die Rolle der Biomasse in der Energiewende haben zu vielen neuen Anforderungen an Biomasseanlagen geführt, die mit tendenziell sinkenden Vergütungen realisiert werden sollen.

Der Erfahrungsbericht zum EEG von 2019 weist folgerichtig bei unveränderten Rahmenbedingungen einen weitgehenden Rückbau von Biomasseanlagen bis 2035 aus [34]. Bisherige Ausschreibungen zu Biomasse bestätigen bundesweit einen Trend zum marginalen Zubau an Biomasseanlagen.

Im EEG 2021 wurde der lange geforderte Ausbaupfad für Biomasse bis 2030 festgelegt und erstmals Vergütungssätze erhöht. Aufgrund steigender Flexibilisierungsanteile und eine damit verbundene verringerte Stromproduktion werden finanzielle Vorteile jedoch weitgehend kompensiert. Gemäß dem Koalitionsvertrag wird die Bundesregierung noch in dieser Legislaturperiode eine Biomasse-Strategie erarbeiten.

Der größte Zubau an Biogasanlagen lag in Brandenburg zwischen 2006 und 2014. Die Anlagen gehen von 2026 bis 2034

planmäßig vom Netz. Inwiefern die Option eines Wechsels in einen zweiten 10-jährigen Vergütungszeitraum wahrgenommen wird, ist noch nicht absehbar. Perspektiven außerhalb des EEG ergeben sich durch den verstärkten Einsatz von Biomasse in den Sektoren Verkehr und Wärme.

Netze und Speicher

Die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien in allen Sektoren und der damit einhergehende wachsende Strombedarf setzen den umfassenden Aus- und Umbau der Stromnetzinfrastruktur voraus. Dafür bedarf es auch einer grundlegenden Veränderung der historisch gewachsenen Netztopologie, die auf die zentrale Einspeisung einiger weniger Großkraftwerke ausgerichtet war.

Die in Brandenburg aktiven Netzbetreiber haben in den zurückliegenden Jahren bereits große Anstrengungen unternommen, um die wachsende Anzahl erneuerbarer Energiequellen in das Stromsystem zu integrieren. Nichtsdestotrotz bleibt der Ausbau (nicht nur in Brandenburg) deutlich hinter den Erfordernissen

zurück, wie das 2019 etablierte Netzausbaucontrolling der Bundesregierung offenkundig belegt. Die Kosten für Abregelungs- und Redispatch-Maßnahmen infolge von Netzengpässen sind ungebrochen hoch.

Die Netzausbauprojekte übergeordneter Bedeutung in Brandenburg sind der Berliner Nordring und die Uckermarkleitung, die bereits 2009 Eingang ins EnLAG gefunden haben. Bei beiden Vorhaben handelt es sich im Wesentlichen um Netzverstärkungsmaßnahmen in bestehenden Trassen. Beide Vorhaben wurden insbesondere

durch langwierige Gerichtsverfahren, erforderliche Umplanungen und Nachbeteiligungen erheblich verzögert und sind bis heute nicht in Betrieb gegangen.

Zur besseren Koordinierung des Netzausbaus und der Ermittlung des tatsächlichen Netzausbaubedarfs wird auf der Ebene der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber im zweijährigen Turnus der Netzentwicklungsplan (NEP) Strom erarbeitet und der Bundesnetzagentur zur Genehmigung vorgelegt. Aktuell wird der zweite Entwurf des NEP Strom 2021–2035 von der Bundesnetzagentur konsultiert, der erstmals auch ein Ausbauszenario bis zum Jahr 2040 enthält. Die darin beschriebenen Ausbaupfade für die erneuerbaren Energien decken sich im Wesentlichen mit denen aus dem Leitszenario des Prognos-Gutachtens. Zudem hat der steigende Strombedarf infolge der zunehmenden Elektrifizierung der Sektoren Wärme und Mobilität sowie zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft stärker Berücksichtigung gefunden.

Da die erneuerbaren Energien zum weit überwiegenden Teil auf Verteilernetzebene eingespeist werden, wird ein Großteil des zukünftigen Netzausbaus in Brandenburg auf der 110 kV-Ebene stattfinden. Die drei großen Flächennetzbetreiber in Brandenburg (E.DIS Netz, MITNETZ Strom und WEMAG Netz) haben in ihrer aktuellen gemeinsamen Zehnjahresplanung mindestens 100 km Neubautrassen und 700 km zu verstärkende Bestandstrassen auf der Hochspannungsebene in Brandenburg vorgesehen. Darüber hinaus sollen in Brandenburg zwei Netzverknüpfungspunkte zum vorgelagerten Übertragungsnetz neu errichtet und acht bestehende verstärkt werden.

Im Gasbereich beschränkt sich die turnusmäßige gemeinsame Netzentwicklungsplanung der Fernleitungsnetzbetreiber bislang auf die konventionelle Erdgasversorgung. Mit der kürzlich erfolgten Inbetriebnahme der durch Brandenburg verlaufenden Europäischen Gas-Anbindungsleitung (EU-GAL) wurde die Bedeutung als Transitland unterstrichen. In dem zuletzt von der Bundesnetzagentur genehmigten NEP Gas 2020–2030 ist erstmals auch ein Grüngas-szenario enthalten, das den zusätzlichen Netzausbaubedarf für die Integration von Wasserstoff eruiert. Darüber hinaus haben die Fernleitungsnetzbetreiber ihre Überlegungen für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur der Öffentlichkeit präsentiert und werben für eine integrierte Netzentwicklungsplanung. Diese wird von der Bundesnetzagentur aber bislang abgelehnt.

Gaskraftwerke

Zum Ausgleich der fluktuierenden Einspeisung aus erneuerbaren Energien bedarf es einer ausreichenden Kapazität an regelbaren und schnell verfügbaren Kraftwerken. Hierzu können Gaskraftwerke dienen, die in Kombination mit Kraft-Wärme-Kopplung hocheffizient betrieben werden können. Zudem bieten sie das Potenzial, künftig klimaneutrale Gase als Brennstoff zu nutzen und können damit ein wesentlicher Baustein einer sicheren, klimaneutralen und wirtschaftlichen Energieversorgung sein.

Ein wichtiger Baustein wird daher der Einsatz von Speichern sein, um die zunehmend fluktuierende Stromeinspeisung in das Netz auszugleichen. Inwieweit hierbei eine intelligente und wirtschaftlich sinnvolle Verknüpfung mit den vorhandenen Gas- und Wärmenetzinfrastrukturen möglich ist, müssen die bereits vielversprechenden Lösungsansätze, die in Brandenburg verfolgt werden, in den nächsten Jahren zeigen. Eine großtechnische Realisierung, wie sie für unsere derzeitigen Energieerzeugungs- und Energieverbrauchsstrukturen erforderlich ist, ist mittlerweile ausreichend erforscht. Die erheblichen Investitionen zur Realisierung von Energiespeicherprojekten sind derzeit noch ein Kernproblem. Analysen verdeutlichen, dass perspektivisch der Markt für Energiespeicher dynamisch wachsen wird. Gleichzeitig wurde aber auf eine unzureichende Gleichberechtigung für Speicher zu den Flexibilitätsmärkten hingewiesen. Stromspeicher können aber ein wichtiges Element im Baukasten der Verteilnetzbetreiber sein, um den zukünftigen Anforderungen an die Systemsicherheit gerecht zu werden.

Erste Erfolge, den Stellenwert von Energiespeichern in der deutschen Energiewirtschaft zu verbessern, wurden in der Vergangenheit Stück für Stück erzielt. Durch das neu gefasste Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), das im Juni 2021 verabschiedet wurde, ist ein großer Schritt genommen, damit Speicher ihr Potenzial stärker ausnutzen können. Die Doppelbelastung mit Steuern, Umlagen und Abgaben wurde weitgehend beseitigt. Dadurch werden der systemische Einsatz sowie der effiziente Multi-Use von Energiespeichern gefördert, was lange Zeit aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich war. Damit

werden in Zukunft Speicher eine verstärkte Rolle im Energiemarkt einnehmen und eine wichtige Säule der Energiewende sein, da sie zum einen Erzeugung und Verbrauch zeitlich wie räumlich entkoppeln können und zum anderen das Bindeglied zwischen den Verbrauchssektoren darstellen.

Sektorenkopplung und Systemtransformation

Für Methan/Erdgas liegt das Speicherpotenzial in Deutschland aufgrund der gut ausgebauten Gasnetzinfrastruktur in der Größenordnung von mehreren Terawattstunden. Das Gasnetz könnte zu einem wichtigen Energiespeicher werden und damit den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien sinnvoll ergänzen. Hier könnten Biomethan, grüner Wasserstoff und synthetische Kohlenwasserstoffe für eine Reihe von Anwendungen eingespeist werden. Die erfolgreiche Integration setzt allerdings voraus, dass entsprechende Gasqualitätsstandards eingehalten und die Leitungen bei Bedarf aufgerüstet werden [35]. Neben der Gasinfrastruktur können auch Fernwärmenetze als Energiespeicher genutzt werden. Durch die zunehmende Integration von erneuerbaren Energien in die Wärmeversorgung können zudem Wärmenetze und Wärmespeicher in Zukunft zur bedarfsgerechten Bereitstellung von Energie aus erneuerbaren Energien beitragen.

Die Sektorenkopplung wird für die Wärme- und die Mobilitätswende eine entscheidende Rolle spielen. Zur Erreichung der Klimaziele muss im Jahr 2030 der Gebäudewärmemix zu 40 % mit (zumeist grünem) Gas, zu 25 % mit Wärmepumpen über erneuerbaren Strom und zu 20 % mit

zumeist grün erzeugter Fernwärme realisiert werden [36].

Für das langfristige Gelingen der Energiewende ist auch eine umfassende Verkehrswende erforderlich. Die Erarbeitung von Zukunftskonzepten hat gerade in den letzten Jahren einen starken Wandel erlebt und viele verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt. Die Elektrifizierung der Mobilität steht hierbei an vorderster Stelle. Je nach Anwendungsfall kommen batteriebetriebene Antriebe oder Antriebe auf Basis von Brennstoffzellen zum Einsatz. In anderen Bereichen, wie dem Schwerlasttransport oder dem Flugverkehr wird über den Einsatz von alternativen Kraftstoffen diskutiert, die wiederum aus erneuerbaren Energien hergestellt werden. Zur Dekarbonisierung des Verkehrs bedarf es neben einer ausreichenden Versorgung mit erneuerbaren Energien auch einer entsprechenden Lade-/Tankinfrastruktur. Die Sektorenkopplung wird somit auch im Bereich Mobilität einen entscheidenden Beitrag zum Erreichen der Klimaziele leisten müssen.

Insgesamt wird deutlich, dass hier mit der zunehmenden Sektorenkopplung zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit beim weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien eine umfassende Systemtransformation bevorsteht. Diese beschränkt sich jedoch nicht allein auf die technologische Seite, sondern ist insbesondere durch eine kluge regulatorische und energierechtliche Marktentwicklung seitens der Energie- und Wirtschaftspolitik zu begleiten.

Markteffekte und Preisentwicklung

Aufgrund der wachsenden fluktuierenden Menge erneuerbarer Energien im Stromsystem sowie des in diesem Zusam-

menhang erforderlichen Netzausbaus sind die deutschen Strompreise in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Problematisch ist, dass die Netzentgelte trotz des kürzlich verabschiedeten Gesetzes zur Modernisierung der Netzentgeltstruktur (NEMoG) bundesweit noch nicht einheitlich sind, da sie von den Kosten des jeweiligen Netzgebiets und dem Stromverbrauch in den Gebieten abhängen. Zudem sind bis zu 50 % des Endverbraucherstrompreises auf staatliche Abgaben, Steuern und Umlagen zurückzuführen. Dies hat zur Folge, dass die Strompreisbelastung für Brandenburger Verbraucherinnen und Verbraucher, kleine und mittlere Unternehmen und – in eingeschränktem Maße auch für energieintensive Industriebetriebe – besonders hoch ausfällt.

Steigende Steuern und Abgaben erhöhen die Stromkosten und belasten die Bürger und die Wirtschaft.

Die Kosten für den Bau und Betrieb der Netze machen etwa 22 % des Strompreises aus. Diese fallen aktuell noch recht unterschiedlich aus. Vor allem in Teilen von Nord- und Ostdeutschland waren sie relativ hoch. In 2021 mussten Verbraucherinnen und Verbraucher in den Netzgebieten in Ostdeutschland im Schnitt 6 % mehr bezahlen, als jene in Westdeutschland. Im Durchschnitt mussten im Jahr 2021 von den Endverbrauchern auf Niederspannungsebene in Brandenburg, in der Regelzone von 50Hertz, 2 ct/kWh höhere Netzentgelte als in den anderen drei Regelzonen Deutschlands gezahlt werden [37]. Die Ursachen für die unterschiedlichen Netzentgelte sind äußerst vielschich-

tig. Das ostdeutsche Netz ist aufgrund des Ausbaus der erneuerbaren Energien groß dimensioniert, dessen Bau- und Betriebskosten werden aber auf weniger Nutzerinnen und Nutzer verteilt als in dichter besiedelten Regionen. Mit der Vereinheitlichung der Netzentgelte soll diese Ungleichheit wegfallen. Nachdem sich die Landesregierung wiederholt für eine Angleichung der Netzentgelte eingesetzt hat, werden seit 2019 die Entgelte für Übertragungsnetze bundesweit vereinheitlicht. Ab dem 1. Januar 2023 sollen diese Kosten in ganz Deutschland überall gleich hoch sein.

Untersuchungen der Bundesnetzagentur an vier Tagen im zweiten Halbjahr 2017 zeigen, dass konventionelle Kraftwerke in Deutschland selbst bei negativen Preisen an der Strombörse in erheblichem Umfang Strom erzeugen. Als Gründe werden Verdienstmöglichkeiten außerhalb des Strommarktes (z. B. Wärmebelieferung, Eigenversorgung) und technische Restriktionen der Kraftwerke angegeben. In der öffentlichen Diskussion wurden negative Strompreise bisher oft auf ein Überangebot an Strom aus erneuerbaren Energien zurückgeführt. Die Analysen der Bundesnetzagentur zeigen jedoch, dass u. a. auch marktliche Verpflichtungen und technische Grenzen konventioneller Kraftwerke entscheidende Faktoren sind.

Die Gesteuerungskosten für Strom aus erneuerbaren Energien sinken weltweit. Strom aus großen PV-Freiflächenanlagen ist heute konkurrenzfähig zur konventionellen Stromerzeugung.

Gleichzeitig hat die Einspeisung erneuerbarer Energien einen Preissenkungseffekt an den Strombörsen und auf die Merit-Order.^G Diese Effekte kommen jedoch derzeit nur den Händlern und den stromintensiven Großkunden zu Gute, da in der Regel keine Weitergabe der sich daraus ergebenden Preisvorteile an die Stromkundinnen und -kunden erfolgt.

Gemäß des „New Energy Outlook“ von Bloomberg wird Strom aus neuen Windenergieanlagen und Solaranlagen spätestens 2027 fast überall günstiger sein, als solcher aus bestehenden Kohle- und Gaskraftwerken. Dann wird ein Wendepunkt erreicht sein, der enorme Investitionen in die erneuerbaren Energien auslösen wird. Bloomberg zufolge ist Strom aus Wind- und Solarkraft schon heute in 58 Entwicklungsländern durchschnittlich billiger als Strom von fossilen Energieträgern.

Beschäftigung und Wertschöpfung

Brandenburg ist ein Energieland. Die Energiebranche mit strukturbestimmenden Unternehmen wie bspw. die Lausitz Energie Bergbau AG und Lausitz Energie Kraftwerke AG (LEAG) oder die PCK Schwedt GmbH im konventionellen Bereich und ENERTRAG, Aleo Solar oder Verbio im Bereich erneuerbarer Energien sowie

E.DIS oder 50Hertz im Energietransportbereich sind wichtige Wirtschaftsfaktoren in der Region. Auch kleine und mittlere Unternehmen, etwa in den Sektoren Anlagenbau, Brennstoffzellen- und Netztechnik sowie Dienstleistung und Handwerk, sind Bestandteile der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette in Brandenburg.

Gerade im Bereich der erneuerbaren Energien hat die dynamische Entwicklung des Wirtschaftswachstums angehalten (siehe auch Abschnitt 3.1). Laut des Gutachtens der Prognos AG erwirtschafteten allein die Bereiche Wind (onshore), Photovoltaik und feste Biomasse im Jahr 2018 eine Bruttowertschöpfung von rund 1,24 Mrd. Euro [26].

Aus den brandenburgischen Tagebauen Jänschwalde und Welzow Süd (Teilabschnitt I) wurden 2015 insgesamt 30 Mio. t Rohbraunkohle gewonnen. Damit ist Brandenburg das zweitgrößte Förderland nach Nordrhein-Westfalen. Der überwiegende Teil der Braunkohle wird der Verstromung in den grubennahen Kraftwerken Jänschwalde und Schwarze Pumpe zugeführt. Die Gewinnung und Verstromung der Braunkohle in der Lausitz ist zurzeit noch für die wirtschaftliche Entwicklung und Arbeitsplatzsicherung über die engere Region hinaus von Bedeutung [26].

Hinzu kommen weitere Beschäftigte im Wärmemarkt, Arbeitsplätze in der Mineralölbranche, im Netzbetrieb (Gas und Strom), bei den Stadtwerken sowie im Bereich der konventionellen Raffinerieprodukte. Allein die PCK Raffinerie GmbH in Schwedt/Oder beschäftigt fast 1.200 Mitarbeiterinnen und

Energiepolitische Zielvorstellungen stoßen trotz einer überwiegenden Zustimmung in einzelnen Teilen Brandenburgs an Akzeptanzgrenzen.

^G Als Merit-Order (englisch für Reihenfolge der Leistung / des Verdienstes) bezeichnet man die Einsatzreihenfolge der Kraftwerke. Diese wird durch die variablen Kosten der Stromerzeugung bestimmt.

Mitarbeiter und bildet damit den industriellen Kern der gesamten Region.

Akzeptanz und wirtschaftliche Beteiligung

Das Umsetzen der energiepolitischen Zielvorstellungen wird bei aller grundsätzlich vorhandenen Zustimmung zu den allgemeinen Zielen zunehmend von betroffenen Bürgerinnen und Bürgern Brandenburgs vor Ort in Frage gestellt. Laut einer im Auftrag des Clusters Erneuerbare Energien Hamburg (EEHH) durchgeführten, repräsentativen Umfrage zeigt sich eine breite Akzeptanz der Energiewende in Deutschland. 74 % der Befragten halten die Entscheidung für wichtig, aus der Kernenergie auszusteigen und auf erneuerbare Energien umzusteigen. Eine große Mehrheit (68 %) würde auch den Bau von Windenergieanlagen in der Nähe des eigenen Wohnortes akzeptieren. Laut der Umfrage wären auch 52 % der Befragten „voll und ganz“ oder „eher“ mit dem Bau einer neuen Stromtrasse in der Nähe des jeweiligen Wohnortes einverstanden. Gemäß einer Umfrage zur Akzeptanz der Windenergie der Fachagentur Windenergie an Land (Herbst 2021) ist der Ausbau der Windenergie an Land für 80 % der Befragten eher/sehr wichtig [38].

Obwohl eine große Mehrheit der Bürgerinnen und Bürger in Brandenburg die Energiewende und den Ausbau der erneuerbaren Energien befürwortet gibt es hierzulande rund hundert Bürgerinitiativen, die sich zu einer Volksinitiative gegen den Ausbau der Windenergie zusammengeschlossen haben. Private Anliegen werden im Planungs- und Genehmigungsverfahren berücksichtigt, stehen jedoch in Konkurrenz zueinander und zu

anderen Belangen. Im Ergebnis können sich zwangsläufig nicht alle Interessen gleichermaßen durchsetzen, zumal die Windenergienutzung im Außenbereich baurechtlich privilegiert ist. Auch die Möglichkeiten der wirtschaftlichen Beteiligung für die unmittelbar bis mittelbar betroffene Bevölkerung sind bislang eingeschränkt. Die Gewerbesteuer zum Beispiel greift erst mittel- bis langfristig, zudem zieht die betroffene Bevölkerung keinen unmittelbaren Nutzen aus den steuerlichen Mehreinnahmen der Städte und Gemeinden. Im Nachgang zur Einführung des Bbg-WindAbgG aus 2019 hat die Bundesregierung mit dem EEG 2021 eine ähnliche Möglichkeit der kommunalen Beteiligung an Windenergieanlagen eingeführt. So haben Anlagenbetreiber die Möglichkeit, den Kommunen 0,2 ct/kWh zu zahlen. Andere Modelle der wirtschaftlichen Beteiligung (z. B. Windkraft-Bonus, d. h. verbilligter Strom für Privatleute und Unternehmen in der Nähe von Windparks) sind entweder gesetzlich nicht zulässig oder aufwändig in der Umsetzung und meistens vom Engagement der Investoren abhängig. Beim Ausbau erneuerbarer Energien sind auch zukünftig Bürgerenergieprojekte und Energiegenossenschaften zu unterstützen. Eine Stärkung der Bürgerenergie ist im künftigen EEG 2023 vorgesehen.

Beispiele für erfolgreiche Beteiligungsprojekte in Brandenburg sind Feldheim, Nechlin und Klettwitz. Es gilt daher, positive Beispiele und die Zunahme der Akzeptanz vor Ort nach Inbetriebnahme entsprechender erneuerbaren Energieanlagen zu kommunizieren und dabei die besondere Verantwortung der Vorhabenträger und künftigen Betreiberinnen und Betreiber in Bezug auf eine proaktive Informationspolitik zu geplanten Projekten in den Blick zu nehmen.

Durch die Verdeutlichung der positiven Effekte auf dem Arbeitsmarkt und der regionalen Wertschöpfungsketten, die durch die Produktion, Installation und den Betrieb von erneuerbaren Energieanlagen ausgelöst werden, gilt es, die Akzeptanz sowohl vor Ort als auch landesweit für die Einführung erneuerbarer Energien weiter auszubauen.

3.4. Chancen für die weitere Entwicklung des Energielandes Brandenburg in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg

Als Bundesland mit einer ambitionierten Technologie- und Wirtschaftspolitik für eine nachhaltige Energieversorgung nimmt Brandenburg eine Vorreiterrolle ein [39]. Aufgrund des in der Region vorhan-

Cluster Energietechnik

Das Cluster Energietechnik setzt sich für nachhaltige Innovationsprojekte in Berlin und Brandenburg ein. Es vertritt über 6.500 Unternehmen in der Region mit insgesamt 60.000 Beschäftigten. Neben der Vernetzung mit Wissenschaft und Politik steht auch die Internationalisierung der Unternehmen und die Informationsbereitstellung zu aktuellen Themen auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene im Fokus des Clusters. Die Projektthemen reichen von Energieeffizienz, Speichertechnologien, erneuerbare Energien und Wärmewende bis hin zu Digitalisierung und Wasserstoff.

denen wissenschaftlichen und technologischen Know-hows – die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg gehört zu den Regionen mit der höchsten Wissenschaftsdichte in Deutschland – bestehen ideale Voraussetzungen, um eine zukunftsfähige Energieversorgung für die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg aufzubauen.

Aufgrund der räumlichen Verbundenheit bietet es sich an, energie- und klimapolitische Fragestellungen gemeinsam zu betrachten. Der „Strategische Gesamtrahmen Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg“ aus dem Jahr 2021 gibt hierfür wichtige Leitlinien vor [40].

Die besondere Großstadt-Flächenland-Beziehung bietet dabei sehr günstige Ansatzpunkte, um Modelle für die künftige Energieversorgung zu entwickeln und diese auf andere Regionen übertragen zu können. Dabei ist ein gerechter Ausgleich der Lasten zwischen Großstadt und Flächenland unter dem Aspekt der Akzeptanz in den Blick zu nehmen. Mit der weiterentwickelten gemeinsamen Innovationsstrategie innoBB 2025, wird das Ziel verfolgt, die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg zu einem führenden Innovationsraum in Europa auszubauen. Durch eine fokussierte Vernetzung und den intensiven Austausch aller beteiligten Akteure in den neu geschaffenen Clustern werden innovative Lösungen für die kommenden Herausforderungen entwickelt, nicht nur für die Energiewende.

Die vielfältigen wissenschaftlichen Einrichtungen, die Forschungsleuchttürme und die dynamischen Unternehmen bilden die fünf länderübergreifenden Cluster, welche unterschiedliche Branchen und Forschungsbereiche zusammenführen. Eine Übersicht

Tabelle 1: Beispiele für wissenschaftliches Know-how im Bereich der Energie- und Klimaforschung im Land Brandenburg

Einrichtung / Institut	Kompetenzen (beispielhaft)
Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg (BTU CS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spitzentechnologieforschung für kohle-basierte Kraftwerke (u. a. Versuchsanlage zur Kohletrocknung, emissionsarmes Kraftwerk, CCS-Technologie) ▪ Energiewirtschaft: Wasserstoff-Forschungszentrum und Hybridkraftwerk, Forschungen zur Netzintegration (Netzforschungs- und Trainingszentrum, Netzstudien), eSolCar (Potenzial von Elektrofahrzeugen zur Energie-zwischenspeicherung)
Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geothermische Energiesysteme (Konzeption, Erkundung, Erschließung, Demonstration, Integration, Monitoring) ▪ Geologische Speicherung (H₂, CO₂, Wärme) ▪ Klimadynamik und Landschaften der Zukunft ▪ Umfassende Erdsystemforschung
Institute for Advanced Sustainability Studies Potsdam (IASS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zukunft der Energiegewinnung: neue wissenschaftliche und technologische Ansätze für die nachhaltige und klimafreundliche Transformation des Energiesystems ▪ Fragen von Nachhaltigkeit und globaler Gerechtigkeit ▪ Untersuchungen zu Akzeptanz und Bürgerbeteiligungsmodellen
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e. V. (PIK)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forschungen zum globalen Wandel, Klimawirkungen und nachhaltiger Entwicklung ▪ Sozio-ökonomische Effekte des Klimawandels
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erneuerbare Energien aus forst- und landwirtschaftlicher Biomasse ▪ Nachhaltige Landnutzungssysteme
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V. (ZALF)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klimawandel, nachhaltige Landnutzungssysteme sowie Nutzungskonkurrenzen bei Energiepflanzenanbau ▪ Agri-Photovoltaik
Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e. V. (ATB)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erneuerbare Energien aus landwirtschaftlicher Biomasse (Biogas, Kurzumtriebsplantagen, schnellwachsende Hölzer) ▪ Nachhaltiges Stoffstrommanagement (Biotreibstoffe, Treibhausgasminderungspotenzial, CO₂-Bilanzen) ▪ Treibhausgasvermeidungspotenziale von Bioenergie

Einrichtung / Institut	Kompetenzen (beispielhaft)
Technische Hochschule Wildau (TFH)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energie- und Umweltmanagement als ein Schwerpunkt (z. B. Masterstudiengang Renewable Energies)
Einrichtung / Institut	Kompetenzen (beispielhaft)
Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften Finsterwalde e. V. (FIB)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anpassungsstrategien für Bergbaufolgelandschaften und andere in ihrer Funktion beeinträchtigte Lebensräume bzw. Ökosysteme (optimierter Energiepflanzenanbau, Auswirkungen des Klimawandels auf Wasser, Boden und Pflanze)
DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)-Institut für CO ₂ -arme Industrieprozesse (DLR DI)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CO₂-Minderung für industrielle Prozesse ▪ Arbeiten zu spezifischen Anforderungen und Forschung zur Dekarbonisierung großer energieintensiver Industriebereiche (Kraftwerke, Stahlerzeugung, Zementindustrie, petrochemische Industrie, chemische Industrie, Aluminiumproduktion)
Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (FhG IEG)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse, Betriebsführung und Planung sektorengekoppelter Strom-, Gas- und Wärmenetze, Bohr- und Geotechnologien, Energie- und Verfahrenstechnik, Energiewirtschaft, Georesourcen und Geowissenschaften, Speichersysteme und Wasserstoffinfrastrukturen.
PtX Lab Lausitz (PtX Lab)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissensvermittler, Stakeholder-Plattform, Impulsgeber im Bereich PtX ▪ PtL-Demonstrationsanlage
Kompetenzzentrums Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterstützt Unternehmen der energieintensiven Industrien bei der Bewältigung dieser komplexen Aufgabe ▪ Wissensvermittler, Stakeholder-Plattform, Impulsgeber ▪ Projektträger für das BMU-Förderprogramm „Dekarbonisierung in der Industrie“
Centrum für Energietechnologie Brandenburg (CEBra e. V.)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderung der anwendungsorientierten Forschung und Wissenschaft auf den Gebieten Energieressourcen, -wandlung und -versorgung ▪ Zusammenführung von Wissenschaft und Wirtschaft ▪ Netzwerkaktivitäten in Wirtschaftsnetzwerken ▪ Technologietransfer und Öffentlichkeitsarbeit

über die wissenschaftlichen Einrichtungen in Brandenburg liefert Tabelle 1. Mit der Ansiedlung neuer wissenschaftlicher Einrichtungen, insbesondere auch mit Blick auf die Stärkung der Lausitz und der Unterstützung der Gründerszene, werden diese Cluster erweitert und breiter aufgestellt. Aber auch eine weitere internationale Vernetzung hebt nicht nur die Potenziale der Cluster selbst, sondern steigert auch die daraus resultierende Wertschöpfung in Berlin und Brandenburg. Die bereits aufgebaute Kooperation der Hauptstadtregion im Cluster Energietechnik soll zu einem wachsenden, international wettbewerbsfähigen Wissenschafts- und Wirtschaftscluster weiterentwickelt und entsprechend vermarktet werden. Auch im Rahmen des Aufbaus einer Wasserstoffwirtschaft arbeitet Brandenburg sehr eng mit Berlin zusammen. So wurden die Maßnahmen in der kürzlich veröffentlichten Strategie für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im Land Brandenburg gemeinsam mit Berlin und den Akteuren aus der Hauptstadtregion erarbeitet [41].

temen, wichtige Beiträge zur Umsetzung der Energiestrategie. Darüber hinaus ist das Cluster Energietechnik ein wichtiger Wirtschafts- und Innovationszweig für die Hauptstadtregion – Tendenz steigend. Damit die entwickelten Lösungen schnell in marktfähige Anwendungen und Produkte überführt werden können, müssen sie in anwendungsnahen Umgebungen getestet werden können. Testfelder und Reallabore bieten hierfür ein geeignetes Umfeld für realistische Erprobungen und Weiterentwicklungen. Aber auch die geeigneten politischen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Arbeit der Cluster müssen gegeben sein. Abgestimmte Förderinstrumente und rechtliche Rahmenbedingungen, welche besonders auch die Arbeit der Reallabore und Testfelder durch effiziente Verwaltungsprozesse und eventuell begrenzte Ausnahmen von bestehenden Regelwerken erleichtern, bilden hier das Grundgerüst.

Brandenburg hat vielversprechende Projekte zur Systemintegration und unterstützt Speichertechnologien.

Das Cluster Energietechnik leistet hierbei entlang seiner Innovationsfelder, insbesondere zu Sektorenkopplung für die Mobilität und für die Wärme/Kälte, Wasserstoff- und Batterietechnologien sowie zu dezentralen erneuerbaren Energiesys-

gie 2040 in einem wiederkehrenden Zyklus weiterentwickelt und konkretisiert werden kann. Dieser Prozess wird mit dem Monitoring und der Fortschreibung des Klimaplanes verzahnt.

Brandenburg überprüft seine Energiestrategie regelmäßig und passt sie an die sich ändernden politischen Rahmenbedingungen an.

4.1. Leitszenario bis zum Jahr 2040

4.1.1. Grundsätze der Energiestrategie 2040

Das Energieland Brandenburg muss sich mit seiner Energiepolitik im Rahmen der größtenteils auf europäischer und nationaler Ebene festgelegten energiepolitischen Richtlinien und Gesetze bewegen. Die nationalen Klimaschutzbestrebungen bilden eine der Leitplanken für eine verantwortungsvolle Energiepolitik unseres Landes. Brandenburg gestaltet im Rahmen seiner Möglichkeiten und nach Maßgabe der europäischen und nationalen rechtlichen Rahmenbedingungen den zügigen Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung mit, um dadurch seinen Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele des Landes, Deutschlands und Europas zu leisten. Dazu tragen die Zielsetzungen Brandenburgs u. a. in den Bereichen Steigerung der Energieeffizienz, Ausbau erneuerbarer Energien, Einbindung neuer Speichertechnologien, Ausbau der Wasserstoffwirtschaft und gesteigerter Netzausbau bei.

Brandenburg unterstützt die nationalen und internationalen Klimaschutzziele.

Das Land Brandenburg wird, mit Blick auf die zunehmende Elektrifizierung von Verkehr, Gebäudeenergieversorgung und industrieller Prozesse sowie dem zügig steigenden Strombedarf für grünen Wasserstoff durch einen beschleunigten und ambitionierten Ausbau der erneuerbaren Energien, auch weiterhin einer der Vorreiter der Energiewende bleiben müssen. Die damit einhergehenden Herausforderungen muss Brandenburg deshalb voraussichtlich auch früher als andere Länder bewältigen. Solche Herausforderungen sind die Sicherung weiterer Flächen für den Ausbau von Windenergie- und PV-Anlagen, auch im Einklang mit fachgerechten natur- und artenschutzrechtlichen Vorgaben, die weitere Erhöhung der Akzeptanz von Betroffenen vor Ort sowie die Koordination des Ausbaus und der Erzeugung mit dem Netzausbau, der Speicherung und der notwendigen Reserven.

Das Land Brandenburg strebt weiterhin an, ab 2030 seinen eigenen Strombedarf bilanziell zu 100 % aus erneuerbaren Energien zu decken. Neben der Frage der wirtschaftlichen und technischen Realisierbarkeit sollen Versorgungssicherheit und die preisgünstige Energieversorgung gewährleistet werden. Dafür braucht es neue breitenwirksame Technologien zur Stromspeicherung und zu intelligenten Netzsteuerungen, um den an wind- und sonnenreichen Tagen erzeugten Überschuss-Strom an wind- und sonnenarmen Tagen nutzen zu können bzw. Stark- und Schwachlastzeiten zu kompensieren. Der

weitere Aus- und Umbau der Netzinfrastrukturen, intelligente Managementsysteme sowie der gezielte Aufbau von innovativen Speicherlösungen an wichtigen Knotenpunkten sind eine wichtige Grundvoraussetzung für den Übergang in ein klimaneutrales Zeitalter der erneuerbaren Energien. Aber auch die weitere Marktintegration der erneuerbaren Energien ist eine zentrale Aufgabe des Wandels des Energieversorgungssystems.

Mit den beschlossenen Ausstiegen Deutschlands aus der Kernenergie und aus der Kohleverstromung und der angestrebten Klimaneutralität bis 2045 wandelt sich sowohl die Rolle Brandenburgs als Stromexporteur als auch seine Rolle als bedeutender Lieferant von Raffinerieerzeugnissen wie Heizöl, Kraftstoffen und anderen Mineralölprodukten. Das Exportpotenzial Brandenburgs wird sich qualitativ und quantitativ deutlich verändern. Die Landesregierung ist bestrebt, dass Brandenburg auch zukünftig im erheblichen Umfang ein Energieland bleiben wird. Dafür soll sich der Energiemix weiter zu den erneuerbaren Energien hin verschieben und neue Energieträger wie grüner Wasserstoff sollen zur Versorgung beitragen.

Brandenburg bleibt im nationalen Kontext ein wichtiges Energieland.

Mit dem Kohleausstieg wird sich die Rolle Brandenburgs innerhalb der nationalen Energieversorgung noch einmal grundlegend ändern. Auch dieser Herausforderung muss die Energiestrategie 2040 gerecht werden. Eine vollständige Systemtransformation, d. h. ein schrittweiser Ausstieg aus der fossilen Energie-

versorgung, setzt insbesondere voraus, dass andere Technologie- und Marktentwicklungen stattfinden (z. B. technologische Weiterentwicklung der erneuerbaren Energien, verfügbare Speicher- und Netztechnologien, Weiterentwicklung des europäischen CO₂-Emissionsrechtehandels, Entwicklung der Verbrauchspreise für Strom, Wärme und Mobilität). Für den Zeitraum bis 2040 ist daher zum jetzigen Zeitpunkt nicht vollends prognostizierbar, welche Art, in welcher Größenordnung und an welchen Standorten Kraftwerke für eine sichere und preisgünstige Stromversorgung in Betrieb sein werden.

Schon mit der Energiestrategie 2030 aus dem Jahr 2012 verlagerte sich der energiepolitische Schwerpunkt Brandenburgs weiter zu den erneuerbaren Energien und deren Einbindung in das bestehende Energiesystem (Systemintegration). Im Rahmen der Umsetzung und mit dem weiteren Fortschritt der Energiewende wurde klar, dass es einer umfassenden Systemtransformation bedarf. In der Energiestrategie 2040 richtet sich deshalb der Schwerpunkt auf einen ganzheitlichen Ansatz beim Umbau der Energieversorgung. Dies schließt eine systematische Verknüpfung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität (Sektorenkopplung) mit ein, um die fluktuierenden erneuerbaren Energien optimal und effizient auszunutzen. Klar ist auch, dass in den nächsten Jahren konventionelle Energieträger weiterhin Bestandteil der Energieversorgung bleiben, bis es gelungen ist, eine sichere erneuerbare Energieversorgung zu international wettbewerbsfähigen Preisen gewährleisten zu können. Auf der Grundlage der jüngsten Klimaschutzpolitischen Entscheidungen des Bundes und der EU sind diese Herausforderungen noch ein-

mal gestiegen. Als wichtiger Baustein der Systemtransformation wird auch die Nutzung von Flexibilisierungspotenzialen insgesamt gesehen. Dies beinhaltet auch die Flexibilisierung auf der Verbraucherseite (z. B. durch zu- und abschaltbare Lasten und Prosumer) und die Nutzung des Flexibilisierungspotenzials von Biomasseanlagen.

Energiepolitische Schwerpunkte sind Systemtransformation und Sektorkopplung.

Das neu zu schaffende System mit dezentralen Energieerzeugungseinheiten hat überregionale Implikationen – nicht zuletzt deshalb, weil die Stromerzeugung deutlich von den bisherigen Erzeugungstandorten abweicht. Das heißt: Erneuerbare Energien werden dort „geerntet“, wo es am wirtschaftlichsten ist (z. B. Offshore-Windparks an Nord- und Ostseeküste, Onshore-Windparks im windreicheren Norden, Photovoltaik im sonnenreicheren Süden). In den nächsten Jahrzehnten wird der Energiemarkt daher weiter sukzessive neu strukturiert werden müssen. Zudem erfordert das zunehmende unterschiedliche Dargebot an Strom aus erneuerbaren Quellen einen steigenden Energieaustausch zwischen Stromexport- und Stromimportregionen.

Die Energieversorgung wird in Zukunft noch vielfältiger sein als heute und wird neue Technologien umfassen, die derzeit noch keine Marktreife erlangt haben. Die Umgestaltung unserer Energiesysteme muss offen, umfassend und lösungsorientiert diskutiert werden. Bei der Erstellung

Flexibilisierung

Die Verteilnetzbetreiber in Brandenburg sind überdurchschnittlich von den netzbedingten Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien betroffen und setzen sich deshalb seit längerem für die Einführung von Flexibilitätsmärkten ein. Damit sollen möglichst viele Marktteilnehmer zu einem netzdienlichen Betrieb ihrer Anlagen angereizt werden. Dies kann lokalen und regionalen Netzengpässen entgegenwirken und somit zur Reduzierung des Netzausbaus und zur Steigerung der Kosteneffizienz beitragen. Ein entsprechender Masterplan Flexibilität wurde von einem breiten Konsortium Brandenburger Akteure im Jahr 2020 erarbeitet. Die enthaltenen Maßnahmenvorschläge zur Anpassung des gesetzlichen Rahmens wurden von Brandenburg in die Wirtschaftsministerkonferenz im Juni 2021 eingebracht und ein einstimmiger Beschluss herbeigeführt.

der Energiestrategie 2030 im Jahr 2012 war beispielsweise die sich abzeichnende Bedeutung der Wasserstoffwirtschaft noch nicht absehbar. Welche Technologien letztendlich zur Anwendung kommen, wird durch Wissenschaft, Wirtschaftlichkeit und durch die politischen Rahmenbedingungen bestimmt.

Um das ambitionierte Ziel der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen, bedarf es

noch weiterer Technologieentwicklungen und Innovationen. Insbesondere in den Bereichen Wasserstoff und Wärme stehen eine Reihe von Technologieoptionen zur Verfügung, denen je nach örtlichen Gegebenheiten und lokalen Potenzialen eine unterschiedliche Bedeutung zukommen werden.

Ein wichtiger Grundsatz für eine effiziente Energiewende ist eine zielorientierte, langfristig technologieoffene Herangehensweise. Dadurch wird ermöglicht, dass sich die besten Lösungen durchsetzen werden. Der erhöhte Zeitdruck beim Erreichen der Klimaziele bedeutet aber auch, die gut etablierten und verfügbaren Technologien zielstrebig weiter auszubauen und wo nötig zu fördern.

Das EEG als prinzipiell erfolgreiches Politikinstrument zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Stromsektor bestimmt die spezifischen Ausbaupfade für bestimmte Technologien. Diese bauen auf dem existierenden Konsens und den bereits getroffenen Technologieentscheidungen auf und geben die notwendige langfristige Planungssicherheit.

Abhängig von den politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, den weiteren bundespolitischen Entscheidungen und den bereits erzielten Fortschritten sind die technologiespezifischen Ausbaupfade weiterhin regelmäßig zu überprüfen und technologieoffen zu diskutieren.

Die Energieverbraucherinnen und -verbraucher in Brandenburg zahlen, trotz der Führungsrolle des Landes beim Ausbau der erneuerbaren Energien, mit die höchsten Netzentgelte in Deutschland. Die Landesregierung wird sich nachdrücklich für

eine Energiepolitik einsetzen, die einen sozialverträglichen und wirtschaftlich vertretbaren Umbau des Brandenburgischen Energiesektors ermöglicht.

Das Energieland Brandenburg hat zurzeit nicht nur eine hohe Bedeutung für die Versorgung Deutschlands mit Energie, sondern unterliegt auch weiterhin einem starken Strukturwandel. Durch den kontinuierlichen Ausbau der erneuerbaren Energien und der absehbaren Beendigung der Braunkohleverstromung verschieben sich entsprechend die Strukturen. Vor diesem Hintergrund wird sich das Land Brandenburg weiterhin und verstärkt dafür einsetzen, dass die Energiewende als nationale Aufgabe angegangen wird. Auch wenn mit der Verabschiedung des Netzentgeltmodernisierungsgesetzes (NEMoG) nach jahrelangem Ringen ein Teilerfolg erreicht werden konnte (schrittweise Abschaffung der vermeintlichen Netzentgelte, stufenweise Vereinheitlichung der Übertragungsnetzentgelte), sind wesentliche Punkte für eine gerechtere und faire Lastenteilung noch nicht umgesetzt. Auch in Zukunft darf die Energiewende nicht zu Ungleichheiten innerhalb der Bevölkerung führen. Energie darf nicht zu einem Luxusgut werden. Dies widerspricht dem Ziel der Landesregierung, eine mehrheitlich akzeptierte Energiepolitik zu verfolgen. In diesem Zusammenhang muss auch der gesetzliche Rahmen auf nationaler Ebene (z. B. Energiewirtschaftsgesetz, Strommarktgesetz, EEG, Anreizregulierungsverordnung) regelmäßig überprüft und an einer Anpassung an den Fortschritt der Energiewende mitgewirkt werden. Die Nutzung europäischer Strukturfonds kann sowohl für regionale als auch für transnationale Kooperationsprojekte

wichtige Finanzierungsmöglichkeiten bieten.

Der Fortschritt der Energiewende muss zudem auf Landesebene weiterhin einer regelmäßigen Überprüfung unterzogen werden. Die Überprüfung muss dabei die geänderten europäischen und nationalen Rahmenbedingungen berücksichtigen und auch die strategischen Ziele sowie die für die Zielerreichung vorgesehenen Maßnahmen ergebnisoffen hinterfragen. Inwieweit Speichertechnologien großtechnisch eingesetzt werden können, der Ausbau der Wasserstoffwirtschaft voranschreitet und in welchem Umfang Regelleistung auf Basis erneuerbarer Energieträger zur Verfügung stehen wird, hängt auch von den vorgegebenen Rahmenbedingungen ab. Zudem wird sich die Landesregierung im Rahmen ihrer Möglichkeiten dafür einsetzen, dass der erforderliche Aus- und Umbau der Strom-, Gas- und in Zukunft auch Wasserstoffinfrastruktur im erforderlichen Zeitrahmen realisiert wird, um eine sichere und klimaneutrale Energieversorgung zu gewährleisten.

4.1.2. Ziele der Energiestrategie 2040

Die Energiestrategie 2040 des Landes Brandenburg zielt weiterhin auf eine klimaneutrale, zuverlässige, umweltverträgliche, wirtschaftliche und gesellschaftlich akzeptierte Energieversorgung. Das Thema „Akzeptanz und Beteiligung“ hat für Brandenburg bereits mit Beginn der Energiewende Bedeutung erlangt und wurde deshalb als wichtige Zielgröße im ansonsten energiepolitischen Zieldreieck ergänzt. Das Land Brandenburg wird an seinem energiepolitischen Zielviereck festhalten und bekräftigt damit seinen politischen Willen, durch verstärkte Information und wirtschaftliche Beteiligung der betroffenen Bevölkerung sowie der Akteurinnen und Akteure vor Ort auf potenzielle Zielkonflikte bei der Umsetzung der Energie- und Klimaschutzpolitik angemessen zu reagieren.

Das Zielviereck der Energiestrategie 2040 wird entlang der weiterhin bestehenden Herausforderungen für die Energiepolitik in Brandenburg mit sechs strategischen Zielkriterien untersetzt:



Abbildung 9: Innerhalb des energiepolitischen Zielvierecks verfolgt die Energiestrategie 2040 sechs strategische Ziele (I–VI)

- I Energieeffizienz erhöhen
- II Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch ausbauen
- III Aufbau und Ausbau der Wasserstoffwirtschaft
- IV Klimaneutrale, zuverlässige und preisgünstige Energieversorgung gewährleisten
- V Wirtschaftliche Beteiligung und Akzeptanz steigern
- VI Beschäftigung und Wertschöpfung stabilisieren und weiterentwickeln

Da Beschäftigung und Wertschöpfung genau wie die Akzeptanz energiewirtschaftlicher Maßnahmen durch die Betroffenen übergreifende Faktoren sind, haben die Ziele V und VI Querschnittscharakter zu den Zielen I, II, III und IV.

Die Festlegung des Ziels der Senkung der energiebedingten CO₂-Emissionen sowie die Festlegung von Sektor- und Zwischenzielen unter Berücksichtigung aller Treibhausgasemissionen auf dem Weg zur Klimaneutralität erfolgt im Rahmen der Erarbeitung des Klimaplanes.

I: Energieeffizienz erhöhen

Die Entwicklung des Energieaufkommens ist im Energieland Brandenburg bisher maßgeblich durch die Entwicklung des konventionellen Kraftwerkparks bestimmt. Unter Berücksichtigung aller bekannter Investitionsplanungen können das Energieaufkommen und der Primärenergieverbrauch^H (PEV) bis zum Jahr 2040 gesenkt werden. Es wird von einer Absenkung des PEV von 651 PJ (181 TWh) in 2007 auf 504 PJ (140 TWh) in 2030 und auf 398 PJ (111 TWh) in 2040 ausgegangen. Das entspricht

einer Reduzierung um rund 39 % gegenüber dem Jahr 2007 (vgl. Abbildung 10).

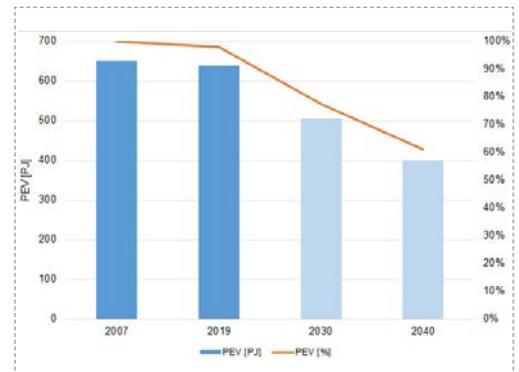


Abbildung 10: Ziele des Primärenergieverbrauchs (PEV)

Dabei steigt der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energieerzeugung kontinuierlich, während die Bedeutung der fossilen Energieträger durch die Beendigung der Kohleverstromung deutlich abnimmt. Dies gilt gleichwohl für den Elektrizitätssektor, den Verkehrssektor, den Industrie- und den Wärmesektor. Um den PEV weiter zu senken, ist die Nutzung und Speicherung der fluktuierenden elektrischen Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen mittels verschiedener Technologien (Power-to-X) erforderlich. Hierbei sind die folgenden Technologien von besonderer Bedeutung für die Energiewende in Brandenburg:

- Power-to-Heat: für die Kopplung mit dem Wärmesektor zur Wärmeherzeugung
- Power-to-Gas: für die Energiespeicherung und die Energieerzeugung z. B. in Gaskraftwerken
- Power-to-Liquid: für die Energiespeicherung und die Kopplung mit dem Verkehrssektor z. B. Luftfahrt

Der Primärenergieverbrauch wird als einer der Indikatoren für Energieeffizienz

H Der Primärenergieverbrauch resultiert aus dem Energieaufkommen des Landes abzüglich des Exportanteils.

genutzt. Eine Senkung wird mit zunehmender Substitution von fossil-nuklearen Brennstoffen durch erneuerbare Energien erreicht. Er bildet aber auch tatsächliche Effizienzsteigerungen, zum Beispiel durch Erhöhung des Bruttobrennstoffnutzungsgrades in fossilen Kraftwerken oder durch Kraft-Wärme-Kopplung, ab [42].

Ein weiterer Indikator ist der Endenergieverbrauch (EEV), der die Energienutzung in den Verbrauchssektoren Industrie, Gebäude (inkl. Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)) und private Haushalte abbildet [43].

Mit dem Prognos-Gutachten und dem Monitoring Bericht zur Energiestrategie 2030 der Energieagentur der Wirtschaftsförderung Land Brandenburg (WFBB) wurde ermittelt, dass der EEV angestiegen ist und die 2012 gesetzten Ziele der Energiestrategie 2030 von 220 PJ (61 TWh) für den EEV voraussichtlich nicht erreicht werden.

Energieeffizienzpreis

Der Energieeffizienzpreis, der alle zwei Jahre vom MWAE verliehen wird, bewertet auf Grundlage von Energieeffizienz, Wirtschaftlichkeit und Übertragbarkeit umgesetzte Projekte von kleinen und mittleren Unternehmen sowie kommunalen Unternehmen.

Ein Festhalten an diesem Ziel scheint aus heutiger Sicht auch nicht mehr sinnvoll, da entscheidende industrielle Ansiedlungserfolge den erwarteten Einsparungen ent-

gegenwirken. Darüber hinaus wird der gesamte EEV des Flughafen Berlin-Brandenburg dem Land Brandenburg zugerechnet. Trotzdem wird eine Senkung des EEV bis zum Jahr 2040 angestrebt.

II: Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch ausbauen

Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist ein zentrales Element beim Übergang zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Stromversorgung und damit auch der brandenburgischen Klimaschutzpolitik. Damit ist der Ausbau zugleich auch eine essentielle Grundlage für die vom Bund im Klimaschutzgesetz 2021 beschlossene Treibhausgasneutralität bis 2045. Dafür wird Strom aus Erneuerbaren zukünftig mehr leisten müssen. Er muss zukünftig nicht nur die bisherige Versorgung der traditionellen Stromanwender sicherstellen, sondern dann auch via Sektorenkopplung durch Elektrifizierung zur Versorgung des Verkehrs, der Wärmebereitstellung und der neu entstehenden Wasserstoffwirtschaft beitragen.

Brandenburg hat den Übergang zu einer nachhaltigen Stromversorgung bereits früh eingeleitet, trotz der damit verbundenen Herausforderungen. Dabei ist zu beachten, dass der für die Klimaneutralität erforderliche Ausbau der erneuerbaren Energien mit maximaler Flächen- und Ertragseffizienz zu realisieren ist, um den erforderlichen Flächenverbrauch zu minimieren.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch lag 2019 bereits bei 94,8 %. Der Anteil am PEV und am EEV lag mit 22,5 % und 13,5 % noch deutlich

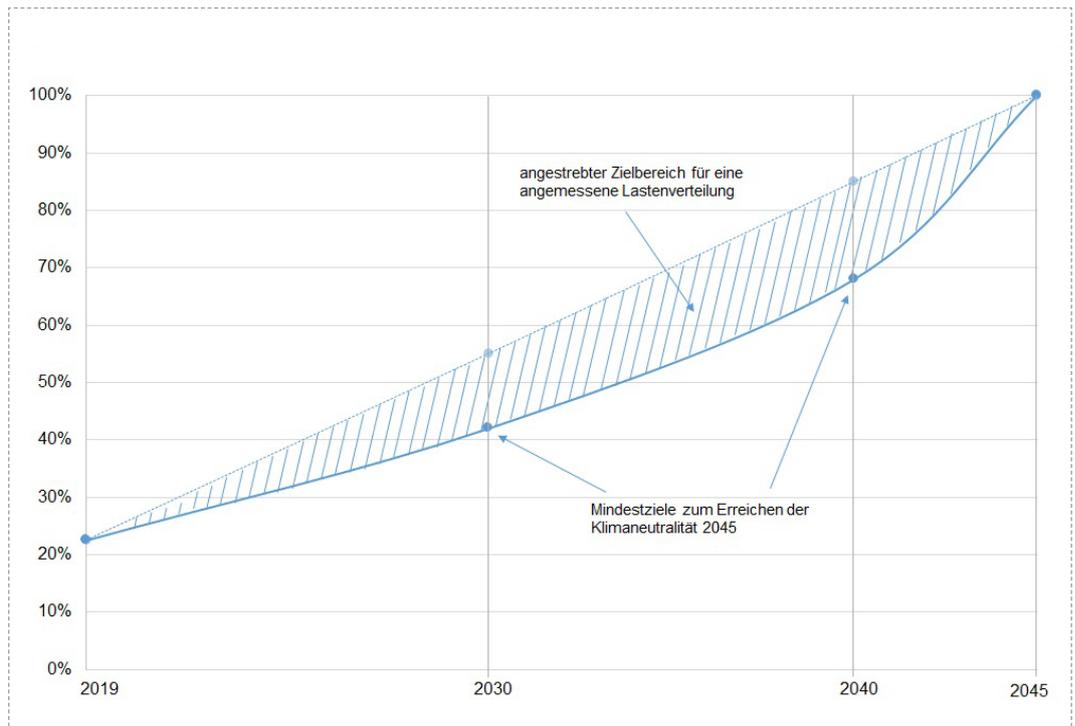


Abbildung 11: Prognosen für Anteil der EE am PEV

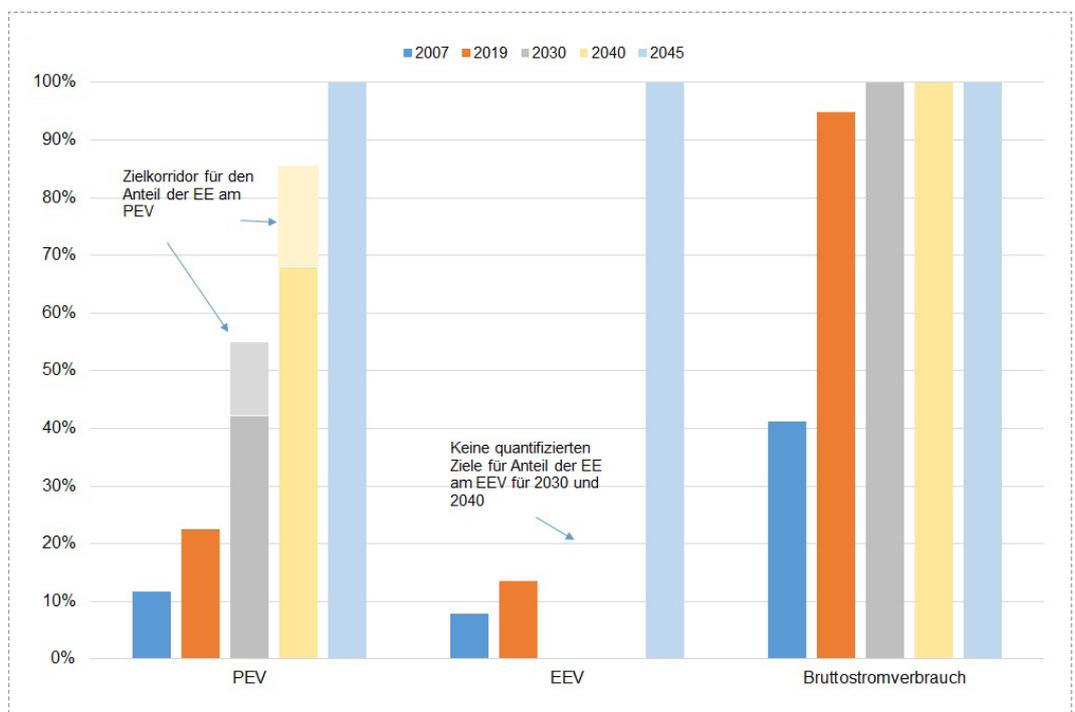


Abbildung 12: Übersicht der Ziele für Anteile der EE an PEV, EEV und Bruttostromverbrauch

darunter [2]. Dies ist zum großen Teil durch den Einsatz konventioneller Energieträger in den Sektoren Verkehr, Stromwirtschaft und Wärme begründet.

Basierend auf den neuesten nationalen und internationalen Rahmenbedingungen und um die Klimaneutralität 2045 zu erreichen, müssen die Ziele für den Anteil der erneuerbaren Energien an den Energieverbräuchen neu festgelegt werden. Die Unsicherheiten in den Prognosen der zukünftigen Energiebedarfe, der Fortschritte bei den Energie- und Speichertechnologien, der Entwicklungen im Fortschreiten der Sektorenkopplungen und der Fortschritte beim Umsetzen der Verkehrs- und Wärmewende machen es erforderlich, Zielkorridore festzulegen. Das Ziel der ES 2030 für den Anteil der erneuerbaren Energien am PEV von 32 % wird nicht in die ES 2040 übernommen. Stattdessen ergibt sich ein Zielbereich für 2030 von mindestens 42 % bis 55 % und für 2040 von 68 % bis 85 % (vgl. Abbildung 11, 12).

Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien am EEV werden aktuell nur für die Sektoren Stromerzeugung und Wärmeerzeugung gesetzt. Die Stromproduktion soll ab 2030 bilanziell zu 100 % und die Wärmeerzeugung soll bis 2040 zu 82 % mit erneuerbaren Energien erfolgen. Für die übrigen Sektoren können zum jetzigen Zeitpunkt noch keine belastbaren Ziele genannt werden, da die Prognosen zu Geschwindigkeit und Richtung der Entwicklung dieser Sektoren für die kommenden Jahre zu große Unsicherheiten aufweisen.

Die folgenden Ausbauziele für die einzelnen erneuerbaren Energien für 2040 sind

insofern als vorläufig zu betrachten, als sie an die kommenden Realitäten und nach Vorliegen des Klimaplanes ggf. anzupassen sein werden.

Windenergie

Nach aktuellem Stand sollen unter den derzeit geltenden gesetzlichen Rahmenbedingungen unter Berücksichtigung eines vermehrt einsetzenden Repowering und dem zunehmenden Bedarf nach regenerativ erzeugtem Wasserstoff in 2030 11,5 GW installierte Windleistung und 15 GW bis 2040 am Netz sein (vgl. Abbildung 13). Von den genannten 15 GW sollen 3 GW vorrangig für die grüne Wasserstoffproduktion eingesetzt werden. Zur Realisierung der vorgenannten Ausbauziele und der aktuellen Bundesgesetzgebung folgend ergibt sich eine notwendige Flächenbereitstellung von 2,2 % der Landesfläche bis zum Jahr 2032. Danach soll überprüft werden, ob weitere Flächen für die Windenergienutzung notwendig sind.

Vogelerkennungssystem

Das MWAE fördert derzeit ein Projekt, bei dem sensorbasierte automatische Vogel-detektionssysteme erforscht und erprobt werden. Diese sollen verhindern, dass geschützte Greif- und Großvogelarten durch den Betrieb von WEA verletzt werden.

Damit diese Steigerung der notwendigen Flächenbereitstellung erfolgreich umge-

I Faustformel: 1 MW benötigt 5 ha Fläche (keine Versiegelung), 1 ha mit WEA liefert ca. 0,5 GWh Strom.

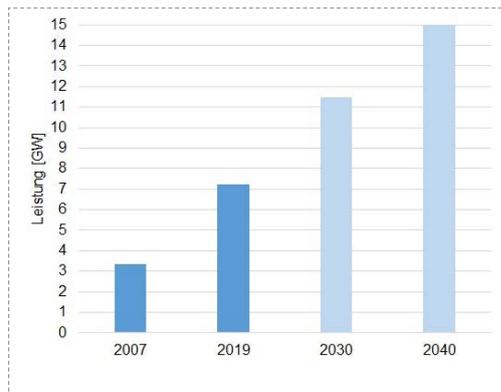


Abbildung 13: Entwicklung der installierten Leistung von WEA

setzt werden kann, sind angepasste Rahmenbedingungen zum Ausbau der Windenergie erforderlich. Folgende Punkte gilt es anzugehen:

- Schaffung von mehr Rechtssicherheit durch Standardisierung in der Anwendung artenschutzrechtlicher Vorschriften.
- Das Repowering, als eine wichtige Säule beim Ausbau der Windenergie, muss durch einen geeigneten rechtlichen Rahmen gestärkt werden. Bisherige Standorte müssen einfacher für neue Anlagen weitergenutzt werden können.
- Die Regionalen Planungsgemeinschaften (RPG) müssen bei der Regionalplanung und der damit einhergehenden Festlegung von geeigneten Gebieten für die Windenergienutzung gestärkt und unterstützt werden.
- Der erhöhte Flächenbedarf für die erneuerbaren Energien muss zu einer Erhöhung der lokalen Wertschöpfung führen, z. B. durch den Auf- und Ausbau der Wasserstoffwirtschaft in Brandenburg zur Dekarbonisierung der Sektoren.
- Die Unterstützung in der Bevölkerung für die Energiewende und den Ausbau der erneuerbaren Energien vor Ort muss durch eine geeignete Infor-

mationspolitik und eine geeignete wirtschaftliche Beteiligung positiv gestaltet werden.

- Die Planung und Errichtung von Windenergieanlagen in den Randbereichen von Landschaftsschutzgebieten sowie, soweit notwendig, innerhalb von Landschaftsschutzgebieten muss erleichtert werden [44].

Im Rahmen der geplanten Änderungen von Bundesgesetzen und Verordnungen im Energierecht (u. a. EEG, EnWG) sind insbesondere hinsichtlich der Anwendung artenschutzrechtlicher Vorschriften und des Repowering Verbesserungen für das Jahr 2023 zu erwarten.

Aufgrund der kontinuierlichen Leistungssteigerung bei den Windenergieanlagen könnte sich die Anlagenzahl, trotz deutlicher Steigerung des Ausbauziels auf 15 GW, im Vergleich zur aktuellen Anlagenzahl, um mindestens 15 % reduzieren (eigene Berechnung).

Photovoltaik

Im Bereich der Photovoltaik (PV) fand in den letzten Jahren eine positivere Entwicklung statt als sie noch 2012 absehbar war. Aktuell sind in Brandenburg Anlagen mit einer Leistung von etwa 4,5 GW installiert. Ziel der Energiestrategie 2040 ist es, eine Steigerung bei der Photovoltaik auf 18 GW für das Jahr 2030 und auf 33 GW installierter Leistung für das Jahr 2040 zu ermöglichen. Dabei soll ein besonderer Fokus auf Dachanlagen und Parkflächen liegen. PV-Freiflächenanlagen (FFA) in Verbindung mit landwirtschaftlicher Nutzung (Agri-PV) sowie FFA auf wiedervernässten Moorflächen (Moor-PV) sollen als zusätzliches wirtschaftliches Standbein für

landwirtschaftliche Betriebe Berücksichtigung finden [44].

Die Erreichung dieser Ziele erfordert eine höhere Flächenbereitstellung^J. Hinsichtlich großer PV-Freiflächenanlagen zeichnet sich ab, dass diese verstärkt außerhalb der Vorgaben des EEG realisiert werden, d. h. die Anlagen finanzieren sich durch den direkten Verkauf des erzeugten Stroms an Dritte. Der Solarpark bei Werneuchen wurde als Großprojekt bereits Ende 2020, außerhalb des EEG in Betrieb genommen und gilt damit als Beweis für die Wirtschaftlichkeit der PV.

Floating PV

Aufgrund des Kohleausstiegs steht die Lausitz vor einem Strukturwandel. Neben anderer Nutzung wie bspw. für touristische Zwecke, können Tagebauflächenseen zur Erzeugung erneuerbarer Energien mittels schwimmender PV-Anlagen dienen. Durch die Nutzung von Tagebauseen kann eine Flächenkonkurrenz mit der Landwirtschaft verringert werden.

In einer vom MWAE in Auftrag gegebenen und von der Energieagentur in der WFBB durchgeführten Potenzialstudie zur Nutzung der Photovoltaik im Land Brandenburg, wurden die Ausbaupotenziale ermittelt. Dabei wurde u. a. zwischen Dachflächen, landwirtschaftlichen Flächen mit verschiedenen Ackerzahlen und den

EEG-Basisflächen (vergütungsfähig gemäß EEG) unterschieden. Im Ergebnis ergibt sich hierbei ein theoretisches Potenzial von rund 50 GW für die PV in Brandenburg auf Dach- und EEG-Basisflächen. Hinzu kommen noch erhebliche Potenziale auf landwirtschaftlichen Flächen, die aktuell nur außerhalb einer EEG-Vergütung genutzt werden können. In der Analyse wurde der PV-Ausbau auf landwirtschaftlichen Flächen differenziert betrachtet. Auf ertragsarmen Böden wurden die Potenziale mit „konventionellen“ FFA berechnet und auf landwirtschaftlichen Flächen mit höheren Ackerzahlen wurde die parallele Nutzung mittels Agri-PV zugrunde gelegt. Da die ermittelten Flächen jedoch verschiedene Qualitäten besitzen und somit die Eignung der Flächen für eine wirtschaftliche Energieerzeugung mittels PV unterschiedlich zu bewerten ist, wird das umsetzbare Potenzial deutlich kleiner ausfallen. Hinzu kommt, dass nicht alle Flächen für die PV zur Verfügung stehen werden. Auch das umsetzbare Potenzial der Agri-PV hängt von verschiedenen Faktoren, wie den Anforderungen und Eigenschaften der angebauten Pflanzen, der Fruchtfolgen und der verwendeten Arbeitsgeräte ab. Aber auch bspw. gebietsbezogener Artenschutz oder der kommunale Planungswille können die Potenziale deutlich einschränken. Somit kann die PV-Analyse eine Einzelfallprüfung bzw. die Beurteilung durch Fachunternehmen nicht ersetzen.

Eine vollständige Nutzung der Potenziale ist neben Flächenkonkurrenzen auch aufgrund des Mangels an Fachkräften und aufgrund der Grenzen des Netzausbaus derzeit nicht möglich. Die ermittelten Potenziale der Studie weichen daher von

^J Faustformel: 1 MW PV benötigt 1 ha Fläche.

Agri-Photovoltaik

Agri-PV-Anlagen ermöglichen eine gleichzeitige Nutzung von Flächen zur Landwirtschaft und zur Stromproduktion. Landwirte könnten durch zusätzliche Einnahmen durch den Betrieb der Anlagen und durch den Schutz der landwirtschaftlichen Erträge vor Hagel- oder Dürreschäden profitieren. Das Flächenangebot für Agri-PV ist groß. Durch aufwändige Konstruktionen und Spezialmodule ist der Betrieb oftmals mit Mehraufwand verbunden. Mit zunehmender Steigerung der Effizienz und Optimierung der Integration in die Landwirtschaft kann die wirtschaftliche Rentabilität jedoch noch deutlich gesteigert werden.

den PV-Ausbauzielen der Energiestrategie 2040 ab.

Zudem sind die tatsächlichen Nutzungsmöglichkeiten, anders als bei der Windkraft, mit höheren Unsicherheiten behaftet. Derzeitige Entwicklungen und Hindernisse erschweren verlässliche Prognosen für die Jahre 2030 und 2040. Dazu gehören:

- Möglicher Fortschritt durch Forschung (insbesondere Agri-/Biodiversität-/Floating-PV)
- Gebietsbezogene Eigenschaften (bspw. Beschaffenheit von Flächen)
- Künftige Änderungen der Rahmenbedingungen (bspw. Agrarpolitik)
- Neue Fördermechanismen des Bundes
- Individuelle Planungs- und Entscheidungsprozesse der Kommune (geringer

Einfluss der Landesregierung)

- Fehlende Erfahrungswerte für den PV-Ausbau außerhalb des EEG

Um den weiteren Ausbau der PV zu unterstützen und die Potenziale zu visualisieren, wurde ein Solaratlas für Brandenburg in Betrieb genommen. Damit ein möglichst hoher Anteil der ausgewiesenen Potenziale auf Brandenburger Dächern und geeigneten Freiflächen auch umgesetzt werden kann, sind angepasste Rahmenbedingungen zum Ausbau der Photovoltaik erforderlich. Folgende Punkte gilt es anzugehen:

- Die Kommunen müssen bei der Wahrung ihrer Vorbildfunktion zur Solarenergienutzung auf kommunalen Dächern und bei der kommunalen Energieplanung unterstützt werden.
- Die aktuelle Benachteiligung der Dachanlagen in Bezug auf lokale Wertschöpfung sollte angeglichen werden.
- Im Zuge eines forcierten Ausbaus von PV-Anlagen sollten in Bezug auf Dachanlagen das größtmögliche Potenzial in den Bereichen des Denkmal- und Ensembleschutzes sowie bei Gestaltungsansatzungen nutzbar gemacht werden.

Bioenergie

Im Bereich der Bioenergie ist der Rechtsrahmen deutlich schwieriger geworden, sodass kaum Neubau erwartet wird und selbst der Erhalt der Bestandsanlagen die Branche vor große Herausforderungen stellt.

Strategiepapiere des Bundes weisen dem gegenüber bis 2050 sogar eine leichte Steigerung der energetischen Nutzung von Biomasse mit einem Wechsel des Schwerpunktes von der Stromproduktion

zum Wärme- und Transportsektor aus. Die zukünftige energetische Nutzung soll im Rahmen einer nachhaltigen Biomassestrategie des Bundes festgeschrieben werden. Die Landesregierung wird sich weiterhin dafür einsetzen, dass Bioenergie in Brandenburg einen effizienten und nachhaltigen Beitrag ergänzend zur Windenergie und Solarenergie leisten kann. Neben dem erheblichen Arbeitsplatzpotenzial kann die Bioenergie weiterhin für einen hohen Verbleib der Wertschöpfung in den regionalen Kreisläufen sorgen.

Der Energiepflanzenanbau soll aus Gründen der Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und zur stofflichen Nutzung von Biomasse nicht mehr anwachsen [45]. Die bessere Ausschöpfung von Restholzreserven aus dem Privatwald, Holz aus Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen, die Nutzung von Landschaftspflegematerial und eine möglichst vollständige Verwertung von Wirtschaftsdüngern, Bioabfällen und biogenen Reststoffen gewinnen an Bedeutung.

Ein ausreichendes Dargebot für die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten der Biomasse, u. a. für die Produktion von grünem Wasserstoff, kann zu einem limitierenden Faktor werden. Die nationale und internationale Konkurrenz um Biomasse wird voraussichtlich zunehmen. Zudem wird sich der Klimawandel auf die Energiepflanzen- und Waldressourcen auswirken.

Gleichzeitig ist von einem weiteren Technologiefortschritt und einer Energieeffizienzsteigerung insbesondere bei der Wärmenutzung auszugehen, sodass kon-

stante Anteile der Bioenergie am Primärenergieverbrauch von ca. 22 TWh sowie am EEV von 11 TWh für 2040 angestrebt werden^K.

Solarthermie

Die Nutzung der Sonnenenergie zur Wärmebereitstellung in Brandenburg erhöht sich langsam, aber kontinuierlich. Sie stieg von 120 GWh in 2011 auf 145 GWh im Jahr 2017. Für 2030 wird ein Ausbaustand von 159 GWh und für 2040 ein Ausbaustand von 278 GWh erwartet. Des Weiteren wird prognostiziert, dass hiervon rund 160 GWh in die vorhandenen Fernwärmenetze eingespeist werden.

Geothermie

Auf die Nutzung der Erdwärme soll in Zukunft ein besonderes Augenmerk gerichtet werden. Diese stets verfügbare Energiequelle hat technisch ein fast grenzenloses Ausbaupotenzial, was bisher jedoch zu wenig genutzt wird. Die Integration von mitteltiefen und tiefen Geothermieanlagen in bereits vorhandene Fernwärmenetze ist besonders energie- und flächeneffizient und kann den THG -Ausstoß deutlich verringern. Aktuell kommen ca. 90 % der Wärmebereitstellung für Fernwärmenetze aus fossilen Quellen. Für 2040 wird erwartet, dass die Geothermie rund 1,11 TWh Wärme in die Fernwärmenetze einspeist.

Auch die oberflächennahe Geothermie wird relevant zur Wärmewende beitragen. Es kommen Technologien mit Erdwärmepumpen als auch Erdwärmesonden oder -kollektoren verstärkt zum Einsatz. Die

K Faustformel: 1 ha mit Biomasse (Silomais) liefert bis zu 0,2 GWh Strom.

Geothermie Energie und Wasser Potsdam (EWP)

Die Landeshauptstadt ist landesweiter Vorreiter für den Einsatz der Tiefengeothermie. Das kommunale Unternehmen EWP GmbH plant im Rahmen seiner Dekarbonisierungsstrategie die Gewinnung von Fernwärme mittels 6 bis 8 Tiefenbohrungen, d. h. max. 14 MW thermische Leistung bis zum Jahr 2050.

Entwicklungen sind inzwischen so weit fortgeschritten, dass nicht nur große Gebäudekomplexe versorgt werden können, sondern auch die Einbindung in Netze möglich ist. Immer mehr Wärmenutzerinnen und -nutzer in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie Wirtschafts- und Gewerbebetriebe sehen in der Geothermie eine Möglichkeit erneuerbare Energien für sich zu nutzen. Brandenburg ist hier im Bundesmaßstab mit führend und mehrfacher Träger des Erdwärmeliga-Preises.

Das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) betreibt das Geothermieportal. Es bietet geologische Daten, die Aussagen über Parameter eines Standortes zulassen. So erhalten potenzielle Nutzerinnen und Nutzer von oberflächennaher Geothermie Informationen zur Verteilung der Wärmeleitfähigkeit, um die Anlagen optimal auszulegen.

Sonstige

Hierzu gehören die erneuerbaren Energieträger Wasserkraft sowie Deponie- und Klärgase. Gerade die wachsende Bedeutung des Klimaschutzes macht es erforderlich, auch diese Potenziale zu nutzen.

Bis zum Jahr 2030 soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch zwischen 42 % und 55 % liegen und bis zum Jahr 2040 auf einen Zielbereich von mindestens 68 % (ca. 75 TWh pro Jahr) ausgebaut werden. Für das Jahr 2030 ergeben sich die folgenden Zwischenziele:

Tabelle 2: Anteile der EE am PEV (Zwischenziel für 2030)

	[TWh ^L]	[PJ]	[%]
Windenergie	28,8	104	21
Photovoltaik	18,0	65	13
Bioenergie	22,2	80*	16
Solarthermie	0,2	1	<1
Geothermie	0,8	3	<1
Sonstige	1,0	4	<1
Gesamt	71	257	50

Mit im Jahre 2040 installierten 15 GW Windenergie- und 33 GW Photovoltaikleistung sollen die einzelnen regenerativen Energieträger folgende Beiträge leisten:

Tabelle 3: Anteile der EE am PEV (Ziel für 2040)

	[TWh ^L]	[PJ]	[%]
Windenergie	37,5	135	34
Photovoltaik	33	119	30
Bioenergie	22,2	80*	20
Solarthermie	0,3	1	<1
Geothermie	1,1	4	1

L Die Arbeit in TWh ergibt sich aus der installierten Leistung der jeweiligen Energieträger und den technologiespezifischen Volllaststunden der jeweiligen Energieträger. Beispiel: 11,5 GW Windenergieleistung * 2.500 h = 28.750 GWh = 28,75 TWh

	[TWh ¹]	[PJ]	[%]
Sonstige	1,4	5	1
Gesamt	95,5	344	86

** Die Berechnungsansätze werden gegenwärtig über-prüft. Eine Reduzierung des Zielwertes ist möglich. Ferner steht der Wert unter Vorbehalt einer vom Amt für Statistik angekündigten Datenrevision seit dem Berichtsjahr 2003 bezüglich des Direktverbrauches von Biomasse (Holz) in Haushalten und Gewerbe.*

Die aktualisierten Prognosen zeigen, dass der Strombedarf für 2030 von etwa 18 TWh und für 2040 von etwa 25 TWh rechnerisch zu 100 % durch erneuerbare Energien gedeckt werden können. Im Wärme- und Verkehrssektor wird die Bedarfsdeckung bis 2040 zunehmend biomasse- und strombasiert erfolgen (u. a. Wärmepumpen, E-Mobilität und Brennstoffzellen). Hinzu kommen neue Stromanwendungen (z. B. zur Steuerung von Stromangebot und -nachfrage: Smart Grid) und neue sparsamere Elektrogeräte.

Bei der Fernwärmebereitstellung wird es Verschiebungen im Energiemix geben. Heizungsanteile, die auf fossilen Brennstoffen beruhen, werden zunehmend durch erneuerbare Energie sowie strombasierte Wärmebereitstellung (vor allem Wärmepumpen, Bioenergie) substituiert werden.

Die Systemtransformation soll durch Sektorenkopplung, Elektrifizierung und Wasserstoffwirtschaft zielgerichtet gestaltet werden.

Im Verkehrsbereich kommt es zu deutlichen Verschiebungen. Durch den zunehmenden Flugverkehr und die Inbetriebnahme des Flughafens Berlin-Brandenburg (BER) werden Effektivitätseffekte zu gro-

ßen Teilen kompensiert. Der Verkehrssektor wird sich durch die Nutzung von synthetischen Gasen und Strom als auszubauende Energieträger stärker mit den Energieversorgungssystemen vernetzen und Synergien ausschöpfen (z. B. Stromspeicherung, Luftreinhaltung durch emissionsarme Antriebe). Gleichzeitig wird der Anteil biogener Treibstoffe im Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr steigen.

Die Transformation des Energieversorgungssystems und damit das Ziel der Klimaneutralität ist verbunden mit dem massiven Ausbau der dezentralen erneuerbaren Energien sowie der Verzahnung der Sektoren im Energiebereich. Dies benötigt zum Gelingen einen stetigen Netzausbau auf allen Ebenen.

III: Aufbau und Ausbau einer Wasserstoffwirtschaft

Wasserstoff wird als Energieträger im dezentralen, dekarbonisierten Energiesystem der Zukunft eine wesentlich größere Rolle spielen als heute. Grüner Wasserstoff braucht grünen Strom. Das begrenzt die theoretisch unbegrenzte Verfügbarkeit. Seine hohe massenbezogene Energiedichte, seine Speicher- und Transportierbarkeit sowie seine Nutzbarkeit als verbindendes – koppelndes – Element zwischen den einzelnen Verbrauchssektoren machen Wasserstoff attraktiv und unverzichtbar für die Energiewende und als Grundstoff für die Industrie. Gleichzeitig bieten Wasserstofftechnologien ein großes Wertschöpfungspotenzial, gerade für die Energieregionen im Osten Deutschlands, die sich nicht zuletzt mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung in einem tiefgreifenden Wandlungsprozess befinden.

Als Vorreiter beim Ausbau der erneuerbaren Energien ist Brandenburg schon früh mit verschiedenen energiesystem-relevanten Herausforderungen konfrontiert worden und sieht in dem Element Wasserstoff großes Potenzial zur Unterstützung bei der Transformation des Energiesystems und der Reduzierung von THG-Emissionen. In der Planung heimischer Erzeugungskapazitäten muss auch die Wasserverfügbarkeit berücksichtigt werden.

Referenzkraftwerk Lausitz

Der Zweckverband Industriepark Schwarze Pumpe, Energiequelle und ENERTRAG planen als investierende Partner im Rahmen des BMWi-Programms „Reallabore der Energiewende“ den Aufbau eines neuartigen Kraftwerkes. Ziel ist es am Standort Schwarze Pumpe zu zeigen, dass ein rein auf erneuerbare Energien basierendes Speicherkraftwerk mit Hilfe einer intelligenten wasserstoffbasierten Sektorenkopplung alle Systemdienstleistungen wie heutige Kraftwerke erbringen kann. Zudem wird es schwarzstartfähig sein und überschüssigen Wasserstoff für den Mobilitätssektor bereitstellen.

Die 2019 beauftragte „H₂-Industrie Potenzialstudie Brandenburg“ zeigt zudem, dass Sektorenkopplung (Power-to-X-Technologien) und der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft auch enorme Chancen für die Energieregion in Form von zusätzlicher

regionaler Wertschöpfung und Beschäftigung bieten kann – also genau das, was für eine erfolgreiche Strukturentwicklung nicht zuletzt in den Braunkohlerevieren dringend benötigt wird und wovon das ganze Land profitieren kann.

Daher hat sich Brandenburg bereits im Juni 2020 zusammen mit Sachsen und Sachsen-Anhalt mit dem „Eckpunktepapier der ostdeutschen Kohleländer zur Entwicklung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft“ bekannt. Das einheitliche Auftreten der Länder ist ein politisches Statement, wie sich eine grüne Wasserstoffwirtschaft positiv auf die Energiewende und auf die Strukturentwicklung in Energieregionen auswirken kann.

Um dieses zukünftige Wertschöpfungspotenzial der Wasserstoffwirtschaft zu nutzen, im internationalen Wettbewerb konkurrenzfähig zu bleiben und Arbeitsplätze in der gesamten Region zu sichern sowie neue zu schaffen, wurden im Eckpunktepapier die wesentlichen Bereiche/Handlungsfelder und ihre Entwicklungspotenziale identifiziert.

Mit Vorlage der Strategie für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im Land Brandenburg im November 2021 liegt neben einer Richtung auch ein maßnahmenorientierter Plan zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg vor. Die Wasserstoffstrategie stellt somit einen Baustein im Rahmen der Energiestrategie des Landes Brandenburg dar. Dabei handelt es sich um ein agiles Instrument, welches auf seinem Weg zeitliche Stationen – die Handlungszeiträume bis 2030 und bis 2040 – berücksichtigen muss.

Mit dem in diesem Jahr realisierten Wasserstoffmarktplatz in Form einer digitalen Vernetzungs- und Planungsmöglichkeit wurde ein signifikanter Beitrag zur Beschleunigung des Wachstums einer Wasserstoffwirtschaft in der Region geleistet. Hier sind Akteurinnen und Akteure eingeladen, ihre Wasserstoffprojekte freizugeben, zu ergänzen bzw. eigenständig zu veröffentlichen.

Der Nationale Wasserstoffrat (NWR) schätzt den Wasserstoffbedarf für Brandenburg auf etwa 22,5 TWh für das Jahr 2040. Dieser teilt sich auf für die Dekarbonisierung der Industrie, des Verkehrs, der Wärmeversorgung und der Energieversorgung. Diesen Bedarf mit grünem Wasserstoff aus komplett regionaler Produktion zu befriedigen, ist mit dem heutigen technischen Stand nicht möglich. Neben der Wasserstoffproduktion in Brandenburg sind Energieimporte, sowohl zusätzlicher Strom zur Herstellung als auch Wasserstoff direkt wahrscheinlich. Auch die Nutzung alternativer klimaneutraler Techniken zur Wasserstoffgewinnung, wie beispielweise die Pyrolyse unter Abscheidung von festem Kohlenstoff, direkt beim Verbraucher wie Arcelor Mittal oder Cemex, dient der Dekarbonisierung der Industrie, der Erhaltung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit und der Sicherung und dem Ausbau der Wertschöpfung in Brandenburg.

Um den Unsicherheiten der Prognosen Rechnung zu tragen (siehe Wasserstoffstrategie des Landes Brandenburg [41]), wurde das Ziel definiert, einen Wasserstoffbedarf von 3,75 TWh mittels erneuerbarer Energien und Elektrolyse zu decken. Dies entspricht 16,7 % des Gesamtbedarfs. Die elektrische Energie soll mittels

Windkraft erzeugt werden, da hier die Prognosen für den Ausbau und den zukünftigen Ertrag valide sind. Zusätzliche Kapazitäten aus Effizienzsteigerungen und zusätzlichem Ausbau, wie beispielweise bei der PV, sollten für eine zusätzliche Wasserstoffproduktion genutzt werden, um die Energieimporte und damit die Kosten so gering wie möglich zu halten und die Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Brandenburg zu sichern.

Versorgungssicherheit

Unter Versorgungssicherheit versteht man die kurz- und langfristige möglichst kostengünstige und umweltverträgliche Bereitstellung aller relevanten Energieträger. In Bezug auf die Strom- und Gasversorgung sind die maßgeblichen Regelungen und Vorgaben im EnWG geregelt. Durch die Einbindung Brandenburgs in die europäischen Verbundnetze für Elektrizität und Erdgas kann die Versorgungssicherheit nicht auf regionaler Ebene betrachtet werden. Sie ist vielmehr eine ganzheitliche europäische Aufgabe.

IV: Klimaneutrale, zuverlässige und preisgünstige Energieversorgung gewährleisten

Eine zentrale Herausforderung besteht weiterhin in der intelligenten Integration erneuerbarer Energien in das bestehende, historisch gewachsene Energieversorgungssystem. Insbesondere im Stromsektor müssen die zeitweiligen Er-

zeugungsüberschüsse und Bedarfsunterdeckungen ausgeglichen werden, damit eine nachhaltige und zugleich sichere und bezahlbare Energieversorgung gelingt.

Die Umsetzung der Energiewende muss effizient und zielorientiert erfolgen. Der Regulierungsrahmen ist technologieoffen auszugestalten. Wichtig dabei ist, dass Machbarkeit, Bezahlbarkeit, Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit gewährleistet sind und die Prinzipien der Langfristigkeit und Risikoabwägung eingehalten werden.

Klimaneutrale Energieversorgung

Der Umbau der bisherigen Energieversorgungsstrukturen (Systemtransformation) geht mit einer zunehmenden Dezentralität in der Energieerzeugung und einer zunehmend fluktuierenden Einspeisung aus erneuerbaren Energien einher. Auch bietet die Kopplung der verschiedenen Sektoren (Strom, Wärme, Mobilität) wichtige Optionen für eine klimaneutrale Energieversorgung und für eine Bereitstellung benötigter Flexibilität. Die Sektorenkopplung ist ein Instrument, Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Wärme- und Verkehrssektor zur Anwendung zu bringen, um fossile Energieträger zu ersetzen und auch temporäre Erzeugungsüberschüsse zu nutzen, statt abzuregeln. Durch die Nutzung temporärer Erzeugungsüberschüsse kann die Sektorenkopplung wichtige Flexibilität bereitstellen. Strom wird aufgenommen, z. B. als Wasserstoff gespeichert, und kann je nach weiterer Verwendung wieder in Rückverstromung verwendet werden. Wichtige Anwendungsformen, die hier aktuell diskutiert und erforscht werden, sind Technologien zur Stromheizung (Power-to-Heat), elektrochemische Gasproduktion (Pow-

er-to-Gas) und die verschiedenen Technologien für Elektromobilität auf der Straße, der Schiene, in der Luft und auf dem Wasser (Power-to-Vehicle). Diese zunehmende Elektrifizierung in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie mit grünem Strom trägt ebenso wie die Einführung von Wasserstoff als Brenn- und Grundstoff essentiell zum Erreichen der Klimaschutzziele bei.

Versorgungssicherheit

Eine Kombination von Erzeugungszentren für erneuerbare Energien mit innovativen Speicherlösungen ist daher eine sinnvolle Lösung, um den Strom lastgerecht zur Verfügung zu stellen (Errichtung von Zwischenspeicherstationen an den Netzzugängen). Innovative Speicherlösungen sind die Basis für einen sicheren Übergang von einer zentralen und konventionellen zu einer stärker dezentralen und auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung (vgl. Abbildung 14). Mit dem steigenden Anteil erneuerbarer Energien werden zukünftig Speicherkapazitäten für Deutschland bis in den Terawattbereich erforderlich. Bei den derzeit verfügbaren Speichertechnologien für elektrische Energie liegt die potenzielle Leistungsfähigkeit von Batteriesystemen im Megawattbereich, nur Pumpspeicherkraftwerke können derzeit deutschlandweit Kapazitäten im Gigawattbereich ausgleichen. Der Stromaustausch mit wasserkraftreichen Ländern wie zum Beispiel mit Norwegen wird zukünftig zur Speicherung beitragen.

Das derzeit größte Speicherpotenzial bietet das bestehende Erdgasnetz einschließlich der integrierten Untergrundspeicher. Für Wasserstoff und Methan liegt das Speicherpotenzial in Deutschland auf dieser Basis im mehrstelligen Terawattbereich. Das

Gasnetz könnte zum wichtigsten Energiespeicher werden und eine zentrale Rolle im Rahmen der Versorgungssicherheit spielen.

Die direkte Einspeisung von aus erneuerbarem Strom oder anderweitig klimaneutralem Wasserstoff (z. B. über Elektrolyse) ins Gasnetz ist derzeit nur stark eingeschränkt möglich. Neben rechtlichen Restriktionen sind insbesondere technische – zumeist kostenintensive – Herausforderungen zu lösen. Mit einer nachgeschalteten Methanisierung und der Umwandlung des klimaneutral erzeugten Wasserstoffs zu Methan lässt sich die in Deutschland vorhandene Gasinfrastruktur trotz weiterer Umwandlungsverluste ohne regulatorische Eingriffe und aufwendige technische Umbauten nutzen. Synergieeffekte mit hoher Klimaschutzwirkung lassen sich beispielsweise dann erreichen, wenn das dazu benötigte CO₂ aus natürlichen Quellen wie der Biomassevergärung stammt oder der Luft entzogen wird.

Die Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung stößt durch die Flächenkonkurrenzen für den Anbau der Biomasse mit der Landwirtschaft und dem Naturschutz an Grenzen. Damit ist auch die Wirkung auf die Versorgungssicherheit begrenzt. Hier bietet die Nutzung von hocheffizienten Gas- und Dampfkraftwerken (GuD) mit dem klimaneutral erzeugten Wasserstoff oder Methan eine weitere Stütze zu einer sicheren Energieversorgung. Allerdings sind hierfür große Mengen an regenerativ erzeugtem Strom für die Wasserstoff- und Methanproduktion notwendig. Ein deutlicher Ausbau der erneuerbaren Energien ist unumgänglich.

Durch die Wärmewende soll die Wärmeversorgung durch die Sektorkopplung

klimaneutral werden. Neben der Nutzung von Geothermie, Solarthermie und Elektrizität mittels Wärmepumpen kann die Nutzung von Biomasse- und GuD-Kraftwerken zur Energieerzeugung mit Auskopplung von Wärme einer sicheren Wärmeversorgung dienen. Auch die Nutzung von Klär- und Deponiegas zur Energiegewinnung kann zur Versorgungssicherheit beitragen.

Preisgünstige Energieversorgung

Die Bezahlbarkeit von Energie und eine sozialverträgliche Energiewende sind Voraussetzung für die Erfüllung der Daseinsvorsorge sowie das Gelingen der Energiewende. Das Land Brandenburg wird sich für eine Verbesserung der nationalen gesetzlichen Rahmenbedingungen einsetzen, um eine kostengünstige Energieversorgung zu stärken.

Das Land Brandenburg setzt sich unter anderem für eine verbraucherfreundliche Ausgestaltung der Fernwärmemarktregelungen ein, insbesondere für faire Vertragsbedingungen, für Transparenz bei Preisen und Fernwärmeversorgungsbedingungen.

Die Digitalisierung der Energiewende soll auch Verbraucherinnen und Verbraucher die Möglichkeit bieten, an ihr zu partizipieren. Die Kosten für private Haushalte, die mit der Digitalisierung verbundenen sind, sollen durch einen entsprechenden Vorteil für diese Haushalte ausgeglichen werden können, z. B. durch die Inanspruchnahme von flexiblen Stromverträgen.

Im dezentralen Bereich der häuslichen Solarstromanlagen gibt es in Brandenburg bereits heute batteriegestützte Speicherlösungen, die zum Ausgleich täglicher Hoch- und Niedriglastzeiten praxistauglich sind.

Hier lassen sich nennenswerte Potenziale zur weiteren Integration von Solarstrom erschließen.

Die Umstellung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien bildet für die Verbraucherinnen und Verbraucher die Möglichkeit, selbst etwas für die Energiepreise zu tun und gleichzeitig ihre Energiekosten zu begrenzen, da Energie auf Basis fossiler Energieträger aufgrund der CO₂-Bepreisung kontinuierlich teurer wird. Der Eigenverbrauch von selbsterzeugter elektrischer Energie mittels PV oder die

Nutzung von Mieterstrom, ortsnah erzeugter Strom, bilden für Verbraucherinnen und Verbraucher weitere direkte Möglichkeiten einer preisgünstigen Energieversorgung.

Mit dem steigenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien muss die Regelbarkeit von Biomasseanlagen und der konventionellen Kraftwerke deutlich verbessert werden, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Biogasanlagen und Gaskraftwerke können diese Anforderung ebenso erfüllen, wie Batteriegroßspeicher, z. B. das BigBattery Lausitz

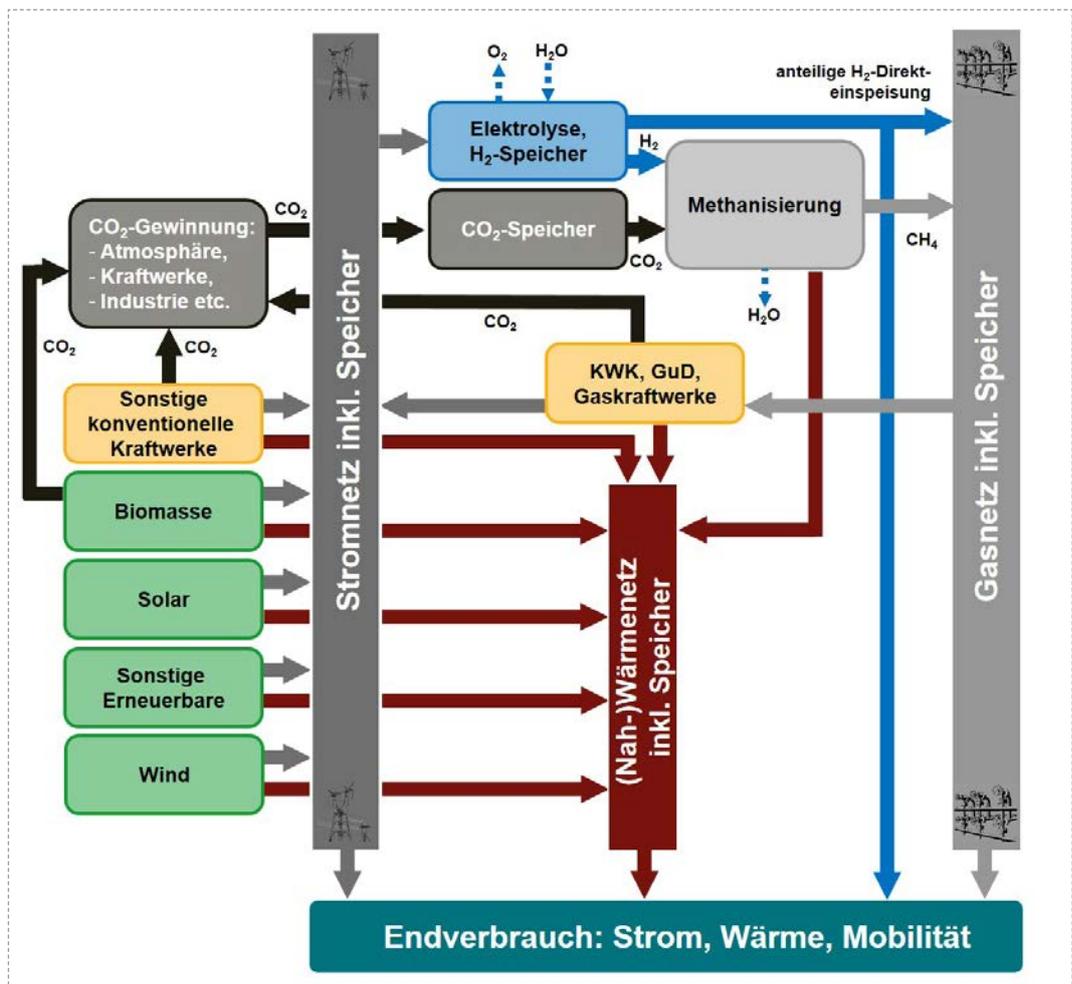


Abbildung 14: Konzept zur Sektorenkopplung (idealisierte Verknüpfung der Strom-, Gas- und Wärmenetze inkl. Zwischenspeicherung) (Datenquellen: in Anlehnung an [46], [47])

Projekt der LEAG. Sie sind binnen weniger Minuten über ihre gesamte Leistung regelbar. Allerdings bedingt das Vorhalten von Regelleistung zwangsläufig eine geringere Anlagenauslastung, was unter den heutigen Rahmenbedingungen des EEG und des Energiemarktes keine gesicherte Zukunft hat oder einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb in Frage stellt. Da solche hochflexiblen Kraftwerke für den Ausgleich der stark schwankenden erneuerbaren Stromerzeugung (Regelleistung) zwingend erforderlich sind, wird sich Brandenburg für sinnvolle Anreizmechanismen bei der weiteren Ausgestaltung des EEG und des Strommarktes einsetzen.

Eine preisgünstige Energieversorgung ist nicht nur für die Bevölkerung, sondern auch für den Wirtschaftsstandort Brandenburg insgesamt ein zentrales Anliegen. Energiepreise bilden sich am Markt und sind von verschiedenen Einflussgrößen abhängig. Eine wesentliche Einflussgröße auf den Strompreis sind die Stromgestehungskosten der verschiedenen Erzeugungsarten. Prognosen zeigen für den Bereich der erneuerbaren Energien weitere deutliche Kostendegressionen. Allerdings ist zu erwarten, dass Regelenergie (unabhängig vom Energieträger) zu deutlich höheren Kosten führt [26].

V: Wirtschaftliche Beteiligung, Akzeptanz und Unterstützung der

Energiewende steigern

Der Bau von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien wird von kleineren, aber mitentscheidenden Teilen der Bevölkerung teilweise kritisch betrachtet. Gleiches gilt

im Übrigen für den Ausbau der Stromnetze. Die Gründe dafür dürften u. a. ein spezifisches Interesse für energiepolitische Fragen, Ängste in Bezug auf bestimmte technische Entwicklungen und Eingriffe in die gewohnte Lebensumwelt sein.

Beratungsstelle/ Mediation

Unterstützung bei allen Fragen zum weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien bietet den Brandenburger Kommunen und Landkreisen die Beratungsstelle erneuerbare Energien bei der Energieagentur Brandenburg. Die Energieagentur kooperiert mit dem Kompetenzzentrum für Naturschutz und Energiewende (KNE). Das KNE betreut Konfliktfälle vor Ort und versucht durch eine neutrale Moderation zu erreichen, dass sich die Konfliktparteien aufeinander zubewegen und einen tragfähigen Kompromiss finden. Das MWAE finanziert den Einsatz von Mediatoren über die KNE zur Lösung von Konfliktfällen im EE-Bereich.

Die Brandenburger Landesregierung nimmt die Sorgen der Bevölkerung ernst und wird nach Kräften für ihre Energiepolitik um Zustimmung werben. Sie setzt dabei auf eine frühzeitige, transparente Informationspolitik und wirtschaftliche Beteiligung der Bevölkerung. Damit soll der Nutzen aus einer nachhaltigen Energieversorgung und das Vertrauen in diese erhöht werden,

um so eine möglichst breite Unterstützung für die Ziele der Energiestrategie herzustellen.

Um energiepolitische Ziele erfolgreich umsetzen zu können, müssen die Maßnahmen für die Bevölkerung nachvollziehbar werden. Dazu sind einerseits die komplexen überregionalen Verflechtungen der Energiepolitik des Bundeslandes Brandenburg im nationalen und europäischen Kontext und die daraus erwachsende föderale Verantwortung darzustellen. Andererseits müssen ganz konkret vor Ort Lösungen gefunden werden, die den Entscheidungsprozess unterstützen. Allen Ansätzen ist gemein, transparente Prozesse zu organisieren, anhand derer sich die Bürgerinnen und Bürger zu Energiefragen informieren und in denen sie sich artikulieren können.

Neben den etablierten Informationssystemen und Kommunikationspfaden ist die Umsetzung und Weiterentwicklung der regionalen Energiekonzepte, die federführend von den Regionalen Planungsgemeinschaften (RPG) im Land Brandenburg erarbeitet werden, zu einem wichtigen Instrument geworden, um die Landesregierung bei der Umsetzung der Energiepolitik zu unterstützen.

Regionale Energiemanager

Die Regionalen Energiemanager unterstützen die RPG bei der Umsetzung ihrer Energiekonzepte. Sie bilden durch ihre Vernetzung untereinander die Grundlage für eine effiziente und erfolgreiche Arbeit.

Die Energiewende soll auch für Verbraucherinnen und Verbraucher transparent und bezahlbar sein. Als zukünftiges Kernstück der digitalen Energieberichterstattung sowie zur Information über Beratungsmöglichkeiten und Beteiligung an der Energiewende sollen vorhandene Angebote und weitere Module in einem Energieportal auf der Basis der von der Energieagentur Brandenburg aufgebauten Energiedatenbank zusammengefasst werden. Damit wird eine einheitliche, vergleichbare und flächendeckende Datengrundlage im Land Brandenburg zur Verfügung gestellt (z. B. Energiesteckbriefe für alle Kommunen).

Das Land wird sich weiterhin für finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten und innovative Geschäftsmodelle für Kommunen und Gemeinden sowie Bürgerinnen und Bürger einsetzen, denn die Energiewende ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe und kann nur mit den Beteiligten vor Ort realisiert werden.

VI: Beschäftigung und Wertschöpfung stabilisieren und weiterentwickeln

Die Energiewirtschaft insgesamt ist für Brandenburg strukturbestimmend. Dies gilt vor allem für die Beschäftigungseffekte und die fiskalischen Auswirkungen der Braunkohlegewinnung und -verstromung. Rund 5.600 direkte und 3.500 indirekte Beschäftigte erwirtschafteten im Jahr 2018 eine Wertschöpfung von rund 1,3 Mrd. Euro. Dies brachte den Gebietskörperschaften (Land und betroffenen Gemeinden) einen einkommens- und gewinnabhängigen Steuereffekt von insgesamt ca. 40 Mio. Euro ein. Der Braunkohlesektor ist damit ein zentraler Wertschöpfungsfaktor

für Brandenburg generell und besonders für die Region Lausitz [26].

Die erneuerbare Energiegewinnung sicherte im Jahr 2018 im Land Brandenburg 17.800 direkte und indirekte Arbeitsplätze über Investition, Installation, Wartung der Anlagen sowie Zulieferung entlang der Wertschöpfungskette [26]. Hinzu kommen weitere Beschäftigte im Wärmemarkt, Arbeitsplätze in der Mineralölbranche, im Netzbetrieb (Gas und Strom) sowie bei den Stadtwerken.

Wertschöpfung des Energiesektors in Brandenburger halten und Beschäftigung stabilisieren.

Energiepolitische Strategieentscheidungen müssen stets auch die struktur- und beschäftigungsrelevanten Auswirkungen der Zielvorgaben im Blick haben, um regionale Strukturbrüche abzufedern. Im Rahmen der energiewirtschaftlichen Szenarienanalyse wurden auch die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für das Leitszenario untersucht. Durch die Transformation der gesamten Erzeugung hin zu treibhausgasneutralen Energiearten wird sich die Beschäftigungsstruktur verändern. Dabei wird Beschäftigung im fossilen Bereich teilweise durch Arbeitsplätze im Bereich der erneuerbaren Energien ersetzt. Im Ergebnis der im Wesentlichen auf den Stromsektor fokussierten Untersuchungen kann festgestellt werden, dass für die Braunkohleindustrie Brandenburgs aufgrund des Ausstiegspfadens insgesamt

in den nächsten Jahrzehnten von einem Beschäftigungsrückgang auszugehen ist.

Im aktuellen Leitszenario bis zum Jahre 2040 kann dies ein Rückgang auf 1.200 Arbeitsplätzen im direkten (minus 4.400 Arbeitsplätze gegenüber 2018) und 800 im indirekten (minus 2.700 Arbeitsplätze gegenüber 2018) Beschäftigungsbereich bedeuten [26]. Eine gewisse Sockelbeschäftigung ist auch nach der Stilllegung der Kraftwerke für Anschlussaktivitäten erforderlich (z. B. Rekultivierung und Wiedernutzbarmachung einschließlich wasserwirtschaftlicher Maßnahmen und Rückbau der Kraftwerke).

Voraussetzung ist eine stufenweise Außerbetriebnahme der brandenburgischen Braunkohlekapazitäten. Aufgrund der Alterspyramide der in der Braunkohleindustrie unmittelbar beschäftigten Personen erscheint dieser Rückgang durch altersbedingte Abgänge jedoch sozialverträglich gestaltbar. Nach der zugrundeliegenden Prognose müssen sich das Land Brandenburg und die betroffenen Gemeinden allerdings auf einen Rückgang der Bruttowertschöpfung aus der Braunkohlebranche bis zum Jahr 2040 auf rund 250 Mio. Euro einstellen.

Das Leitszenario der Energiestrategie 2040 hält am ehrgeizigen Ausbau der erneuerbaren Energien fest. Die direkten und indirekten Wertschöpfungseffekte durch Wind onshore, Photovoltaik und feste Biomasse^M erhöhen sich bis 2030 um schätzungsweise 350 Mio. Euro auf insgesamt 1.590 Mio. Euro und bis 2040 um schätzungsweise weitere 580 Mio. Euro

^M Andere erneuerbare Energien (Biogas, Biokraftstoffe, Wind offshore, Geothermie etc.) wurden in der zitierten Studie aus methodischen Gründen nicht erfasst.

auf dann 2.170 Mio. Euro. Für die Steuereffekte wird für 2030 mit einem Zuwachs von knapp 9 Mio. Euro auf dann rund 48 Mio. Euro und für 2040 auf dann rund 65 Mio. Euro gerechnet. Es wird eine weitere Steigerung der Beschäftigungsverhältnisse, insbesondere im Stromsektor, erwartet – sowohl im Bereich der Produktion als auch bei Installation und Wartung. Bis zum Jahr 2030 wird der Zuwachs der Beschäftigungsverhältnisse durch den im Leitszenario bestimmten Ausbau der erneuerbaren Energien um rund 1.200 Arbeitsplätze (direkt und indirekt) auf dann fast 19.000 Arbeitsplätze und für 2040 um weitere 3.300 Arbeitsplätze auf dann 22.300 Arbeitsplätze geschätzt [26].

Ansiedlung von Industrie und Rechenzentren

Nicht nur der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien hängt ganz maßgeblich vom erforderlichen Netzausbau ab. Auch industriepolitisch ist der Ausbau der Stromnetze von herausgehobener Bedeutung. Brandenburg ist aktuell mit einer Reihe von energieintensiven Ansiedlungsprojekten konfrontiert, denen allesamt gemein ist, dass sie eine leistungsstarke Stromnetzanbindung benötigen. Eine Verkürzung der Planungs- und Genehmigungszeiträume für Energieleitungen ist daher ein wesentliches Element der energiepolitischen Agenda.

Mit dem aktualisierten Leitszenario der Energiestrategie können abrupte soziale und wirtschaftliche Strukturbrüche in der Braunkohleindustrie vermieden werden. Hierbei ist es notwendig, genügend Fachkräfte auszubilden und für die Branche und das Bundesland Brandenburg bzw. die Lausitz zu gewinnen. Für die Landkreise der brandenburgischen Lausitz wird für das Jahr 2040 gegenüber 2018 mit einem Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials von ca. 33 % gerechnet. Dieser wird damit deutlich stärker ausfallen als im gesamten Land Brandenburg (Rückgang um 28 %) und in Gesamtdeutschland (Rückgang um 14 %).

Hinzu kommen qualitative Struktureffekte, die aus der Technologieentwicklung und -forschung im Energiebereich insgesamt resultieren – etwa bei der Energiespeicherung – mit entsprechenden nationalen und internationalen Wettbewerbsvorteilen und zusätzlichen Arbeitsplatzeffekten. Insofern wirkt die Energiestrategie stabilisierend auf Beschäftigung und Wertschöpfung beim Übergang von konventioneller zu erneuerbarer Energieversorgung – die Energiewirtschaft bleibt im Energieland Brandenburg ein wichtiger Arbeitgeber.

Tabelle 4: Quantitative und qualitative strategische Ziele der Energiestrategie 2040

Zusammenfassung der quantitativen bzw. qualitativen strategischen Ziele (I-VI)	
I: Energieeffizienz erhöhen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Primärenergieverbrauch (PEV) gegenüber dem Basisjahr 2007 senken <ul style="list-style-type: none"> • Bis zum Jahr 2030: um 23 % auf 504 PJ (140 TWh) • Bis zum Jahr 2040: um 39 % auf 398 PJ (111 TWh) ▪ Endenergieverbrauch (EEV) bis 2040 senken (Stand 2019: 322 PJ)
II: Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch ausbauen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anteil erneuerbarer Energien am PEV erhöhen <ul style="list-style-type: none"> • Bis zum Jahr 2030: auf einen Zielkorridor von 42 % bis 55 %, entspricht mindestens 211 PJ (59 TWh) • Bis zum Jahr 2040: auf einen Zielkorridor von 68 % bis 85 %, entspricht mindestens 270 PJ (75 TWh) ▪ Anteil erneuerbarer Energien am Verbrauch von Strom und Wärme erhöhen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ab dem Jahr 2030: Anteil am Stromverbrauch: 100 % ▪ Bis zum Jahr 2040: Anteil am Wärmeverbrauch: 82 % ▪ Planerische Sicherung für die Windenergienutzung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis zum Jahr 2032: 2,2 % der Landesfläche ▪ Bis zum Jahr 2040: Regelmäßige Überprüfung eventueller Flächenmehrbedarfe
III: Aufbau und Ausbau der Wasserstoffwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasserstoff als Schlüsselrolle zur Unterstützung verschiedener energiesystemrelevanter Herausforderungen im Transformationsprozess: <ul style="list-style-type: none"> • Dekarbonisierung aller Sektoren initiieren und voranbringen • Wertschöpfungs- und Exportpotenziale durch neue Wasserstofftechnologien steigern • Versorgungssicherheit durch Energieträgereigenschaft gewährleisten
IV: Klimaneutrale, zuverlässige und preisgünstige Energieversorgung gewährleisten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klimaneutralität bis 2045 herstellen ▪ Systemtransformation des Energieversorgungssystems weiterführen ▪ Sektorenkopplung einführen ▪ Speichertechnologien einbinden ▪ Netzaus- und -umbau forcieren ▪ Für eine preisgünstige Energieversorgung einsetzen ▪ Offenheit gegenüber Technologien gewährleisten, die den Zielen der ES 2040 und des Klimaplanes dienen
V: Wirtschaftliche Beteiligung, Akzeptanz und Unterstützung der Energiewende steigern	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transparente Informationspolitik weiterführen ▪ Wirtschaftliche Beteiligung ausbauen ▪ Regionale, kommunale und sektorale Energiekonzepte unterstützen
VI: Beschäftigung und Wertschöpfung stabilisieren und weiterentwickeln	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abrupte soziale und wirtschaftliche Strukturbrüche in der Braunkohleindustrie vermeiden ▪ Arbeitsplatzangebote bei erneuerbaren Energien unterstützen ▪ Qualitative Beschäftigungseffekte durch Innovationen im Energiebereich voranbringen

4.2. Handlungskonzept

4.2.1. Handlungsfelder und strategische Maßnahmenbereiche

Die in Abschnitt 4.1.2. beschriebenen quantitativen und qualitativen Ziele der

Energiestrategie 2040 werden über sieben zentrale Handlungsfelder umgesetzt (Abbildung 15). Dies wird durch strategische Maßnahmen vorangetrieben, die durch einen die Energiestrategie begleitenden Maßnahmenkatalog konkretisiert werden.

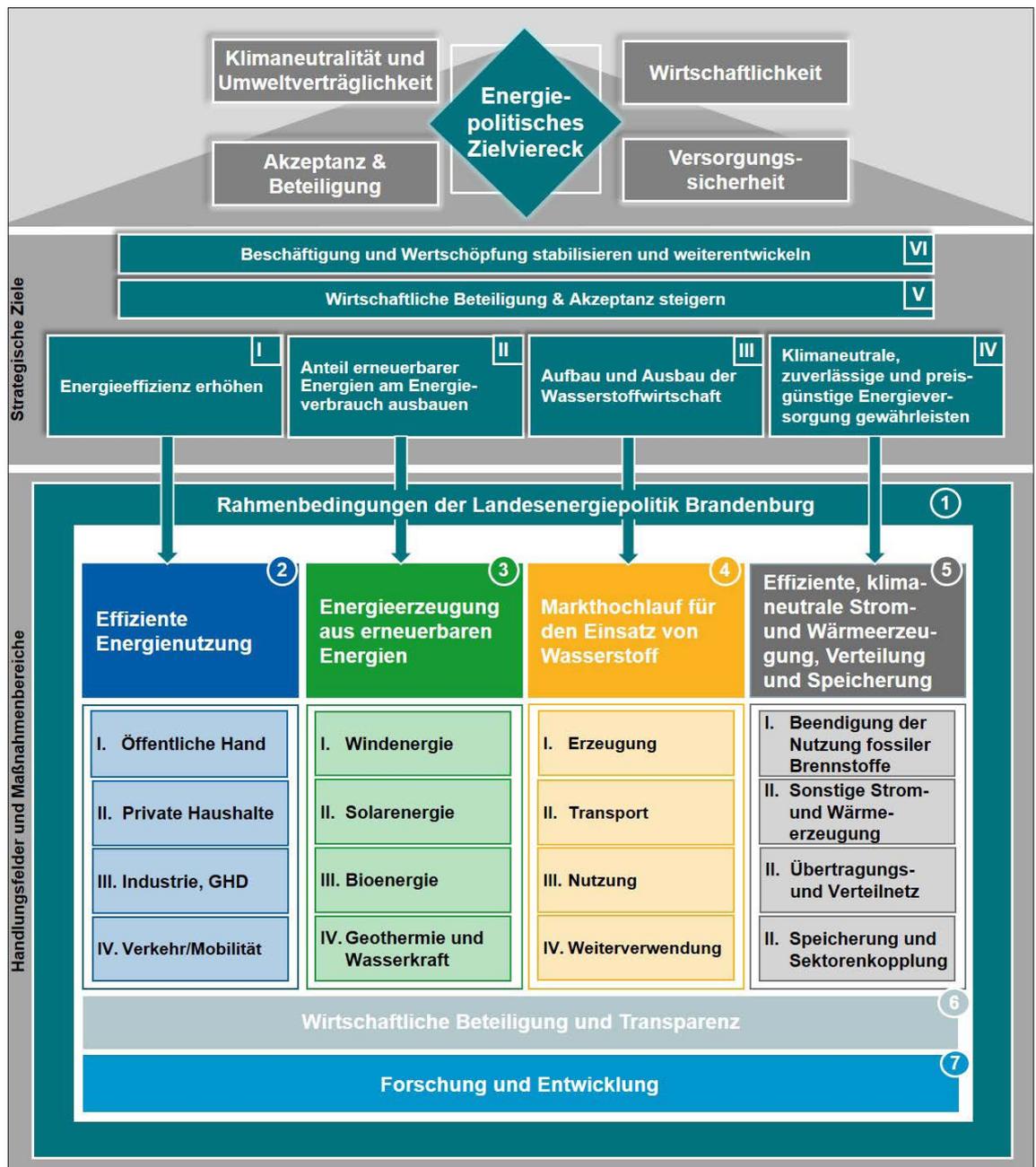


Abbildung 15: Aus den sechs strategischen Zielen (I–VI) der ES 2040 leiten sich entsprechende Handlungsfelder (1–7) sowie gezielte Maßnahmenbereiche ab

Handlungsfeld 1: „Rahmenbedingungen der Landesenergiepolitik Brandenburg“

Der Klimawandel, das Voranschreiten der Energiewende und die Umsetzung der Energiestrategie 2030 hat gezeigt, dass Energiepolitik des Landes Brandenburg weiterhin aktiv auf die Rahmenbedingungen einwirken muss – und zwar in vielerlei Hinsicht: europäisch, national, auf Landesebene, regional und operational.

In nationaler Hinsicht ist es weiterhin erforderlich, die von der Landesregierung unterstützte Energiewende und den von der Bundesregierung beschlossenen Kohleausstieg aktiv mitzugestalten und sich proaktiv einzubinden. Beispielsweise muss sich das Land in diesem Zusammenhang auf bundespolitischer Ebene auch zukünftig dafür einsetzen, dass die durch die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien implizierten Ausbaukosten gemeinschaftlich getragen werden und eine enge Verknüpfung der Netzentwicklungspläne Strom und Gas sowie ggf. Wasserstoff umgesetzt wird.

Auf Landesebene haben Landtag und Landesregierung das Ziel formuliert bis spätestens 2045 klimaneutral zu leben und zu arbeiten. Dies umfasst insbesondere die Energieversorgung. Klimaneutralität ist daher eine Leitplanke der Landesenergiepolitik

Auf regionaler Ebene sind die Landkreise und Kommunen wichtige Akteure, um die Energiewende und den Ausbau der erneuerbaren Energien erfolgreich fortzuführen. Der Landesregierung ist es daher ein besonderes Anliegen, die energiepolitischen Aktivitäten der Regionen und Kommunen zu unterstützen und diese in die Umsetzung der Energiestrategie 2040 mit einzubeziehen. In diesem Zusammenhang setzt sich das Land weiterhin dafür ein, dass dezentrale Energieerzeugungsprojekte (etwa bei kommunalen Stadtwerken), Maßnahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien oder zur Steigerung der Energieeffizienz unterstützt werden können.

Operational ist der in den letzten Jahren aufgebaute Umsetzungsrahmen weiterzuentwickeln, um die Erreichung der energiepolitischen Ziele und Maßnahmen zu befördern. Hierbei arbeiten die Ressorts der Landesverwaltung übergreifend zusammen. Fortführend sind die vorhandenen Kooperationsplattformen und Monitoringinstrumente so zu schärfen, dass der jeweils aktuelle Umsetzungsstand der Energiestrategie 2040 abrufbar ist und gegebenenfalls steuernd eingegriffen werden kann.

Eine besondere energiepolitische Bedeutung kommt der Zusammenarbeit mit Berlin zu. Hier bietet das Clusters Energietechnik im Rahmen der Gemeinsamen Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg (innoBB 2025) eine gute Grundlage. Durch den Strategischen Gesamtrahmen Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg werden die Grundsätze geschaffen, um als gemeinsame Energieregion eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Energiewirtschaft auf- und auszubauen.

Handlungsfeld 2: „Effiziente Energienutzung“

Energieeffizienz ist ein zentraler Faktor zum Erreichen klimapolitischer Ziele. Durch die besonders stark vertretenen energieintensiven Branchen (u. a. Chemie, Papier, Stahl, Zement) ist in Brandenburg die Energieintensität höher als im Bundesdurchschnitt. Zahlreiche Energieeinsparpotenziale in verschiedenen Sektoren wurden bislang noch nicht ausreichend realisiert. Um den Primärenergieverbrauch und den Endenergieverbrauch zu reduzieren und damit die Energieproduktivität deutlich zu steigern, werden im Handlungsfeld „Effiziente Energienutzung“ strategische Maßnahmen zu Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen in den Bereichen „Öffentliche Hand“, „Private Haushalte“, „Industrie“, „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)“ sowie „Verkehr/Mobilität“ initiiert bzw. weiter fortgeführt.

Im Zentrum stehen weiterhin die Unterstützung und Umsetzung energiepolitischer Maßnahmen auf regionaler und kommunaler Ebene. Ein wichtiges Element der Energiestrategie 2040 ist die Neuausrichtung und Stärkung von Beratungs- und Qualifizierungstätigkeiten. Unternehmen und Kommunen müssen bei der Umsetzung der Energiewende stärker als bisher unterstützt werden. Das gilt insbesondere auch bei der Begleitung von Förderanträgen.

In den größeren Städten und Brandenburger Kommunen werden der energetische Umbau im Quartier sowie Maßnahmen zur Erhöhung der Sanierungsquote und der Inanspruchnahme von Förderprogrammen auch zukünftig eine wichtige Rolle spielen.

Die Beratungsangebote für private Haushalte im Bereich Energieeffizienz und erneuerbarer Energien sind ein wichtiger Eckpfeiler für eine effiziente Energienutzung durch Verbraucherinnen und Verbraucher. Eine kontinuierliche Beibehaltung der bundesgeförderten Angebote der Verbraucherzentrale sowie eine Stärkung der Bekanntheit der Angebote in Brandenburg durch eine bessere Koordinierung, beispielsweise durch ein Bündnis der Anbieter von Energiesparberatungen, wird forciert.

Die „Energieeffizienz-Offensive“ des MWAE zielt vorrangig auf Energieeinsparpotenziale in Unternehmen ab. Großunternehmen können sich im landesweiten Unternehmensenergieeffizienznetzwerk austauschen. In Brandenburg bestehen sechs Energieeffizienznetzwerke, die weiterhin unterstützt und begleitet werden sollen. Weitere Netzwerke sollen mit Unterstützung bzw. auf Initiative der Kammern gegründet werden.

Die öffentliche Hand leistet mit ihrer Vorbildwirkung einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende. Dazu gehört auch die energetische Optimierung brandenburgischer Landesliegenschaften und die schrittweise Umsetzung der Nutzung alternativer Antriebe sowohl in den Landesfuhrparks Brandenburgs als auch bei einzelnen privatrechtlichen Organisationen.

Zudem soll im Rahmen der nationalen Energiewende zukünftigen Generationen frühzeitig das entsprechende Energiebewusstsein vermittelt werden und dass Energiesparen auch „gerecht“ im Sinne einer globalen Gerechtigkeit ist – wer Energie und damit THG spart, spart für den ganzen Planeten mit. Daher sollen Bemühungen der Schulen bezüglich Ressourcenschonung, Energieeinsparung und Energieeffizienz im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung unterstützt und verstärkt werden.

Handlungsfeld 3: „Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien“

Ein wesentliches Element einer modernen und klimaneutralen Energieversorgung und damit einer Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern ist der Ausbau der erneuerbaren Energieträger. Um die Herausforderungen für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien effektiv anzugehen, definiert das Handlungsfeld „Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien“ vier Maßnahmenbereiche. „Windenergie“, „Solarenergie“ und „Bioenergie“, bilden dabei die Kernbereiche für die Energieerzeugung aus regenerativen Quellen. Auf Geothermie wird zukünftig ein verstärktes Augenmerk gelegt. Auch bei anderen erneuerbaren Energieträgern, wie beispielsweise bei der Nutzung von Depo- und Klärgasen oder der Wasserkraft sollen die noch verfügbaren Potenziale ausgeschöpft werden.

Im Fokus stehen hierbei aus Landessicht Maßnahmen zur Erhöhung der Flächenpotentiale für entsprechende erneuerbare Energieträger und Instrumente, um die Akzeptanz für den Einsatz der erneuerbaren Energien im Rahmen der Energiewende zu verbessern.

Bioenergie soll weiterhin einen wesentlichen Anteil der erneuerbaren Energien zum Energieverbrauch beitragen. Zugleich ist eine Umsteuerung zur Flexibilisierung im Strombereich und zu speziellen Beiträgen im Wärme- und Verkehrsbereich erforderlich.

Handlungsfeld 4: „Markthochlauf für den Einsatz von Wasserstoff“

Wasserstoff ist für den Transformationsprozess des Energieversorgungssystems unerlässlich. Mit dem Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft wird die Dekarbonisierung der Sektoren erst ermöglicht. Die Möglichkeiten zur Energiespeicherung und des Transports im bestehenden Gasnetz und zur vielfältigen Nutzung unterstreichen die Wichtigkeit des schnellen und erfolgreichen Markthochlaufs.

Mit der Strategie für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im Land Brandenburg liegt seit kurzem ein dezidierter Fahrplan mit 65 Maßnahmen zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg vor [41]. Diese werden entsprechend ihrer Priorität und Relevanz umgesetzt bzw. bei der Umsetzung durch weitere Akteurinnen und Akteure aus der Region begleitet und unterstützt.

Zur Beschleunigung des Markthochlaufs in der Region wurde ein Wasserstoffmarktplatz in Form einer digitalen Vernetzungs- und Planungsmöglichkeit erstellt. Hier sind die Akteurinnen und Akteure eingeladen, ihre Wasserstoffprojekte freizugeben, zu ergänzen bzw. eigenständig zu veröffentlichen.

Handlungsfeld 5: „Effiziente, klimaneutrale Strom- und Wärmeerzeugung, Verteilung und Speicherung“

Der einheimische Energieträger Braunkohle ist zurzeit noch regionaler Wertschöpfungs- und Beschäftigungsfaktor sowie ein Eckpfeiler der Versorgungssicherheit. Der von der Bundesregierung beschlossene Kohleausstieg bis spätestens 2038 ist so zu gestalten, dass zur Abfederung der stark schwankenden Einspeisung erneuerbarer Energien bis dahin durch eine deutliche Erhöhung der Flexibilität des konventionellen Anlagenparks die Versorgungssicherheit erhalten bleibt. Die Zusammenarbeit von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ist ein wichtiger Bestandteil des Transformationsprozesses und damit ein Schwerpunkt in diesem strategischen Maßnahmenbereich. Im Fokus dieser Kooperation steht auch die Sicherstellung der Rekultivierung der vom Braunkohlebergbau in Anspruch genommenen Tagebauflächen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Erhaltung der Versorgungssicherheit, z. B. durch Unterstützung hocheffizienter Kraft-Wärme-Koppelungsprojekte und anderer flexibler Strom- und/oder Wärmeerzeugungsanlagen, sofern diese im Rahmen der bevorstehenden Systemtransformation notwendig werden.

Die dynamische Entwicklung des Ausbaus der erneuerbaren Energien braucht Stromnetze, die weiterhin den Anforderungen einer klimaneutralen Stromversorgung aus erneuerbaren Quellen auf Dauer entsprechen. Neben dem erforderlichen Aus- und Umbau der Übertragungs- und Verteilnetze müssen bis 2045 immer mehr Flexibilitätsoptionen geschaffen werden, um die dezentrale Einspeisung der volatilen erneuerbaren Energien zu gewährleisten. Hinzu kommt der Bedarf an innovativen Betriebs- und Managementkonzepten, um die Systemstabilität der Stromnetze zu wahren sowie die Energieversorgung der Endkundinnen und -kunden zu sichern.

In Brandenburg sind Gebiete mit einer hohen regenerativen Einspeisedichte sehr oft von geringer Lastdichte geprägt. Insbesondere wegen des gesteigerten Ausbaus von Wind- und Solarparks ist eine Verstärkung der Netzinfrastruktur auf der Hochspannungsebene (110 kV) notwendig, um der Anschlusspflicht der Erzeugungsanlagen gerecht zu werden und den Strom störungsfrei einspeisen zu können. Dies gilt auch auf der Höchstspannungsebene (380 kV), die das Rückgrat für die Durchleitung des Stromes aus erneuerbaren Erzeugungszentren im Norden in die Lastzentren in Süddeutschland bildet. Hierfür sind die Begleitung des Stromnetzausbaus und die Koordination der Beteiligten sowie die Flexibilisierung des Stromsystems und die Verbesserung der Netz- und Systemsicherheit wichtige strategische Aufgaben.

Auch die Anpassung und bedarfsgerechte Weiterentwicklung der Gasnetze im Rahmen der Energiewende ist eine wichtige Aufgabe. Zudem wird immer deutlicher, dass nicht nur die Entwicklung von innovativen Speichertechnologien sowie die großtechnische Umsetzung mit Demonstrations- und Multiplikationscharakter in Brandenburg von Bedeutung sind, sondern dass auch die Sektorenkopplung (Strom, Wärme, Mobilität) für ein Gelingen der Energiewende wichtige Beiträge leisten wird. Daher muss auch das Thema „Power-to-X“ (Strom zu Gas, Strom zu Wärme, Strom zu Mobilität) entsprechend unterstützt werden.

Handlungsfeld 6: „Wirtschaftliche Beteiligung, lokale Unterstützung der Energiewende und Transparenz“

Mit dem Fortschreiten der Energiewende steigt auch die Dezentralität der Energieerzeugung an – die bisher auf konventionelle zentrale Großkraftwerke ausgerichtete Energiewirtschaft nimmt an Bedeutung ab. Einerseits wird die Stromerzeugung, z. B. aus Wind- und Solaranlagen, dadurch sichtbarer in der Landschaft. Damit wachsen in der Bevölkerung Befürchtungen bezüglich wirtschaftlicher oder gesundheitlicher Folgeschäden bzw. Einschränkungen der Lebensqualität. Andererseits erfordert der Umbau unserer Energieversorgung auch einen zunehmenden Ausbau von Energieinfrastrukturen, wie z. B. Hoch- und Höchstspannungsleitungen.

In Brandenburg gibt es trotz der transparenten Informationspolitik und der langjährigen Bemühungen für mehr Akzeptanz zu werben, kritische Bürgerinitiativen. Dementsprechend wird es weiterhin wichtig sein, dass sich die Gesellschaft insgesamt auch kritisch damit auseinandersetzt, welche Risiken (z. B. Umweltverschmutzung, Landschaftszerstörung, Klimawandel) sie bei der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung bereit ist einzugehen bzw. welche Einschränkungen im Rahmen des energiepolitischen Zielvierecks vertretbar sind. Die transparente Informationspolitik und zeitgemäße Kommunikation der letzten Jahre muss daher fortgesetzt werden. Zudem soll eine zielgerichtete Entwicklung und Unterstützung von Bürgerbeteiligungsmodellen im Rahmen der Energiewende erfolgen, um das Vertrauen in den Nutzen einer dezentralen Energieversorgung zu erhöhen und so eine möglichst breite Unterstützung für die Ziele der Energiestrategie herzustellen.

Die Bezahlbarkeit der Energieversorgung ist ein großes Anliegen der Landesregierung. Da die Weichenstellungen hierfür auf Bundesebene erfolgen, setzt sich die Landesregierung auf dieser Ebene für bessere gesetzliche Rahmenbedingungen für eine preisgünstige Energieversorgung ein. Hierzu zählen zum Beispiel die Weitergabe der durch die Abschaffung der EEG-Umlage induzierten Preissenkung an die Endverbraucherinnen und -verbraucher sowie die verbraucherfreundliche Ausgestaltung der Fernwärmeregulungen.

Handlungsfeld 7: „Forschung und Entwicklung“

Das Handlungsfeld „Forschung und Entwicklung“ hat Querschnittcharakter, weil es insbesondere für die vier Handlungsfelder „Effiziente Energienutzung“, „Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien“, „Markthochlauf für den Einsatz von Wasserstoff“ und „Effiziente, klimaneutrale Strom- und Wärmeerzeugung, Verteilung und Speicherung“ von besonderer Bedeutung ist. Technologische Entwicklungen und Innovationen sind zentrale Treiber der Energiewende und sind somit wichtige Faktoren bei der Umsetzung der Energiewende.

Das vielseitige wissenschaftliche Potenzial des Energiesektors in Berlin und Brandenburg soll sowohl für die Umsetzung des Maßnahmenkatalogs der Energiestrategie, als auch zur Weiterentwicklung der gesamten Strategie genutzt werden.

Forschungsprogramme sollen zielorientiert und möglichst technologieneutral ausgestaltet werden, damit ökologisch und ökonomisch tragfähige Lösungen entwickelt werden, die sich am Markt bewähren. Dafür setzt sich die Landesregierung beim Bund für einen weiteren technologieoffenen Ausbau der Forschungsförderung ein.

Ein wesentliches Ziel ist, die weitere Vernetzung zwischen den Hochschulen und Forschungseinrichtungen und den Unternehmen in Brandenburg zu fördern, um die energie- und klimapolitischen Ziele wirkungsvoll umzusetzen.

Zugleich soll die internationale Zusammenarbeit insbesondere in diesem Bereich zukünftig weiter forciert werden. Dabei sollen die Fördermöglichkeiten der EU stärker genutzt werden.

Eine wichtige Rolle spielt auch zukünftig das gemeinsame Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg. Aufgrund der Tatsache, dass die Clusterstrategie insoweit stark forschungs-, technologie- und innovationsorientiert, die Energiestrategie hingegen primär anwendungsorientiert ist, ergänzen sich die Energiestrategie 2040 und Clusterstrategie optimal. Eine Verzahnung beider Strategien erlaubt es, Produkt- und Verfahrensentwicklung im Bereich der Energietechnik in der Region von der Forschung bis zur Anwendung zielgenau zu unterstützen, die Wettbewerbsfähigkeit der Hauptstadtregion zu erhöhen sowie Beschäftigung und Wertschöpfung des Energielandes zu steigern.

Die sieben Handlungsfelder bestimmen das Handlungskonzept der Energiestrategie 2040. Das Erreichen des im Abschnitt 4.1.2. erläuterten Zielszenarios soll mit Hilfe eines Maßnahmenkatalogs unterstützt werden. Die einzelnen Maßnahmen werden in einem Beteiligungsprozess gemeinsam mit Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden und Verwaltung erarbeitet. Der Maßnahmenkatalog aus dem Jahr 2018 wird derzeit überarbeitet, damit die Energiestrategie 2040 optimal umgesetzt werden kann.

4.2.2. Monitoring und regelmäßige Überprüfung

Die Energiestrategie 2040 wird von der Landesregierung entschlossen umgesetzt. Die Umsetzungsfortschritte der strategischen Ziele und Maßnahmen werden durch ein kontinuierliches Monitoring erfasst, so dass – falls erforderlich – zeitnah nachgesteuert werden kann. Dazu werden das bereits etablierte Monitoringsystem zu den energierelevanten Daten des Landes und die regelmäßige Berichterstattung zum Umsetzungsstand der Maßnahmen fortgeführt und an neue Erfordernisse angepasst. Alle vier Jahre sollen die aktuellen zugrundeliegenden Rahmenbedingungen überprüft werden. Eine Berücksichtigung der Ergebnisse des Klimaplan-Monitorings kann eine zusätzliche Basis für die Weiterentwicklung der Energiestrategie sein.

Wie Abbildung 16 veranschaulicht, beruht das Umsetzungscontrolling auf zwei tragenden Säulen: der Interministeriellen Arbeitsgruppe „Umsetzung der Energiestrategie“ (IMAG ES) sowie der Energieagentur in der WFBB. Die IMAG wurde bereits für das Umsetzungscontrolling der Energiestrategie 2020 etabliert. Vertreten sind alle von der Energiepolitik berührten Ressorts und die Energieagentur. Geleitet wird die IMAG ES vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie. Sie nimmt neben der Controllingfunktion insbesondere die regierungsinterne Kommunikation wahr. Im Kontext der nationalen Energiepolitik erfolgt in der IMAG ES die gegenseitige Unterrichtung, Beratung und ggf. eine erste Abstimmung von Gesetzesinitiativen, Anträgen etc. der einzelnen Ressorts.

Die zweite Säule wird bei der Energieagentur Brandenburg verankert. Hier ist in den letzten Jahren auch das Monitoring der Indikatoren der Energiestrategie aufgebaut worden. Die Energieagentur berät Unternehmen und Kommunen, erstellt Studien und Gutachten und hat die Energiedatenbank Brandenburg aufgebaut. Sie unterstützt die Regionalen Planungsgemeinschaften des Landes bei der Erarbeitung und Umsetzung regionaler Energiekonzepte und bei deren Vernetzung mit kommunalen Energiekonzepten.

Energieagentur

Die Energieagentur des Landes Brandenburg ist die zentrale Dialog- und Service-stelle zu allen Fragen der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien. Sie berät und unterstützt Akteure der Wirtschaft, der öffentlichen Hand und der Zivilgesellschaft dabei Beiträge für die Energiewende und den Klimaschutz zu leisten und begleitet die Energiestrategie mit eigenen Projekten. Mit dem Monitoring werden Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit regelmäßig über den Stand der Umsetzung und Zielerreichung informiert.

Die „Energieallianz Brandenburg“ soll die Umsetzung der Energiestrategie weiterhin unterstützen und den beiden Hauptumsetzungsakteuren beratend zur Seite stehen. Über diese Plattform werden Aktivitäten der Kammern, Verbände, Unternehmen

und Institutionen des Landes abgestimmt, gebündelt und in den jeweiligen Wirkungsbereichen der Kooperationspartner kommuniziert. Das bereits im Jahr 2010 bei der Energieagentur in der WFBB etablierte Monitoringsystem bildet die Grundlage für

ein kontinuierliches Monitoring und eine weitgehend zeitnahe Umsetzungskontrolle. Damit wird eine solide Grundlage gelegt, um die Energiestrategie 2040, wie in Abbildung 8 dargestellt, zyklisch einem Überprüfungsprozess zu unterziehen.

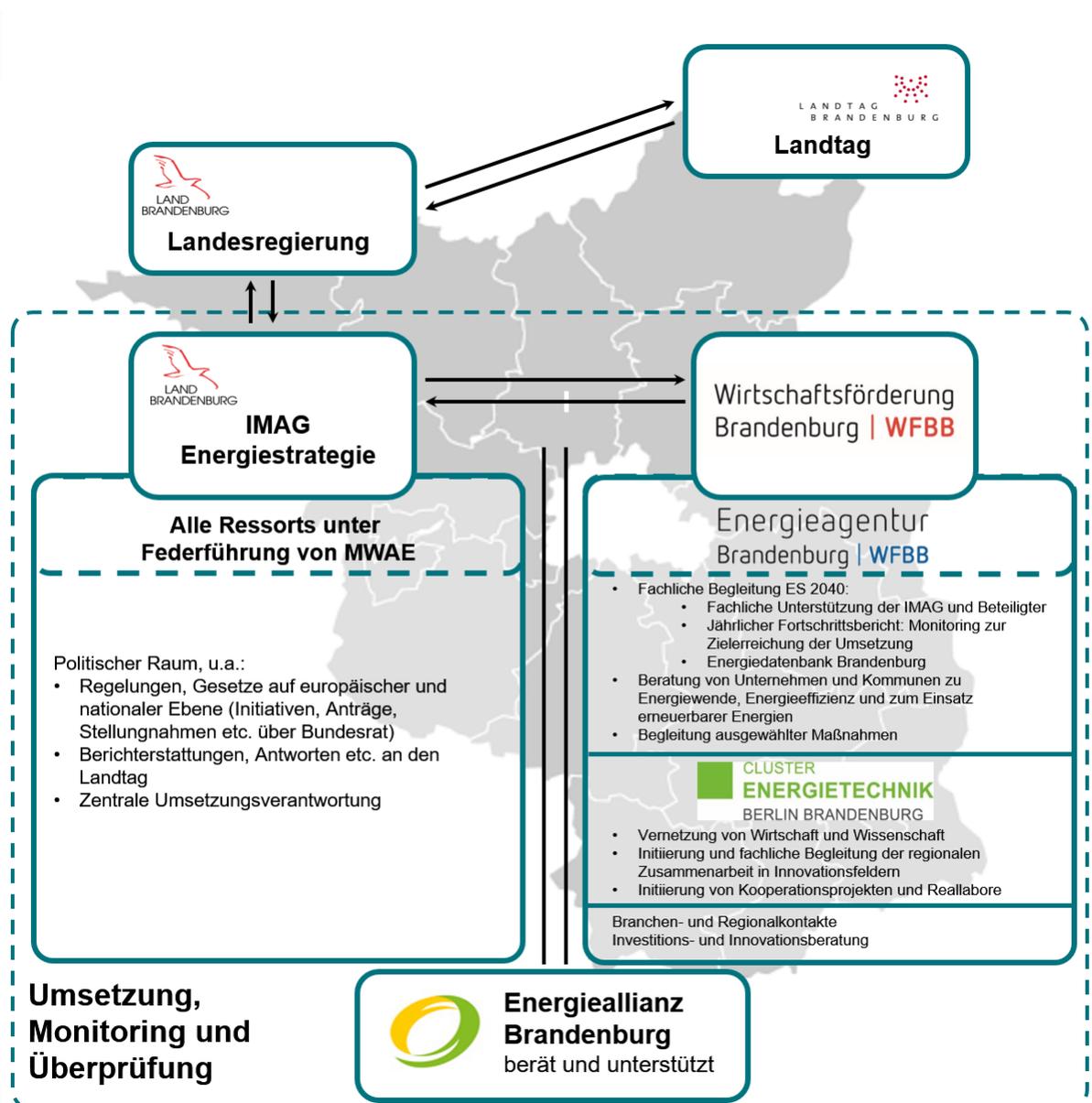


Abbildung 16: Monitoring und Überprüfung der Energiestrategie

5. Referenzen

5.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:
Übersicht der bisherigen Zielerreichung der Energiestrategie 2030

Abbildung 2:
Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch in Brandenburg

Abbildung 3:
Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren im Land Brandenburg

Abbildung 4:
Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch im Land Brandenburg

Abbildung 5:
Anteil der erneuerbaren Energie am Bruttostromverbrauch im Bundesländervergleich

Abbildung 6:
Jährliche Veränderung des Primärenergieverbrauchs des Landes Brandenburg

Abbildung 7:
Entwicklung des Primärenergieverbrauchs gegenüber 1990 im Bundesländervergleich

Abbildung 8:
Periodische Überprüfung der Energiestrategie 2040

Abbildung 9:
Innerhalb des energiepolitischen Zielviercks verfolgt die Energiestrategie 2040 sechs strategische Ziele (I–VI)

Abbildung 10:
Ziele des Primärenergieverbrauchs (PEV)

Abbildung 11:
Prognosen für Anteil der EE am PEV

Abbildung 12:
Übersicht der Ziele für Anteile der EE an PEV, EEV und Bruttostromverbrauch

Abbildung 13:
Entwicklung der installierten Leistung von WEA

Abbildung 14:
Konzept zur Sektorenkopplung (idealisierte Verknüpfung der Strom-, Gas- und Wärmenetze inkl. Zwischenspeicherung)

Abbildung 15:
Aus den sechs strategischen Zielen (I–VI) der ES 2040 leiten sich entsprechende Handlungsfelder (1–7) sowie gezielte Maßnahmenbereiche ab

Abbildung 16:
Monitoring und Überprüfung der Energiestrategie

5.2. Fotonachweise

Titelseite: Uwe Schlick, pixelio.de

5.3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:
Beispiele für wissenschaftliches Know-how im Bereich der Energie- und Klimaforschung im Land Brandenburg

Tabelle 2:
Anteile der EE am PEV (Zwischenziel für 2030)

Tabelle 3:
Anteile der EE am PEV (Ziel für 2040)

Tabelle 4:
Quantitative und qualitative strategische Ziele der Energiestrategie 2040

Quellennachweise

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Aktuelle Informationen: Erneuerbare Energien im Jahr 2020,“ 2021. [Online]. Available: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Aktuelle-Informationen/aktuelle-informationen.html. [Zugriff am 15. September 2021].
- [2] Energieagentur Brandenburg in der Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH, „11. Monitoringbericht zur Energiestrategie des Landes Brandenburg,“ Potsdam, 2021.
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, „Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung,“ 1. November 2016. [Online]. Available: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf. [Zugriff am 15. September 2021].
- [4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, „Klimaschutzprogramm 2030 – Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030,“ 1. Oktober 2019. [Online]. Available: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutzprogramm_2030_bf.pdf. [Zugriff am 15. September 2021].
- [5] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, „Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG),“ 12. Dezember 2019. [Online]. Available: <http://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf>. [Zugriff am 15. September 2021].
- [6] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, „Bundes-Klimaschutzgesetz,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaschutz/bundes-klimaschutzgesetz>. [Zugriff am 15. September 2021].
- [7] Landesregierung Brandenburg, „Koalitionsvertrag zwischen SPD Brandenburg, CDU Brandenburg und Bündnis 90 die Grünen Brandenburg für die 7. Wahlperiode des Brandenburger Landtages: Zusammenhalt – Nachhaltigkeit – Sicherheit,“ https://www.brandenburg.de/media/bb1.a.3833.de/Koalitionsvertrag_Endfassung.pdf, 2019.
- [8] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Verordnung zur Umsetzung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes 2021 und zur Änderung weiterer energierechtlicher Vorschriften,“ 19. Mai 2021. [Online]. Available: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/verordnung-zur-umsetzung-des-eeg-2021-und-zur-aenderung-weiterer-energierechtlicher-vorschriften.pdf?__blob=publicationFile&v=6. [Zugriff am 15. September 2021].

- [9] Europäisches Parlament, „Richtlinie (EU) 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen,“ [Online]. Available: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32018L2001:DE:HTML>. [Zugriff am 16. Juni 2022].
- [10] Europäische Kommission, „Umsetzung des europäischen Grünen Deals,“ 2021. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_de#ein-sauberer-energiesystem. [Zugriff am 29. November 2021].
- [11] Umweltbundesamt, „Erneuerbare-Energien-Gesetz,“ 10. September 2021. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-gesetz#erfolg>. [Zugriff am 17. September 2021].
- [12] Bundesregierung, „Koalitionsvertrag 2021–2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP) - Mehr Fortschritt wagen, Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit,“ https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf, 2021.
- [13] Europäische Parlament und Rat der Europäischen Kommission, „Richtlinie (EU) 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen,“ 21. Dezember 2018. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32018L2001:DE:HTML>. [Zugriff am 17. September 2021].
- [14] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, „Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG),“ 19. Juni 2020. [Online]. Available: <https://www.bmu.de/gesetz/gesetz-zum-schutz-vor-schaedlichen-umwelteinwirkungen-durch-luft-verunreinigungen-gerauesche-erschuetterungen-und-aehnliche-vorgaenge>. [Zugriff am 17. September 2021].
- [15] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Die Nationale Wasserstoffstrategie,“ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html>, 2020.
- [16] Europäische Kommission, „Europäischer Grüner Deal,“ 2021. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de. [Zugriff am 17. September 2021].
- [17] Europäische Kommission, „Clean energy for all Europeans package,“ 3. Juni 2021. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_de. [Zugriff am 17. September 2021].
- [18] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Energiewirtschaftsgesetz (EnWG),“ 13. Juli 2005. [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Gesetze/Energie/EnWG.html>. [Zugriff am 17. September 2021].

- [19] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsbaus,“ 12. Dezember 2018. [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Service/Gesetzesvorhaben/gesetz-zur-beschleunigung-des-energieleitungsausbaus.html>. [Zugriff am 17. September 2021].
- [20] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG),“ 26. August 2009. [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Gesetze/Energie/enlag.html>. [Zugriff am 17. September 2021].
- [21] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Novelle des Bundesbedarfsplangesetzes,“ 12. Februar 2021. [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Service/Gesetzesvorhaben/novelle-des-bundesbedarfsplangesetzes.html>. [Zugriff am 17. September 2021].
- [22] Horizont Europa, „Klima Energie und Mobilität,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.horizont-europa.de/de/Klima-Energie-und-Mobilitat-1821.html>. [Zugriff am 17. September 2021].
- [23] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/Energieforschung/energieforschung-7-energieforschungsprogramm.html>. [Zugriff am 17. September 2021].
- [24] Europäische Kommission, „Sustainable & Smart Mobility Strategy,“ 2021.
- [25] Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung, „Mobilitätsstrategie Brandenburg 2030,“ https://mil.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Mobilit%C3%A4tsstrategie_bf.pdf, 2017.
- [26] Prognos AG, „Gutachten zur Energiestrategie Brandenburg 2040,“ Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg, 2021.
- [27] Prognos AG, „Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgabschätzungen 2030/2050,“ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020.
- [28] Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg, „Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg,“ 2008.
- [29] Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg, „Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg,“ https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Energiestrategie2030_2012.pdf, 2012.
- [30] Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg, „Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg – 2. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Energie- und Klimaschutzstrategie über die Umsetzung der strategischen Maßnahmen,“ 2016.

- [31] Landesregierung Brandenburg, „Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg - Bericht der Landesregierung über die Umsetzung der strategischen Maßnahmen“, 2014.
- [32] Agentur für Erneuerbare Energien, „Bundesländer-Übersicht zu Erneuerbaren Energien,“ 2022. [Online]. Available: https://www.foederal-erneuerbar.de/uebersicht/bundeslaender/BW|BY|B|BB|HB|HH|HE|MV|NI|NRW|RLP|SL|SN|ST|SH|TH|D/kategorie/alle/auswahl/1078-endenergieintensitaet/sicht/diagramm/#goto_1078. [Zugriff am 11. Februar 2022].
- [33] Ministerium der Justiz des Landes Brandenburg, „Gesetz zur Zahlung einer Sonderabgabe an Gemeinden im Umfeld von Windenergieanlagen (Windenergieanlagenabgabengesetz – BbgWindAbgG),“ 19. Juni 2019. [Online]. Available: <https://bravors.brandenburg.de/gesetze/bbgwindabgg>. [Zugriff am 22. September 2021].
- [34] Fraunhofer IEE, „Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz, Teilvorhaben II a: Biomasse, Endbericht,“ https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/bericht-eeg-2-biomasse.pdf?__blob=publicationFile&v=8, 2019.
- [35] Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), „Sektorkopplung – Definition, Chancen und Herausforderungen,“ Working Paper Sustainability and Innovation No. S 01/2018, Karlsruhe, 2018.
- [36] Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), „Wärmewende 2030,“ Agora Energiewende, Kassel, 2017.
- [37] Check24, „Netzentgelte Strom in deutschen Großstädten bei einem Verbrauch von 5.000 kWh,“ 2019. [Online]. Available: <https://www.check24.de/files/p/2019/9/b/1/14456-check24-strom-netzentgelte-blstaedte.pdf>. [Zugriff am 2. Dezember 2021].
- [38] Fachagentur Windenergie an Land, „Umfrage zur Akzeptanz der Windenergie an Land Herbst 2021,“ https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/FA_Wind_Umfrageergebnisse-2021.pdf, 2021.
- [39] DIW Berlin, ZSW, AEE, „Vergleich der Bundesländer: Analyse der Erfolgsfaktoren für den Ausbau der Erneuerbaren Energien 2019, Indikatoren und Ranking, Endbericht,“ https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.698754.de/diw-kompakt_2019-145.pdf, 2019.
- [40] Landesregierung Berlin und Landesregierung Brandenburg, „Strategischer Gesamtrahmen Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg,“ <https://www.berlin-brandenburg.de/zusammenarbeit/strategischer-gesamtrahmen/>, 17.06.2021.

- [41] Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg, „Maßnahmekonkrete Strategie für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im Land Brandenburg,“ https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Wasserstoffstrategie_Brandenburg_2021.pdf, 2021.
- [42] Umweltbundesamt, „Primärenergieverbrauch,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/primaerenergieverbrauch#definition-und-einflussfaktoren>. [Zugriff am 2. Februar 2022].
- [43] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Energieeffizienzstrategie 2050,“ https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=12, 2019.
- [44] Landtag Brandenburg, „Entschließungsantrag der SPD-Fraktion, der CDU-Fraktion und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN zu: Gesetzentwurf der Landesregierung - Gesetz zur Regelung von Mindestabständen von Windenergieanlagen zu Wohngebäuden im Land Brandenburg,“ Drucksache 7/5546 vom 18.05.2022.
- [45] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Integrierter Nationaler Energie- und Klimaplan,“ https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/I/integrierter-nationaler-energie-klimaplan.pdf?__blob=publicationFile&v=4, 2020.
- [46] M. Sterner, „Bioenergy and renewable power methane in integrated 100 % renewable energy systems,“ Universität Kassel, 2009.
- [47] Fraunhofer IWES, „Energiewirtschaftliche und ökologische Bewertung eines Windgas-Angebotes,“ 2011.

Abkürzungsverzeichnis

BbgWEAAbG	Windenergieanlagenabstandsgesetz
BbgWindAbgG	Windenergieanlagenabgabengesetz
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BER	Flughafen Berlin-Brandenburg
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CCS	Carbon Capture and Storage (Kohlendioxidabscheidung und -speicherung)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
d. h.	das heißt
e. V.	eingetragener Verein
EE	erneuerbare Energie
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEHH	Cluster Erneuerbare Energien Hamburg
EEV	Endenergieverbrauch
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity (Verband Europäischer Übertragungsnetzbetreiber)
ENTSO-G	European Network of Transmission System Operators for Gas (Europäischer Verbund der Fernleitungsnetzbetreiber)
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ES	Energiestrategie
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EUGAL	Europäische Gas-Anbindungsleitung
FFA	Freiflächenanlage (PV)
ggf.	gegebenenfalls
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GJ	Gigajoule (Arbeitseinheit für elektrische Energie)
GuD	Gas- und Dampfkraftwerk
H ₂	Wasserstoff
ha	Hektar
i. H. v.	in Höhe von
IMAG ES	Interministerielle Arbeitsgruppe Energiestrategie
innoBB 2025	Gemeinsame Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg
KNE	Kompetenzzentrum für Naturschutz und Energiewende
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
kV	Kilovolt
KVBG	Kohleverstromungsbeendigungsgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LBGR	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg
LEAG	Lausitz Energie Bergbau AG und Lausitz Energie Kraftwerke AG

Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarde
MW	Megawatt
MWAE	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
NEMoG	Gesetz zur Modernisierung der Netzentgeltstruktur
NEP	Netzentwicklungsplan
NWS	Nationale Wasserstoffstrategie
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PCI	Projekte von gemeinsamen Interesse (projects of common interest)
PEV	Primärenergieverbrauch
PJ	Petajoule
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
RED	Renewable Energy Directive (Erneuerbare-Energien-Richtlinie)
RegBkPIG	Gesetz zur Regionalplanung und zur Braunkohle- und Sanierungsplanung
RPG	Regionale Planungsgemeinschaft
t	Tonne
TEHG	Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz
THG	Treibhausgas
TWh	Terawattstunden
TWh/a	Terawattstunden pro Jahr
u. a.	unter anderem
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
vgl.	vergleiche
WEA	Windenergieanlage
WFBB	Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH
z. B.	zum Beispiel



Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie
des Landes Brandenburg
Heinrich-Mann-Allee 107
14473 Potsdam
Tel.: 0331 8660
Fax: 0331 8661533
E-Mail: oeffentlichkeitsarbeit@mwae.brandenburg.de
Internet: <https://mwae.brandenburg.de>

Layout und Druck: LGB (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg)
1. Auflage, September 2022

