



LAND  
BRANDENBURG

Ministerium für Wirtschaft,  
Arbeit und Energie



ENERGIE

# ENERGIESTRATEGIE 2040



# Zusammenfassung

Der Klimawandel mit seinen negativen Auswirkungen auf unser Leben und unsere Umwelt erfordert eine schnelle und umfassende Transformation zu einem klimaneutralen, sicheren und wirtschaftlichen Energieversorgungssystem. Mit seiner Energiestrategie 2030 hat das Land Brandenburg schon sehr früh den Weg dieser Transformation begonnen und führt ihn mit der überarbeiteten Energiestrategie 2040 weiter. Dabei bindet sich die Energiestrategie in die klimapolitischen Regelungen auf nationaler und internationaler Ebene ein und bildet zusammen mit dem Klimaplan, der Klimaanpassungsstrategie und den weiteren klimarelevanten Maßnahmen des Landes Brandenburg die Grundlage und die Leitplanken 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 Zielvierecks - bestehend aus der Klimaneutralität und Umweltverträglichkeit, der Akzeptanz und Beteiligung, der Wirtschaftlichkeit sowie der Versorgungssicherheit - verfolgt die Energiestrategie 2040 mit seinen sechs strategischen Zielen den Umbau des Energiesystems.

Durch die Erhöhung der Energieeffizienz sollen der Primär- und der Endenergieverbrauch bis 2040 deutlich gesenkt werden. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch soll auch weiterhin steigen, um bis 2045 die Klimaneutralität in Brandenburg und Deutschland zu erreichen. Eine signifikant gesteigerte Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Zusammenspiel mit effizienten Speichersystemen stellen die zukünftige Energieversorgung sicher. Wasserstoff wird als Energieträger im zukünftigen dekarbonisierten Energiesystem eine zentrale Rolle spielen. Durch den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft wird Brandenburg das volle Potential der heimischen erneuerbaren Energien heben und die Wertschöpfung und Beschäftigung im Land steigern. Für den Erfolg der Energiewende bedarf es aber auch der Akzeptanz aller Beteiligten. Diese gilt es durch geeignete Maßnahmen zu steigern und die wirtschaftliche Beteiligung weiterzuentwickeln. Damit die Energiewende gelingt, werden geeignete Maßnahmen definiert, umgesetzt und durch ein regelmäßiges Monitoring hinsichtlich ihrer Effektivität überprüft.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Zusammenfassung	3
1. Motivation: Hintergrund der Fortschreibung	5
1.1. Die Energiewende schreitet voran	5
1.2. Rechtlicher Rahmen	5
1.3. Ganzheitliche klimaneutrale Systemtransformation und Sektorenkopplung als neue Schwerpunkte	10
2. Methodik: Fortschreibung der Energiestrategie bis 2040	13
3. Ergebnisse: Das Energieland Brandenburg heute	14
3.1. Umsetzungsstand der Energiestrategie 2030	14
3.2. Umsetzungsstand im Vergleich zu den Zielen der Bundesregierung und zum Umsetzungsstand in den Bundesländern	17
3.3. Energiepolitische Auswirkungen / Zielkonflikte in Brandenburg	21
3.4. Chancen für die weitere Entwicklung des Energielandes Brandenburg in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg	30
4. Perspektive: Das Energieland Brandenburg in 2040	34
4.1. Leitszenario bis zum Jahr 2040	35
4.1.1. Grundsätze der Energiestrategie 2040	35
4.1.2. Ziele der Energiestrategie 2040	38
4.2. Handlungskonzept	56
4.2.1. Handlungsfelder und strategische Maßnahmenbereiche	56
4.2.2. Monitoring und regelmäßige Überprüfung	62
5. Referenzen	64
5.1. Abbildungsnachweise	64
5.2. Fotonachweise	64
5.3. Tabellenverzeichnis	64
5.4. Quellennachweise	64
Abkürzungsverzeichnis	68

# 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.

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 an der Stromversorgung konnte in den letzten Jahren in Deutschland kontinuierlich gesteigert werden. Im Jahr 2020 wurde bereits 45,4 % der deutschen Bruttostromerzeugung durch erneuerbaren Energien generiert [1]. In Brandenburg decken die erneuerbaren Energien bilanziell für das Jahr 2019 sogar 94,8 % des Jahresstromverbrauchs [2].

Die brandenburgische Energiestrategie bildet dabei 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.

Im Rahmen des globalen Jahrhundertprojekts Energiewende wird der europäische und bundespolitische Rechtsrahmen im Energiebereich ständig angepasst und weiterentwickelt. Die Energiestrategie 2040 sieht vor, diesen dynamischen Entwicklungen Rechnung zu tragen – nicht zuletzt deshalb, um als Energieland die Wertschöpfung und die Arbeitsplätze im Land zu sichern, die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und seiner Verantwortung im Rahmen der Energieversorgungssicherheit und Klimaschutzpolitik gerecht zu werden.

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

## 1.2. Rechtlicher Rahmen

Deutschland hat als eines der ersten Länder die durch das Pariser Klimaschutzabkommen geforderte Klimaschutzlangfriststrategie erstellt. Durch das Aufstellen von Zielen für einzelne Handlungsfelder im Klimaschutzplan 2050, welche im Zusammenhang mit dem Pariser Klimaschutzgipfel erarbeitet wurden, hat die Bundesregierung im November 2016 die Ziele ihres Energiekonzeptes 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 Klimaabkommen bekannt. Der zu erarbeitende Klimaplan und die zu erarbeitende Klimaanpassungsstrategie bilden die beiden Säulen der Klimapolitik der brandenburgischen Landesregierung und sind mit der Weiterentwicklung der Energiestrategie wichtige Aufgaben in der 7. Legislaturperiode des Landtages (2019 -2024) [7].

Der Klimaplan zielt dabei 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 Klimaplan mit seinen Zwischen- und Sektorenzielen den übergeordneten Rahmen mit einer klaren Orientierung für die Energiestrategie und die weiteren klimarelevanten Einzelstrategien der Ressorts. Darüber hinaus beinhaltet und bündelt das Maßnahmenprogramm des Klimaplans zur Erreichung der klimapolitischen Ziele die wichtigsten landespolitischen Maßnahmen zum Klimaschutz. 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 Energien vor allem für die Systemintegration der erneuerbaren Energien, den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft, die Einbindung neuer Speichertechnologien, 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 Themenfelder „Effiziente Energienutzung“, „Erzeugung aus erneuerbaren Energien“, „Wasserstoff“ und „Intelligente Übertragung, Verteilung und Speicherung“ 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 geringe 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 Energiepolitik 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“ der EU-Kommission und dem Maßnahmenpaket „Fit for 55“ wird eine Erhöhung des Ziels für den Anteil der erneuerbaren Energien 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 Bruttostrombedarf auf mindestens 65 % auszubauen ist. Damit diese Zielmarke erreicht werden kann, wurde mit dem EEG 2021 die Ausbaupfade der verschiedenen erneuerbaren Energiequellen entsprechend angepasst [11].

Mit dem Koalitionsvertrag für die Jahre 2021 bis 2025 der neuen Bundesregierung wurde das Ziel für den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostrombedarf bis zum Jahr 2030 auf 80 % erhöht [12]. Diese Erhöhung des EE-Anteils erfordert gesteigerte Ausbaupfade und einen zügigen Ausbau aller erneuerbaren Energien, insbesondere der Windenergie und der Photovoltaik. Brandenburg hat diesen Flächenbedarf bereits in seiner Energiestrategie 2030 als ein notwendiges Zwischenziel auf dem Weg zu einer klimaneutralen, sicheren und wirtschaftlichen Energieversorgung definiert und hält auch weiterhin daran fest. 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.

## Wasserstoff

Im Juni 2020 bestätigte die Nationale Wasserstoffstrategie (NWS) der Bundesregierung die Bedeutung von Wasserstoff (H<sub>2</sub>) 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 [13].

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 10,0 GW Gesamtleistung einschließlich der dafür erforderlichen Offshore- und Onshore-Energiegewinnung entstehen sollen [12]. Dies entspricht laut NWS einer grünen Wasserstoffproduktion<sup>A</sup> 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 5,0 GW Elektrolyseleistung zugebaut werden.

Nach der bereits im Klimaschutzprogramm 2030 angekündigten und 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, dass die Kopplung zwischen den Energieversorgungssektoren in Deutschland weiter voranschreiten kann.

Künftig können Wasserstoffhersteller und -innen zwischen zwei Optionen wählen. Zum einen wird die Möglichkeit geschaffen, die EEG-Umlage für Hersteller und Herstellerinnen von Wasserstoff im

---

<sup>A</sup> Grauer Wasserstoff: aus fossilen Energieträgern hergestellt – mit signifikanten CO<sub>2</sub>-Emissionen  
Blauer Wasserstoff: Grauer Wasserstoff mit CO<sub>2</sub> Abscheidung und Speicherung (CCS) – bilanziell CO<sub>2</sub>-neutral

Türkiser Wasserstoff: aus fossilen Energieträgern mittels erneuerbarer Energien hergestellt und mit Abspaltung von festem Kohlenstoff – CO<sub>2</sub>-neutral  
Grüner Wasserstoff: aus Wasser durch Elektrolyse und mittels Strom aus erneuerbaren Energien hergestellt – CO<sub>2</sub> neutral

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 EU-Kommission ihre Wasserstoffstrategie für die kommenden Dekaden. Diese bildet eine wesentliche Säule des Green Deals<sup>B</sup> [14]. Die Kommission will die Produktion und Nutzung CO<sub>2</sub>-frei und CO<sub>2</sub>-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.

Um die EU-Klimaschutzziele 2030 zu erreichen, hat die EU mit der RED II<sup>C</sup> eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch vorgeschrieben [15]. Dabei sind die verschärften Klimaschutzziele für 2030 noch nicht berücksichtigt. Für den Straßen- und Schienenverkehr gilt nach § 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. 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 [16].

## 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 sog. 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 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.

---

<sup>B</sup> Der **European Green Deal** ist ein von der Europäischen Kommission vorgestelltes Konzept mit dem Ziel, bis 2050 in der Europäischen Union die Netto-Emissionen von Treibhausgasen auf null zu reduzieren und somit als erster Kontinent klimaneutral zu werden.

<sup>C</sup> 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 der Union vor.

Auf nationaler Ebene werden die energiepolitischen Vorgaben über die bereits 2009 im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) verankerten Netzentwicklungsplänen im Strom- und Gasbereich umgesetzt [18]. Ergänzend regeln maßgeblich das Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz (NABEG) [19], das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) [20] und das Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) [21] den Netzausbau in Deutschland.

In 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 Energiewirtschaftsgesetz, 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 meistern. Entscheidende Rahmenbedingungen setzen die europäischen und nationalen Forschungsförderprogramme (z. B. Horizont Europa, Energieforschungsprogramm der Bundesregierung).

Im Rahmen von Horizont Europa [22] steht in den Jahren 2021 – 2027 ein Budget von bis zu 35,5 Mrd. € für klimarelevante Forschung im Bereich "Klima, Energie und Mobilität" zu Verfügung. Über das 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung werden jährlich rund 1,3 Mrd. € 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<sup>D</sup> genommen (vgl. hierzu auch Abschnitt 3.3).

Es wird mehr und mehr deutlich, 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 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 Emission deutlich reduziert werden. Mit Hilfe der Sektorenkopplung, der Verzahnung der Energieverbrauchssektoren, lässt sich die Dekarbonisierung realisieren.

Im Verkehrssektor bedarf es einer umfassenden Veränderung, um die THG Emissionen zu senken. 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 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.

**Sektorenkopplung ist ein wichtiger Baustein einer klimaneutralen ganzheitlichen Energiewende.**

---

<sup>D</sup> Flexibilitätsoptionen in der Energieversorgung beinhalten Maßnahmen zum Ausgleich zwischen Energieerzeugung und –verbrauch in den Bereichen Erzeugung, Verbrauch und Speicherung, mit dem Ziel,

eine sichere und preiswerte Energieversorgung zu gewährleisten.

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.

Mit dem gesetzlich beschlossenen Klimaschutzziel der Klimaneutralität bis 2045 und der zugleich beschlossenen gesetzlichen Verpflichtung aller Träger von öffentlichen Aufgaben auf dieses Ziel ist die Antwort auf die in diesem Zusammenhang gestellte, auch im Land Brandenburg, grundsätzliche Frage nach dem Verhältnis zwischen der Reduzierung der Risiken für die Umwelt und das globale Klima, der uneingeschränkten Aufrechterhaltung etablierter Schutzansprüche in anderen Bereichen (z. B. beim Landschaftsbild, Natur-, Arten- und Denkmalschutz) und dem Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit einer Industrienation – nicht zuletzt zur Sicherung des erreichten Lebensstandards der Bevölkerung beantwortet. Klimaschutz kommt deshalb einer herausgehobenen Bedeutung zu.

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 die anderen o.g. etablierten Schutzansprüche nach heutiger Voraussicht auf lange Sicht gegenstandslos machen oder ihnen ihre Substanz entziehen. Nur durch rechtzeitiger Klimaschutz, nur durch rechtzeitige Klimaneutralität werden zukünftig Wettbewerbsfähigkeit und Lebensstandards erhalten bleiben können.

Für das Land Brandenburg bedeutet dies, dass der Strukturwandel weiterhin große Herausforderungen an das heute existierende Energieversorgungssystem auf dem Weg zur klimaneutralen Energieversorgung stellt. Es ist ein substantieller Umbau der zukünftigen 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 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 hatte [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.

Auf Grundlage der Ergebnisse des Gutachtens erfolgte anschließend 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

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

Im Energieland Brandenburg sind bislang zwei Handlungsfelder von besonderer Bedeutung. Historisch und strukturell bedingt ist zzt. 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].

## 3.1. Umsetzungsstand der Energiestrategie 2030

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

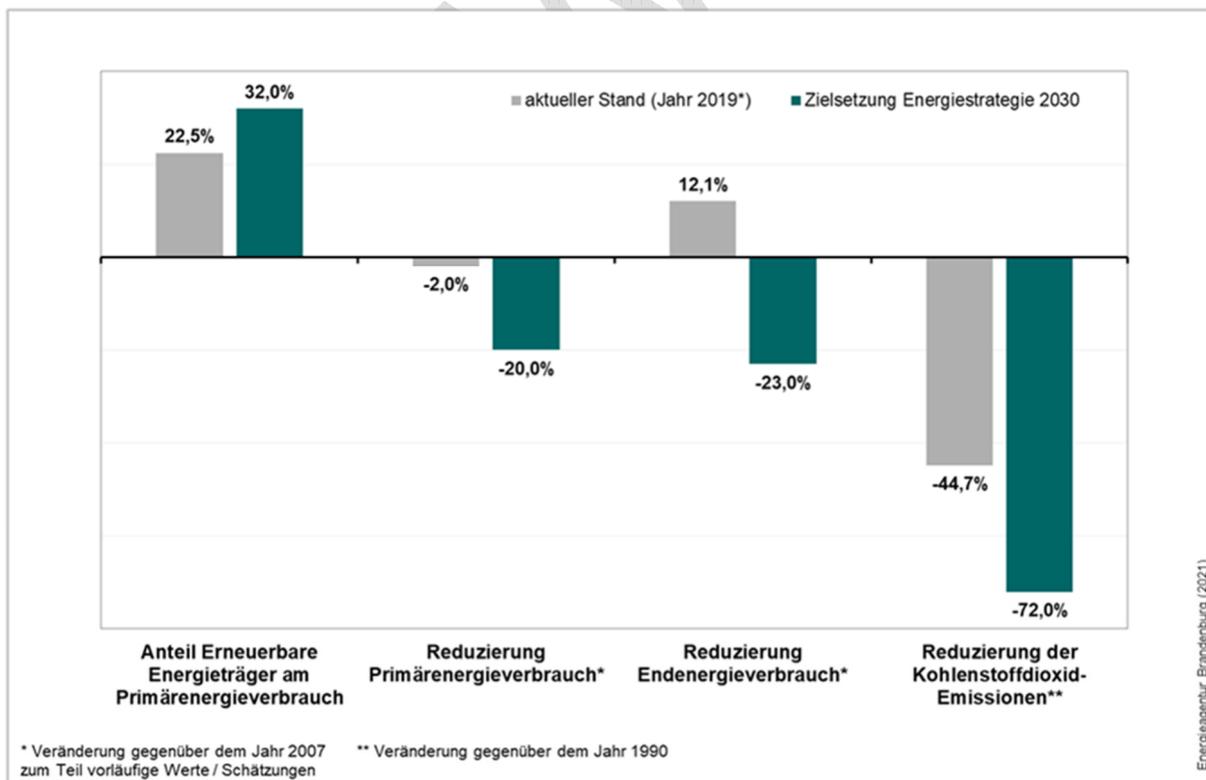


Abbildung 1: Übersicht der bisherigen Zielerreichung der Energiestrategie 2030 (Datenquelle: [7])

**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 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: Im Jahr 2018 sichert die erneuerbaren Energieträger bereits 17.800 direkte und indirekte Arbeitsplätze in Brandenburg [26]. Davon entfallen 7.900 Arbeitsplätze auf die Windbranche, rund 2.400 Arbeitsplätze auf die Photovoltaik sowie 7.500 Arbeitsplätze auf die Bioenergie.

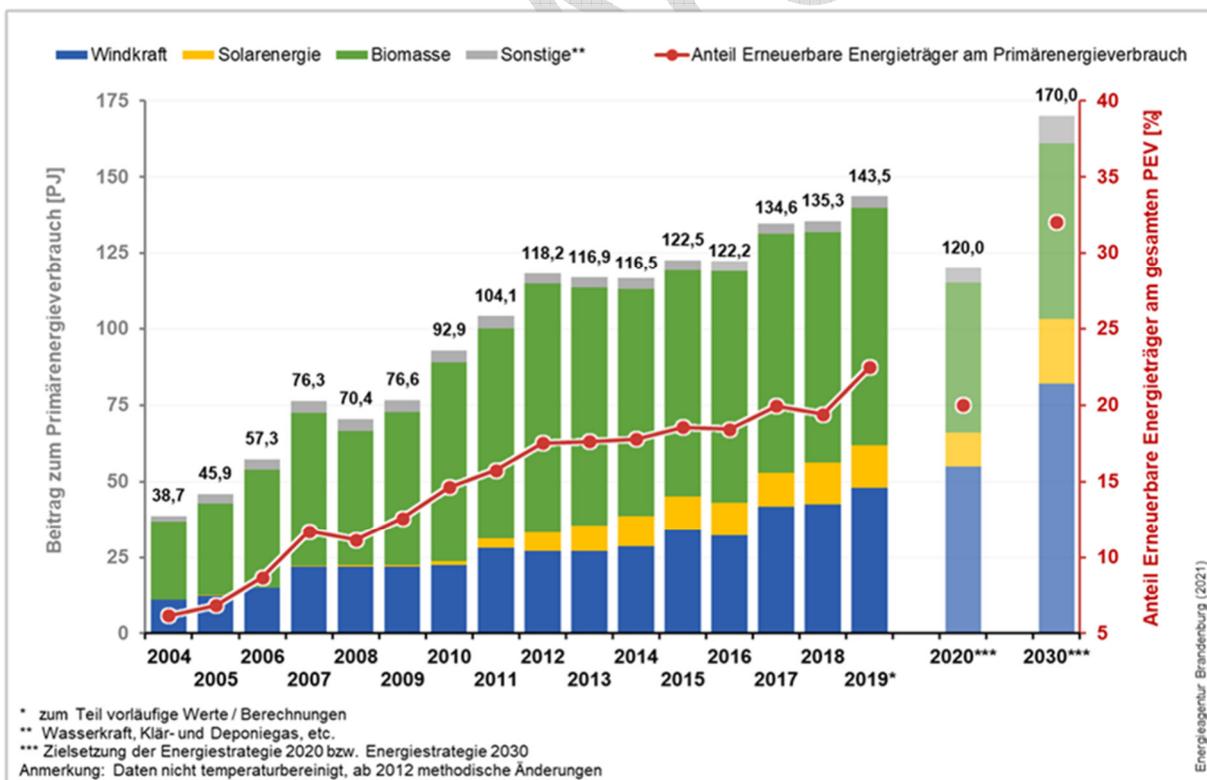


Abbildung 2: Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch in Brandenburg (Datenquelle: [7])

**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*

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 %), so stieg der EEV ab 2010 auf fast 322 PJ im Jahr 2019 (Abbildung 3). Hierin spiegelt sich insbesondere die gute konjunkt-

relle Entwicklung des Landes nach der Wirtschaftskrise in den Jahren 2008 und 2009 wieder. 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 Einsparpotentialen entkoppelt werden, damit der Energieverbrauch letztendlich sinkt, die Energieproduktivität aber steigt.

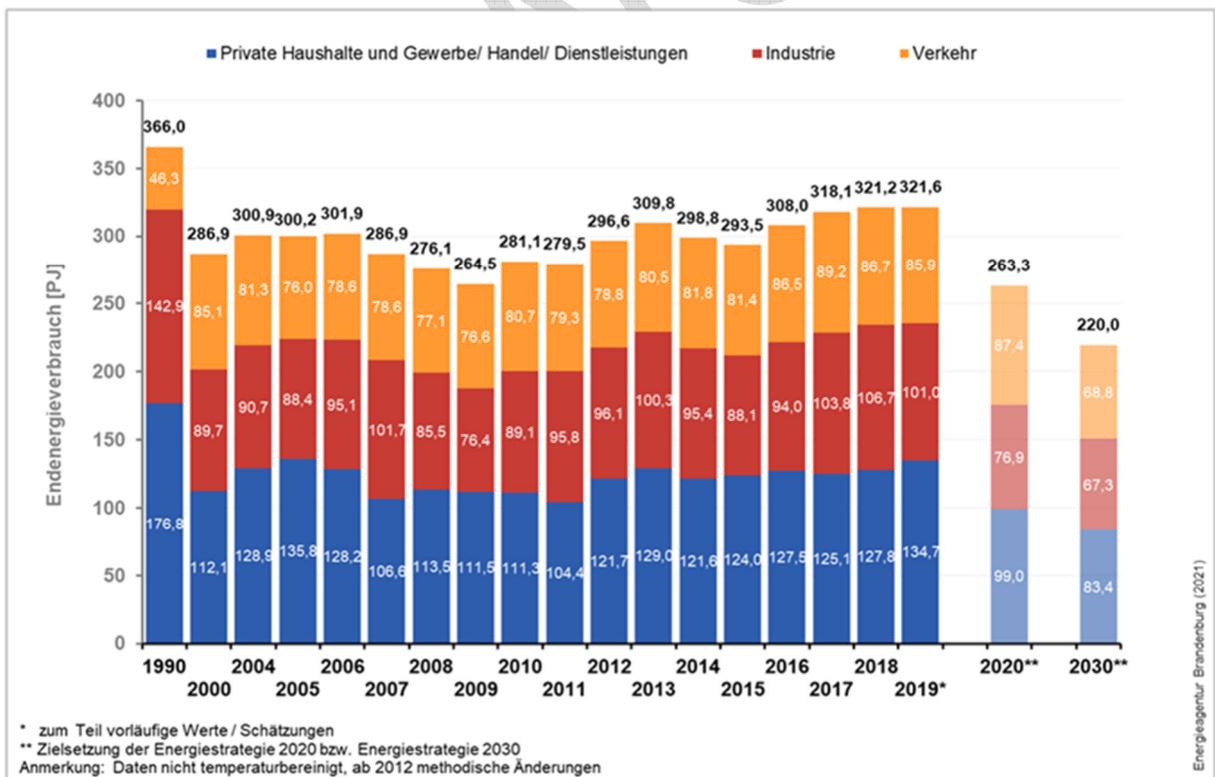


Abbildung 3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren im Land Brandenburg (Datenquellen: [7])

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

In den letzten Jahren konnte 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 gegenüber 2018. Rein rechnerisch wäre das Land Brandenburg im Jahr 2019 bereits in der Lage gewesen, seinen Bruttostromverbrauch bilanziell zu 94,8 % aus Erneuerbaren Ener-

gien 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.



Abbildung 4: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch im Land Brandenburg (Datenquellen: [7])

In Deutschland konnte bis zum Jahr 2018<sup>E</sup> der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf durchschnittlich 38,5 % gesteigert werden. Die einzelnen Bundesländer leisten in diesem Zusammenhang 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. So ist das Potential der Windenergie zur Stromgewinnung in den nördlichen, windreichen Bundesländern deutlich größer. Auf der anderen Seite ist das Potential für die PV in den südlicheren Ländern tendenziell höher.

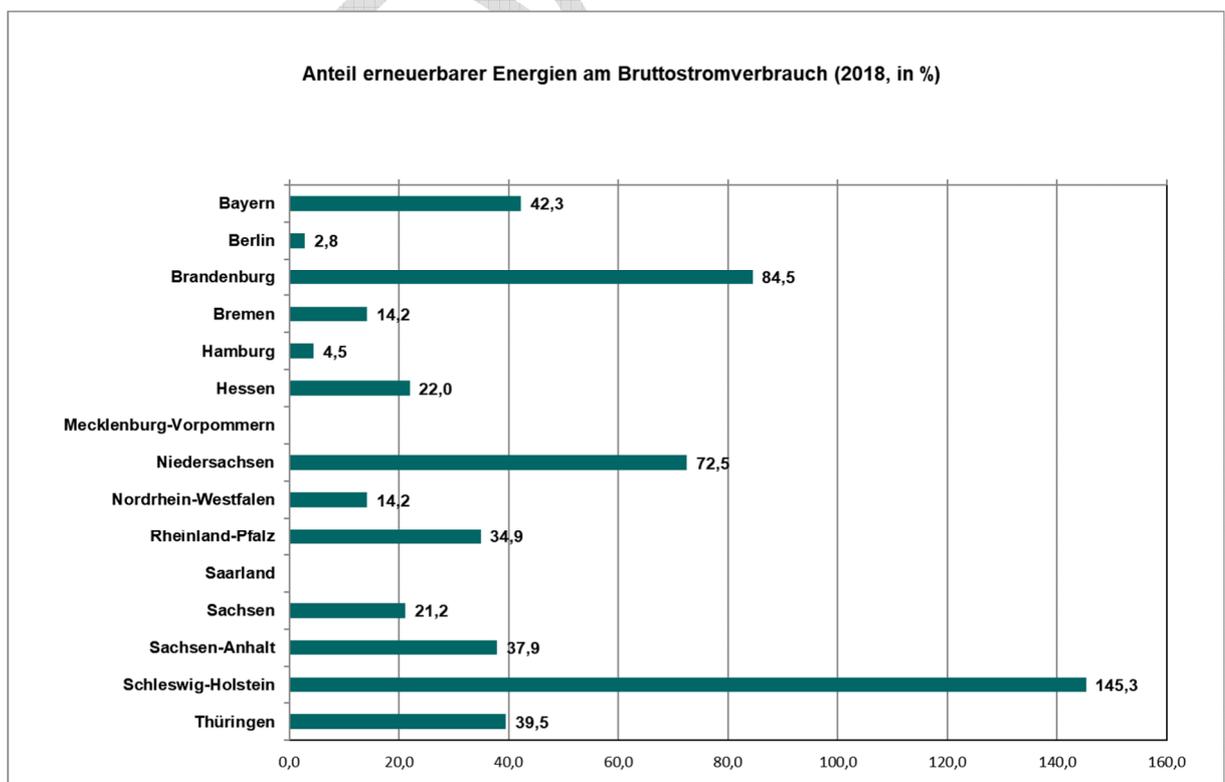


Abbildung 5: Anteil der erneuerbarer Energie am Bruttostromverbrauch im Bundesländervergleich (Datenquelle: [www.foederal-erneuerbar.de](http://www.foederal-erneuerbar.de))

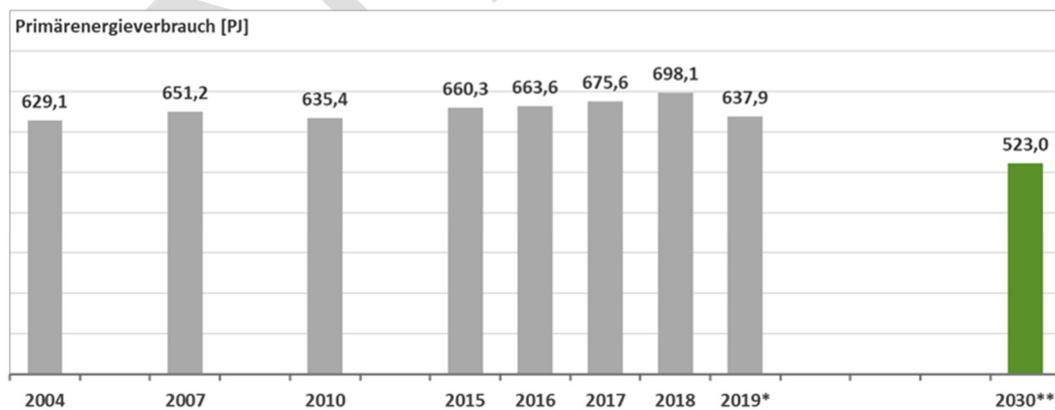
<sup>E</sup> Für 2019 lagen zum Zeitpunkt der Erhebung zu wenige Daten für eine Auswertung vor.

**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 folgt im Wesentlichen den wirtschaftlichen Entwicklungen (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 vorauszusagen, 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 EE-Strom) zukünftig nachgefragt wird. Vor diesem Hintergrund sind auch die Zielsetzungen des Bundes beim Primärenergieverbrauch nicht unmittelbar auf das derzeitige Energieexport- und Energietransitland Brandenburg übertragbar.



\* zum Teil vorläufige Werte / Schätzungen

\*\* Zielsetzung der Energiestrategie 2030

Anmerkung: Daten nicht temperaturbereinigt, ab 2012 methodische Änderungen

Abbildung 6: Jährliche Veränderung des Primärenergieverbrauchs des Landes Brandenburg (Datenquellen: [7])

Energieagentur Brandenburg (2021)

Der Primärenergieverbrauch in Deutschland konnte im Zeitraum von 1990 bis 2018<sup>F</sup> um rund 12 % 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.

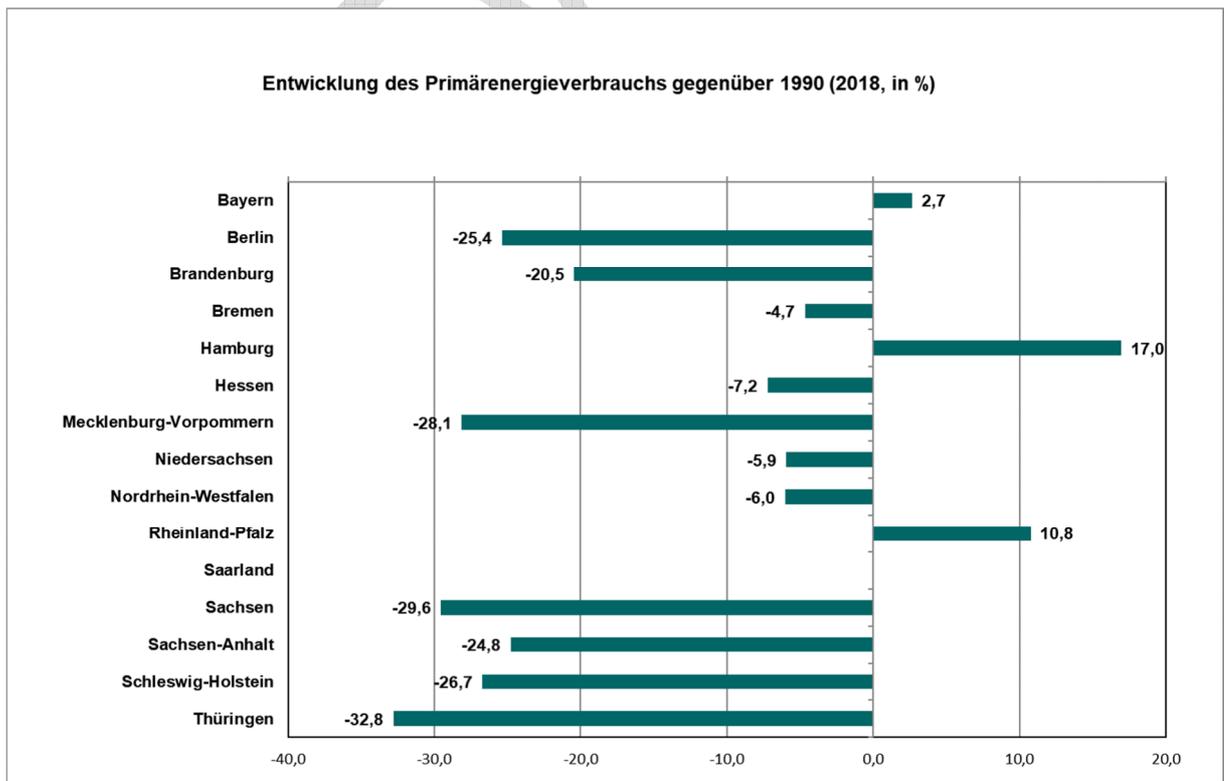


Abbildung 7: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs gegenüber 1990 im Bundesländervergleich (Datenquelle: [www.foederal-erneuerbar.de](http://www.foederal-erneuerbar.de))

<sup>F</sup> Aktuellere ländervergleichende Zahlen waren zu Redaktionsschluss nicht verfügbar

### 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]

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

#### Energieverbrauch und Energieexport

Auch wenn sich in Brandenburg die Entkopplung der Wirtschaftsleistung vom Endenergieverbrauch (EEV) positiv entwickelt und damit auch die Energieeffizienz steigert, so sind die Fortschritte bei der Erreichung der Einsparziele beim EEV noch lange nicht ausreichend. Die deutlich positive Entwicklung bis 2009 ist insbesondere ein Resultat der Wirtschaftskrise. Der erneuerte Anstieg des EEV geht einerseits mit einer guten wirtschaftlichen Entwicklung einher. Andererseits werden die Effizienzgewinne zunehmend durch neue Anwendungen und Verbraucher relativiert (z. B. 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 (PEV) ist die derzeitige Funktion Brandenburgs als Energieexport- und Energietransitland (u. a. Strom, Mineralölprodukte, Gas) im

nationalen Kontext zu berücksichtigen. Beispielweise bezieht allein das Land Berlin – 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. Das wichtigste Ziel wird deshalb die bilanzielle Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien werden, um die notwendigen Energieimporte so gering wie möglich zu halten und die Wertschöpfung im Land zu erhöhen. Brandenburg wird aber auch zukünftig ein wichtiges Energietransitland, insbesondere auch im Hinblick auf die Berliner Energieversorgung, bleiben – wenn auch mit einem sich dynamisch wandelnden Energiemix, Wasserstoff wird ein bedeutender Bestandteil werden. [26] Durch die Einbindung in die europäischen Verbundnetzsysteme für Strom und Gas – die Erdgaspipeline Nord Stream 2 ist aktuell fertiggestellt worden – spielt Brandenburg eine bedeutende Rolle für die nationale und europäische Versorgungssicherheit.

Die Energieintensität Brandenburgs liegt in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen über dem Bundesdurchschnitt. 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 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 Braunkohlenverstromung aufgrund ihrer Importunabhängigkeit teilweise preisstabilisierend. Allerdings verursacht dieser Umwandlungssektor derzeit fast zwei Drittel der gesamten CO<sub>2</sub>-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 6,00 GW. Mit der Umsetzung des Kohleausstiegsgesetzes<sup>G</sup> kommt es hier zu einer sukzessiven Verringerung der Kraftwerksleistung. Das Kohleausstiegsgesetz sieht vor, dass zunächst die einzelnen Blöcke sukzessive in die Sicherheitsbereitschaft überführt werden und später 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 Photovoltaikzubau in Brandenburg gehabt.

### Photovoltaik

Im Juni 2021 waren in Brandenburg rund 4,50 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. 3,50 GW installierter Photovoltaik bereits übertroffen. Der Brandenburger Koalitionsvertrag sieht eine deutliche Steigerung der Photovoltaikpotentiale vor. Ein starker Zuwachs ist im Bereich der Photovoltaik in den nächsten Jahren zu erwarten. Durch deutlich angehobene Ausschreibungsmengen und einem stabilen Anteil Brandenburgs an den zu erwartenden Gebotsmengen konnte sich die Leistung im Segment Photovoltaik-Freifläche von 2,70 GW im Jahr 2018 laut Prognos-Gutachten auf 7,20 GW im Jahr 2040 erhöhen.

---

<sup>G</sup> Das Kohleausstiegsgesetz beinhaltet das Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung (Kohleverstromungsbeendigungsgesetz KvbG) sowie mehrere Änderungen

von betreffenden Gesetzen wie das EnWG, das EEG, das KWKG sowie das TEHG.

## Windenergie

Mit Stand Juli 2021 waren im Bereich der Windenergie 3.879 Windenergieanlagen mit rund 7,50 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 Erreichung der Zielsetzung von 10,50 GW installierter Windleistung in 2030 ist abhängig vom künftigen Rückbau der Altanlagen, der erfolgreichen Teilnahme in den Ausschreibungen der Bundesnetzagentur und der zur Verfügung stehenden Flächen für die Windenergienutzung. Ab dem Jahr 2020 endete erstmals der EEG-Vergütungsanspruch für Windenergieanlagen. Betreiber von Altanlagen haben die Wahl, ob ihre Anlagen weiter betrieben werden, repowert werden oder ersatzlos zurück gebaut werden. Die Szenarioanalysen 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, so dass sich die Netto-Zubaukurve deutlich abflachen könnte. 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.

Zur Erreichung der bisher geplanten Windstromerzeugung von rund 23 TWh (82 PJ) wurde in der Energiestrategie 2030 auch ein erforderlicher Flächenbedarf abgeschätzt. So waren seinerzeit schätzungsweise 10,50 GW installierte Leistung sowie die rechtzeitige Ausweisung der erforderlichen Windeignungsgebiete von 2 % der Landesfläche erforderlich. Im Zeitraum von 2015 bis 2018 wurde in allen fünf Regionen 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 vier von fünf Regionen werden diese Planungsverfahren durch eine neue landesgesetzliche Zulassungssperre für Windenergieanlagen, die befristet gilt, abgesichert, um einen ungesteuerten Zubau zu verhindern; Ausnahmen sind 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.

**Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird durch das Ziel der Klimaneutralität und den Kohleausstieg bestimmt.**

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 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 der Windenergieausbau zwingend notwendig ist. Dies wiederum kann nur gelingen, wenn ausreichend Flächen zur Verfügung stehen. Ein großes Hemmnis bei der Identifikation von Flächen, sowie für die Genehmigung für Windenergieanlagen, sind artenschutzrechtliche Belange und der Umgang mit diesen. Aufgrund von Vorkommen windenergiesensibler Vogelarten und dessen Schutzabstände scheiden große Flächenanteile für die Windenergienutzung von vornherein aus und bereits ausgewiesene Windeignungsgebiete können aufgrund von Schutzabständen nicht vollständig genutzt werden. Dies führt in Summe zu einer deutlichen Verminderung des Suchraumes für die Windenergie und zu Problemen bei der Erreichung der Flächenziele.

Als eine zusätzliche Möglichkeit zur mittelfristigen Erweiterung der Flächenkulisse für die Windenergie, sollen technische Maßnahmen zur Vermeidung der Konflikte vorgebracht werden. Dazu fördert das Wirtschaftsministerium derzeit ein Projekt der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde in Kooperation mit dem Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende, wo 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 Vogeldetektionssystemen 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 beiden tragenden Säulen der Energiestrategie des Landes fördert vielschichtige Interessenkonflikte zutage. Hierfür 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 - Bbg-WindAbgG) [32] eingeführt. Nach dem Bbg-WindAbgG sind 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 EUR 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.

Auch wurde im Jahr 2019 die Beratungsstelle für Erneuerbare Energien bei der Brandenburger Energieagentur eingerichtet. Die Energieagentur berät Unternehmen und Kommunen zu allen Fragen der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien (u. a. Planung, Wirtschaftlichkeit und Beteiligungsmöglichkeiten). Angeboten werden Einzelberatungen und für Brandenburger Kommunen eine modular aufgebaute Veranstaltungsreihe „Kommunale Energiewende Dialoge“ mit Informationsmodulen rund um die Erneuerbaren Energien. Ziel ist, die Entscheidungsfindung zur Umsetzung von kommunalen Projekten zu unterstützen und die Projektentwicklung zu befördern.

Die Energieagentur kooperiert mit dem Kompetenzzentrum für Naturschutz und Energiewende (KNE). Das KNE betreut Konfliktfälle vor Ort und versucht durch eine neutrale Moderation, dass sich die Konfliktparteien aufeinander zu bewegen und einen tragfähigen Kompromiss finden. Das MWAE finanziert den Einsatz von Mediatorinnen und Mediatoren über die KNE zur Lösung von Konfliktfällen im EE Bereich.

## Biomasse

Biomasse hat 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 CO<sub>2</sub>-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 [33]. Bisherige Ausschreibungen zu Biomasse bestätigen bundesweit einen Trend zum marginalen Zubau an Biomasseanlagen

Im EEG 2021 werden für Biomasse der lange geforderte Ausbaupfad bis 2030 festgelegt und erstmals Vergütungssätze erhöht. Aufgrund steigender Flexibilisierungsanteile und eine damit verbundene verringerte Stromproduktion werden finanzielle Vorteile jedoch weitgehend kompensiert.

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 10jährigen 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 Stromnetzinfrastuktur 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 ins Stromsystem zu integrieren. Nichtsdestotrotz bleibt der Ausbau (nicht nur in Brandenburg) deutlich hinter den Erfordernissen zurück, wie das 2019 etablierte Netzausbaucolling der Bundesregierung offenkundig belegt. Die Kosten für Abregelungs- und Redispatch-Maßnahmen infolge von Netzengpässen sind ungebrochen hoch.

Die Projekte von 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.

**Die klimaneutrale Energiewende muss ganzheitlicher angegangen werden und kann nur mit einer umfassenden Sektorenkopplung funktionieren.**

Zur besseren Koordinierung des Netzausbaus und der Ermittlung des tatsächlichen Netzausbaubedarfes auf der Ebene der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) wird im zweijährigen Turnus der Netzentwicklungsplan Strom (NEP) erarbeitet und der Bundesnetzagentur zur Genehmigung vorgelegt. Aktuell wird der zweite Entwurf des NEP 2021 - 2035 von der Bundesnetzagentur konsultiert, der erstmals auch ein Ausbauszenario bis zum Jahr 2040 enthält. Die dort enthaltenen 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 einspeisen, wird ein Großteil des zukünftigen Netzausbaus in Brandenburg auf der 110 kV-Ebene stattfinden. Die drei großen Flächennetzbetreiber in Brandenburg haben in ihrer aktuellsten 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 EUGAL-Pipeline wurde die Bedeutung als Transitland unterstrichen. In dem zuletzt von der Bundesnetzagentur genehmigten NEP Gas 2020 – 2030 ist erstmals auch ein Grüngasszenario 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.

Ein wichtiger Baustein wird daher der Einsatz von Speichern sein, um die zunehmend fluktuierende Stromeinspeisung in das Netz auszugleichen. Inwieweit hierbei eine intelligente und wirtschaftliche sinnvolle Verknüpfung mit den vorhandenen Gasnetz- 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 Potential 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 Speicherpotential 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, erneuerbar basierter Wasserstoff und synthetisches 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.<sup>42</sup> 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 Wärmewende und die Mobilitätswende eine entscheidende Rolle spielen. Zur Erreichung der Klimaziele wird im Jahr 2040 kein Mineralöl und nur zu einem geringen Anteil Erdgas im Wärmesektor eingesetzt werden können. Der Gebäudewärmemix könnte dann zu 45 % mit (zumeist grünem) Gas, zu 30 % mit Wärmepumpen und zu 25 % mit Wärmenetzen realisiert werden.

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. 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 Zusammenhang erforderlichen Netzausbaus sind die deutschen Strompreise in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Problematisch ist, dass die Netzentgelte trotz des kürzlich verabschiedeten Netzentgeltmodernisierungsgesetzes (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.

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 Verbraucher und Verbraucherinnen in den Netzgebieten in Ostdeutschland im Schnitt 6 % mehr bezahlen, als Verbraucher in Westdeutschland. Im Durchschnitt mussten im Jahr 2021 von den Endverbrauchern und Endverbraucherinnen auf Niederspannungsebene in Brandenburg, in der Regelzone von 50Hertz, 2 ct/kWh höhere Netzentgelte als in den anderen drei Regelzonen Deutschlands gezahlt werden [34]. Die Ursachen für die unterschiedlichen Netzentgelte sind äußerst vielschichtig. Das ostdeutsche Netz ist aufgrund

des Ausbaus der erneuerbaren Energien groß dimensioniert, dessen Bau- und Betriebskosten werden aber auf weniger Nutzer und Nutzerinnen verteilt als in dichter besiedelten Regionen. Mit der Vereinheitlichung der Netzentgelte soll diese Ungleichheit wegfallen. Nachdem sich die Landesregierung wiederholt für 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.

Gleichzeitig hat die Einspeisung erneuerbarer Energien einen Preissenkungseffekt an den Strombörsen und auf die Merit-Order.<sup>H</sup> Diese Effekte kommen jedoch derzeit nur den

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

<sup>H</sup> 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.

Händlerinnen und Händlern und den stromintensiven Großkunden zu Gute, da in der Regel keine Weitergabe der sich daraus ergebenden Preisvorteile an die Stromkunden und –kundinnen erfolgt.

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

Gemäß des "New Energy Outlook" von Bloomberg wird Strom aus neuen Windrädern und Solaranlagen spätestens 2027 fast überall günstiger sein, als solcher aus bestehenden Kohle- und Gaskraftwerken. Dann wird ein „Tipping Point“ 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 (PCK) 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. 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 wirtschaftlichen Wachstums angehalten (siehe auch Abschnitt 3.1). Laut des Gutachtens der Prognos AG erwirtschafteten allein die Berei-

che Wind (onshore), Photovoltaik und Biomasse im Jahr 2018 eine Bruttowertschöpfung von rd. 1,24 Mrd. EUR [26].

Mit ihren rund 9.100 direkten und indirekten Arbeitsplätzen und einer Bruttowertschöpfung von 1,16 Mrd. EUR stellt die Braunkohlenwirtschaft noch die zweite beschäftigungsstarke energiewirtschaftliche Branche in Brandenburg dar. 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 zzt. 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 Mitarbeitern 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.<sup>47</sup> Gemäß einer Umfrage zur Akzeptanz der Windenergie an Land der Fachagentur Windenergie an Land (Herbst 2021) ist der Ausbau der Windenergie an Land für 80% der befragten eher/sehr wichtig [35].

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

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 Belange 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 BbgWindabgabenG 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.

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

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 der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg innoBB 2025, wird das Ziel verfolgt, die Hauptstadtregion 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. Einen Überblick über die

wissenschaftlichen Einrichtungen in Brandenburg liefert Tabelle 1. Mit der Ansiedlung neuer wissenschaftlicher Einrichtungen, besonders 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 Potentiale 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 [37].

Das Cluster Energietechnik leistet hierbei entlang seiner Innovationsfelder „Sektorenkopplung für die Mobilität“, „Sektorenkopplung für die Wärme/Kälte“, „Sektorenkopplung zur Netzstabilisierung und Gesamtsystemeffizienzsteigerung“, „Virtuelle Kraftwerke“ und „Wasserstoff“ 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 inklusive der notwendigen Unterstützung sowie rechtliche Rahmenbedingungen, welche besonders auch die Arbeit der Reallabore und Testfelder durch effiziente Verwaltungsprozesse und eventuell begrenzte Ausnahmen von bestehenden Regelwerken bilden hier das Grundgerüst.

**Brandenburg und Berlin arbeiten im Cluster Energietechnik länderübergreifend eng zusammen.**

**Brandenburg hat vielversprechende Projekte zur Systemintegration und unterstützt Speichertechnologien.**

### 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 bis hin zu Digitalisierung und Wasserstoff.

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"> <li>▶ Spitzentechnologieforschung für kohlebasierte Kraftwerke (u. a. Versuchsanlage zur Kohletrocknung/ emissionsarmes Kraftwerk, CCS-Technologie)</li> <li>▶ Energiewirtschaft: Wasserstoff-Forschungszentrum und Hybridkraftwerk, Forschungen zur Netzintegration (Netzforschungs- und Trainingszentrum, Netzstudien), eSolCar (Potential von Elektrofahrzeugen zur Energiezwischenspeicherung)</li> </ul>
Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Internationales Geothermiezentrum (betreibt Geothermieforschungslabor in Groß Schönebeck)</li> <li>▶ Zentrum für CO<sub>2</sub>-Speicherung (erfolgreiche Versuchen am Forschungsspeicher Ketzin)</li> <li>▶ Forschungen zur Klimadynamik</li> </ul>
Institute for Advanced Sustainability Studies Potsdam (IASS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zukunft der Energiegewinnung: neue wissenschaftliche und technologische Ansätze für die nachhaltige und klimafreundliche Transformation des Energiesystems</li> <li>▶ Fragen von Nachhaltigkeit und globaler Gerechtigkeit</li> <li>▶ Untersuchungen zu Akzeptanz und Bürgerbeteiligungsmodellen</li> </ul>
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e. V. (PIK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Forschungen zum globalen Wandel, Klimawirkungen und nachhaltiger Entwicklung</li> <li>▶ Sozio-ökonomische Effekte des Klimawandels</li> </ul>
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erneuerbare Energien aus forst- und landwirtschaftlicher Biomasse</li> <li>▶ Nachhaltige Landnutzungssysteme</li> </ul>
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V. (ZALF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Klimawandel, nachhaltige Landnutzungssysteme sowie Nutzungskonkurrenzen bei Energiepflanzenanbau</li> </ul>
Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e. V. (ATB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erneuerbare Energien aus landwirtschaftlicher Biomasse (Biogas, Kurzumtriebsplantagen/schnellwachsender Hölzer)</li> <li>▶ Nachhaltiges Stoffstrommanagement (Biokohle, Treibhausgasminderungspotenzial, CO<sub>2</sub>-Bilanzen)</li> <li>▶ Treibhausgasvermeidungspotenziale von Bioenergie</li> </ul>
Technische Hochschule Wildau (TFH)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Energie- und Umweltmanagement als ein Schwerpunkt (z. B. Masterstudiengang Renewable Energies)</li> </ul>
Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften Finsterwalde e.V. (FIB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anpassungsstrategien für Bergbaufolgelandschaften und andere in ihrer Funktion beeinträchtigte Lebensräume bzw. Ökosysteme (optimierter Energiepflanzenanbau, Auswirkungen des Klimawandels auf Wasser, Boden und Pflanze)</li> </ul>

DLR-Institutes für CO <sub>2</sub> -arme Industrie- prozesse (DLR DI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ CO<sub>2</sub>-Minderung für industrielle Prozesse</li> <li>▶ Arbeiten zu spezifischen Anforderungen und Forschung zur Dekarbonisierung großer energieintensiver Industriebereiche (Kraftwerke, Stahlerzeugung, Zementindustrie, petrochemische Industrie, chemische Industrie, Aluminiumproduktion)</li> </ul>
Fraunhofer-Institut für Energieinfra- struktur und Geothermie (FhG IEG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gesamtheitliche Analyse der Interaktion aller Infrastrukturen (Wärme-Infrastrukturen; Energetische Gas-Infrastrukturen; Material-Infrastrukturen (stoffliche Netze / Technologien insbesondere für CO<sub>2</sub>); Energiespeicher auf REDOX Basis)</li> </ul>
PtX Lab Lausitz (PtX Lab)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wissensvermittler, Stakeholder-Plattform, Impulsgeber im Bereich PtX</li> <li>▶ PtL-Demonstrationsanlage</li> </ul>
Kompetenzzentrums Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Unterstützt Unternehmen der energieintensiven Industrien bei der Bewältigung dieser komplexen Aufgabe</li> <li>▶ Wissensvermittler, Stakeholder-Plattform, Impulsgeber</li> <li>▶ Projektträger für das BMU-Förderprogramm „Dekarbonisierung in der Industrie“</li> </ul>

ENERGIEMARKT

## 4. Perspektive: Das Energieland Brandenburg in 2040

**Brandenburg überprüft seine Energiestrategie regelmäßig und passt sie, an die sich ändernde politischen Rahmenbedingungen an.**

Das Energiesystem in Deutschland befindet sich in einem umfassenden Wandel. Rahmenbedingungen dieses Wandels setzen die 2021 vom Deutschen Bundestag beschlossenen nationalen Klimaschutzziele des Klimaschutzgesetzes mit dem Ziel der Klimaneutralität bis 2045 und den Sektorzielen für den Energiesektor für die Jahre 2030 und 2040, der 2011 vom Deutschen Bundestag endgültig beschlossenen Atomausstieg und das 2020 beschlossene Kohleverstromungsbeendigungsgesetz zum Ausstieg aus der Kohleverstromung in Deutschland bis Ende 2038. Nur mit dem beschleunigten und verstärkten Ausbau der Erzeugung und Nutzung der erneuerbaren Energien insbesondere der Solar- und Windenergie, und ihre Einbindung in das

Energieversorgungssystem kann und wird der notwendige umfassende Wandel des Energiesystems in Deutschland und Brandenburg gelingen. Aufgrund der Dynamik der energie- und klimapolitischen sowie der wirtschaftlichen Entwicklung und der dadurch begrenzten Prognosezuverlässigkeit stellt die Energiestrategie 2040 mit ihrem Leitszenario und ihrem dynamischen Zielsystem eine jährlich fortzuschreibende Basis für die weitere strategische Ausrichtung der Energiepolitik. Der kontinuierliche Prozess aus Umsetzung, Monitoring, Überprüfung und Zielanpassung bildet die Grundlage, dass die Energiestrategie 2040 in einem wiederkehrenden Zyklus weiterentwickelt und konkretisiert werden kann. Dieser Prozess wird mit dem Monitoring und der Fortschreibung des Klimaplanes verzahnt

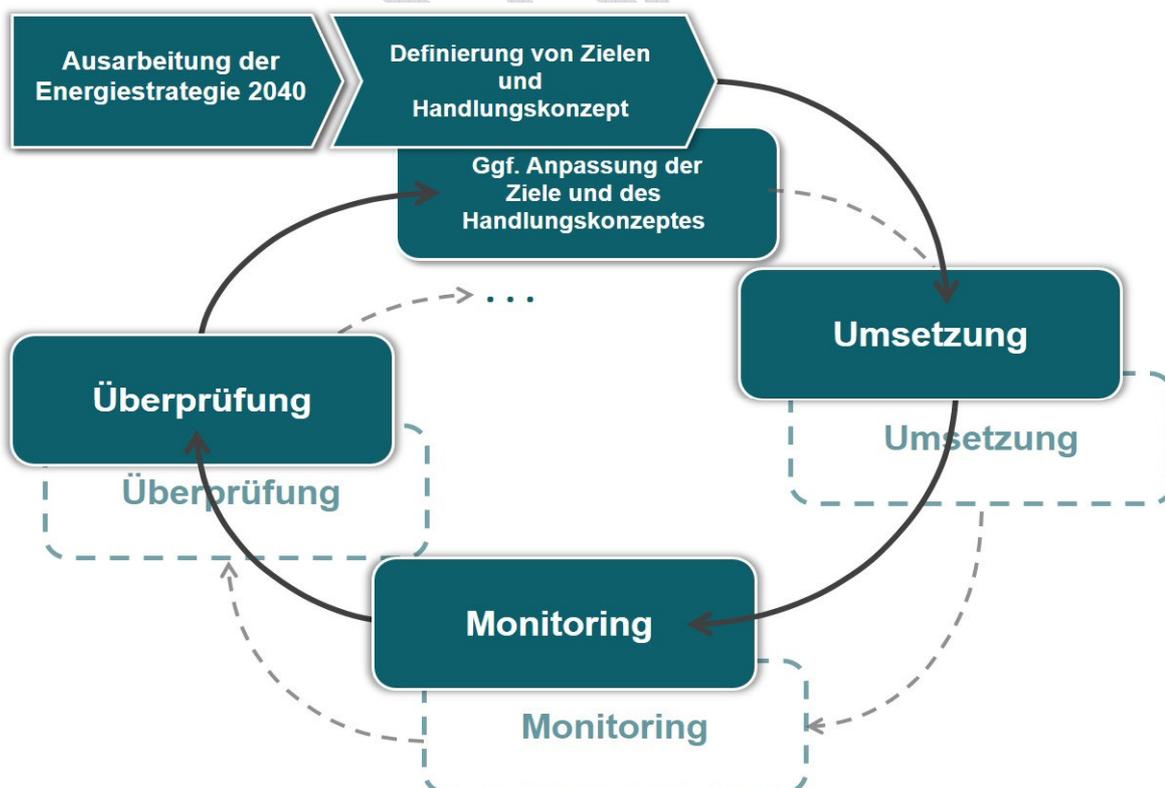


Abbildung 8 Periodische Überprüfung der Energiestrategie 2040

## 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 ambitionierte 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 meistern. Solche Herausforderungen sind die Sicherung weiterer Flächen für den Ausbau von Windenergie- und PV-Anlagen, auch im Einklang mit sachgerechten natur- und artenschutzrechtlicher Vorgaben, die weitere Erhöhung der Akzeptanz von Betroffenen vor Ort

sowie die Koordination des Ausbaus 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 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.

**Brandenburg bleibt im nationalen Kontext ein wichtiges Energieland.**

Mit den beschlossenen Ausstiegen Deutschlands aus der Kernenergie und 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 u. a. 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 zur Versorgung beitragen.

## Schwerpunkte bei der Systemtransformation und der Sektorenkopplung.

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 Energieversorgung setzt insbesondere voraus, dass andere Technologie- und Marktentwicklungen zur Verfügung stehen (z. B. technologische Weiterentwicklung der erneuerbaren Energien, verfügbare Speicher- und Netztechnologien, Weiterentwicklung des europäischen CO<sub>2</sub>-Emissionsrechtehandels, Entwicklung der Verbrauchspreise für Strom, Wärme und Mobilität). Für den Zeitraum bis 2040 ist daher zum jetzigen Zeitpunkt nicht vollends prognostizierbar, 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

einmal 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.

Das neu zu schaffende System mit dezentralen Energieerzeugungseinheiten hat überregionale Implikationen – nicht zuletzt deshalb, weil die Stromerzeugung deutlich von den bisherigen Erzeugungsstandorten 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 Energieverbraucher in Brandenburg zahlen trotz der Führungsrolle des Landes beim Ausbau der erneuerbaren Energien mit die höchsten

### 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 Kosteneffizienz beitragen. Eine entsprechender Masterplan Flexibilität wurde von einem breiten Konsortium Brandenburger Akteure im Jahr 2020 erarbeitet. Die enthaltenen Maßnahmevorschläge zur Anpassung des gesetzlichen Rahmens wurden von Brandenburg in die Wirtschaftsministerkonferenz im Juni 2021 eingebracht und ein einstimmiger Beschluss herbeigeführt.

Netzentgelte in Deutschland. Die Landesregierung wird sich nachdrücklich für eine Energiepolitik einsetzen, die einen sozial verträglichen und wirtschaftlich vertretbaren Umbau des Brandenburgischen Energiesektors ermöglicht.

Die Landesregierung bekennt sich zu den Zielen und zur Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens und strebt an, dass Brandenburg bis spätestens 2045 klimaneutral wirtschaftet und lebt. Vor diesem Hintergrund unterstützt sie die Bundesregierung im Rahmen des nationalen und internationalen Klimaschutzes. Das zugrunde gelegte Leitszenario stützt sich auf den Bericht „Gutachten zur Energiestrategie Brandenburg 2040“ vom 31. Mai 2021, welches die Prognos AG im Auftrag des MWAE erarbeitet hat. Ergänzend zu den energiewirtschaftlichen Projektionen wurden sowohl die Auswirkungen industrieller Ansiedlungen als auch eine Anpassung der Gesetzeslage an das Ziel der Klimaneutralität mit einbezogen.

Neben der Analyse der energiewirtschaftlichen Zusammenhänge sind auch die Auswirkungen auf die Beschäftigung und Wertschöpfung im Leitszenario mit abgebildet. Das Energieland Brandenburg hat 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 vermiedenen Netzendgelte, stufenweise Vereinheitlichung der Übertragungsnetzentgelte), sind wesentliche Punkte für eine gerechtere und fairere 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, Anreizregelungsverordnung) regelmäßig überprüft und an einer Anpassung an den Fortschritt der Energiewende mitgewirkt werden.

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 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 Energieversorgung aus erneuerbaren Energien zu gewährleisten.

#### 4.1.2. Ziele der Energiestrategie 2040

Die Energiestrategie 2040 des Landes Brandenburg zielt weiterhin auf eine klimaneutrale, umweltverträgliche, wirtschaftliche, sichere 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 in 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:

- 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Festlegung von Sektor- und Zwischenzielen unter Berücksichtigung aller Treibhausgasemissionen auf dem Weg zur Klimaneutralität erfolgt im Rahmen der Erarbeitung des Klimaplanes



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

## I: Energieeffizienz erhöhen

Die Entwicklung des Energieaufkommens ist im Energieland Brandenburg bisher maßgeblich durch die Entwicklung des konventionellen Kraftwerksparks bestimmt. Unter Berücksichtigung aller bekannten Investitionsplanungen können das Energieaufkommen und der Primärenergieverbrauch<sup>1</sup> (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.

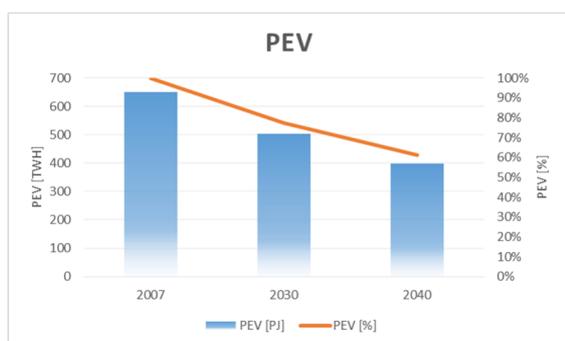


Abbildung 10 Ziele des Primärenergieverbrauchs PEV

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 Industriesektor als auch für den Wärmesektor. Die Nutzung und Speicherung der fluktuierenden elektrischen Energieerzeugung aus erneuerbaren

Energiequellen erfolgt mittels verschiedener Technologien (Power to X). Hierbei sind die folgenden

Technologien von besonderer Bedeutung für die Energiewende in Brandenburg:

- Power to Heat – für die Kopplung mit dem Wärmesektor zur Wärmeerzeugung
- 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

Beim Endenergieverbrauch (EEV) ist die Situation anders. Mit dem Prognos-Gutachten und dem Monitoring Bericht zur Energiestrategie 2030 der Energieagentur in der 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. Ein Festhalten an der Erreichung des Ziels scheint aus heutiger Sicht auch nicht mehr sinnvoll, da entscheidende industrielle Ansiedlungserfolge und die zukünftige

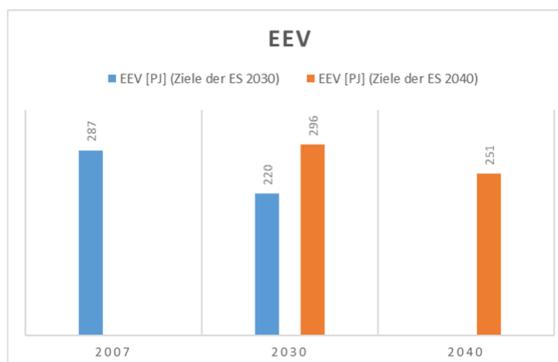


Abbildung 11 Vergleich der Endenergieverbrauchs Ziele (EEV) (ES 2030 & ES 2040)

**Der Anteil der erneuerbaren Energien am PEV soll bis 2040 auf mindestens 68 % bis 85 % und bis 2045 auf 100 % erhöht werden.**

<sup>1</sup> Der Primärenergieverbrauch resultiert aus dem Energieaufkommen des Landes abzüglich des Exportanteils.

## Energieeffizienzpreis

Der Energieeffizienzpreis, der jährlich vom MWAEE verliehen wird, bewertet auf Grundlage von Energieeffizienz, Wirtschaftlichkeit und Übertragbarkeit umgesetzte Projekte von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie kommunalen Unternehmen, die sich durch besonders hohe Energieeffizienz und Nachhaltigkeit auszeichnen.

Sektorenkopplung mit der Dekarbonisierung der Sektoren den erwarteten Einsparungen entgegenwirken. Darüber hinaus wird der gesamte EEV des Flughafen Berlin-Brandenburg dem Land Brandenburg zugerechnet. Auf Basis dieser neuen Rahmenbedingungen ist eine Anpassung der Ziele für den EEV sinnvoll. An einer Reduzierung für 2040 wird festgehalten. Für 2030 wird von einem EEV von 296 PJ (82 TWh), statt der 220 PJ (61 TWh) als Ziel der ES 2030, und für 2040 von 251 PJ (70 TWh) ausgegangen.

## 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 beschlossenen Treibhausgasneutralität bis 2045. Dafür wird Strom aus Erneuerbaren zukünftig mehr leisten müssen. Er muss zukünftig nicht nur die bisherige Versorgung der traditionellen Verbraucher sicherstellen, sondern dann auch via Sektorkopplung durch Elektrifizierung zur Versorgung des Verkehrs, der Wärmebereitstellung und der neu entstehenden Wasserstoffwirtschaft beitragen

Brandenburg hat den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung 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.

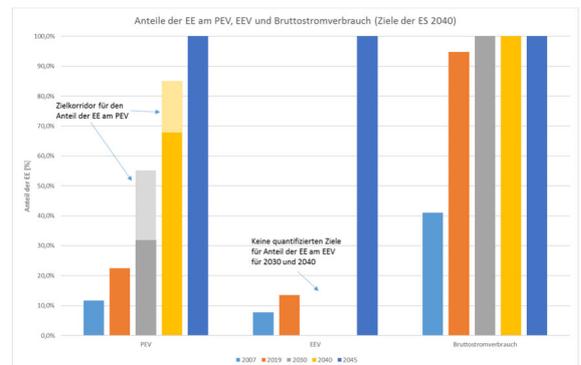


Abbildung 12 Übersicht der Ziele für Anteile der EE an PEV, EEV und Bruttostromverbrauch

Eine ambitionierte Zielsetzung für die Zukunft ist essentiell für das Erreichen einer klimaneutralen Energieversorgung im Jahr 2045. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch lagen 2019 bereits bei 94,8 %. Der Anteil am PEV und am EEV lagen mit 22,5 % und 13,5 % noch deutlich darunter [2]. Dies ist zum großen Teil durch den Einsatz konventioneller Energieträger in den Sektoren Verkehr, Energie und Wärme begründet.

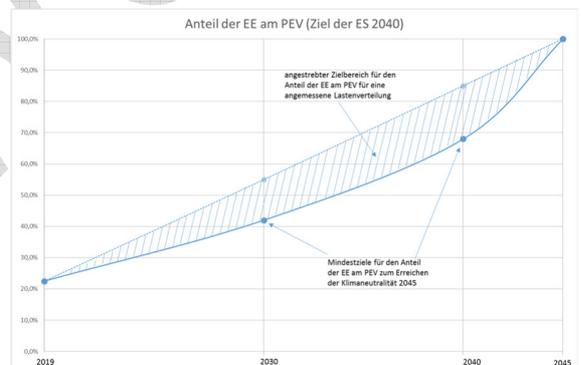


Abbildung 13 Prognosen für Anteil der EE am PEV

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 42 % wird in den Zielkorridor für die ES 2040 übernommen. Es ergibt sich ein Zielbereich für 2030 von mindestens 42 % bis 55 % und für 2040 von 68 % bis 85 %.

Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien am EEV werden aktuell nur für die Sektoren Stromerzeugung und Wärmeerzeugung gesetzt. Die Stromproduktion soll ab 2030 zu 100 % und die Wärmeerzeugung soll bis 2040 zu 80 % aus erneuerbaren Energien bestehen. 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 besitzen.

Die folgenden Ausbauziele für die einzelnen erneuerbaren Energien für 2040 sind insoweit vorläufig zu betrachten, da sie an die kommenden Realitäten und nach Vorliegen des Klimaplan im Jahr 2022 ggf. anzupassen sein werden.

## Windenergie

Nach aktuellem Stand sollen unter den derzeit geltenden gesetzlichen Rahmenbedingungen (u. a. EEG 2021), unter Berücksichtigung eines vermehrt einsetzenden Repowering und dem zunehmenden Bedarf nach regenerativ erzeugtem Wasserstoff in 2030 10,5 GW installierte Windleistung und 15,0 GW bis 2040 am Netz sein. Von den genannten 15,0 GW sollen 3,0 GW vorrangig für die grüne Wasserstoffproduktion eingesetzt werden. Zur Realisierung der vorgenannten Ausbauziele ergibt sich eine notwendige Flächenbereitstellung von rund 2 % bis 2030 und

mehr als 2 %<sup>J</sup> der Landesfläche bis zum Jahr 2040.



Abbildung 14 Entwicklung der installierten Leistung (WEA)

Damit diese Steigerung der notwendigen Flächenbereitstellung erfolgreich umgesetzt werden kann, sind angepasste Rahmenbedingungen zum Ausbau der Windenergie erforderlich. Folgende Punkte gilt es anzugehen:

- Die unterschiedlichen Schutzniveaus von Klimaschutz, Naturschutz und Artenschutz müssen angeglichen werden.
- Die Regionalen Planungsgemeinschaften müssen bei der Regionalplanung und der damit einhergehenden Ausweisung 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. der Auf- und Ausbau der Wasserstoffwirtschaft in Brandenburg zur Dekarbonisierung der Sektoren.
- Das Repowering, als eine wichtige Säule beim Ausbau der Windenergie, muss durch einen geeigneten Rahmen gestärkt werden. Bisherige Standorte müssen einfacher für neue Anlagen weitergenutzt werden können.

<sup>J</sup> Faustformel: 1 MW benötigt 5 ha Fläche (keine Versiegelung), 1 ha mit WKA liefert ca. 0,5 GWh Strom

## Vogelerkennungssystem

Aufgrund von Vorkommen windenergiesensibler Vogelarten und dessen Schutzabstände scheiden große Flächenanteile für die Windenergienutzung von vornherein aus und ausgewiesene Windeignungsgebiete können nicht vollständig genutzt werden. Dies führt zu Problemen bei der Erreichung der notwendigen Flächenziele. 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.

- Die Unterstützung in der Bevölkerung für die Energiewende und den Ausbau der EE vor Ort muss durch geeignete Instrumente, wie die Erhöhung der Transparenz und eine geeignete wirtschaftliche Beteiligung, positiv gestaltet werden.

Aufgrund der kontinuierlichen Leistungssteigerung bei den Windenergieanlagen wird sich die Anlagenzahl, trotz deutlicher Steigerung des Ausbauziels auf 15,0 GW, im Vergleich zur aktuellen Anlagenzahl, um mindestens 15% reduzieren.

## Photovoltaik

Im Bereich der Photovoltaik 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. Der neue Rechtsrahmen mit den deutlich angehobenen Ausschreibungsmengen kann in Brandenburg unter den Vorgaben des EEG eine Steigerung bei der Photovoltaik auf 8,0 GW installierter Leistung (ca. 6,0 GW PV-Freifläche und 2,0 GW PV-Dachanlagenleistung) für das Jahr 2030 und auf 10,3 GW installierter Leistung (ca. 7,2 GW PV-Freifläche und 3,1 GW PV-Dachanlagenleistung) für das Jahr 2040 ermöglichen.

Dies erfordert auch eine höhere Flächenbereitstellung<sup>K</sup> zu Gunsten von PV-Freiflächenanlagen. 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. Insgesamt wird ein weiterer Zubau von rund 2,0 GW erwartet, so dass sich für 2040 insgesamt ein PV-Ausbau mit einer installierten Leistung von mindestens 12,3 GW ergibt.

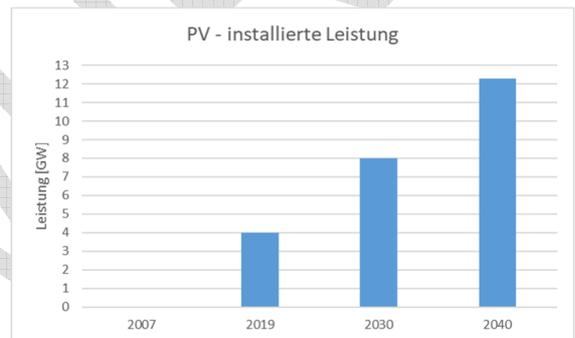


Abbildung 15 Entwicklung der installierten Leistung (PV)

In einer vom MWAE in Auftrag gegebenen und von der Energieagentur in der WFBB durchgeführten Potentialstudie zur Nutzung der Photovoltaik (PV) im Land Brandenburg, wurden die Ausbaupotentiale ermittelt. Dabei wurde u.a. zwischen Dachflächen, landwirtschaftlichen Flächen mit versch. Ackerzahlen und den EEG-Basisflächen (vergütungsfähig gemäß EEG) unterschieden. Im Ergebnis ergibt sich hierbei ein theoretisches Potential von rund 50 GW für die PV in Brandenburg auf Dach- und EEG-Basisflächen. Hinzu kommen noch erhebliche Potentiale auf landwirtschaftlichen Flächen, die aktuell nur außerhalb einer EEG-Vergütung genutzt werden können. In der Analyse wurde der PV-Ausbau auf landwirtschaftlichen Flächen differenziert be-

<sup>K</sup> Faustformel: 1 MW PV benötigt 1 ha Fläche

trachtet. Auf ertragsarmen Böden wurden die Potentiale mit „konventionellen“ PV-Freiflächenanlagen berechnet und auf landwirtschaftlichen Flächen mit höheren Ackerzahlen wurde die parallele Nutzung mittel 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 Potential deutlich kleiner ausfallen. Hinzu kommt, dass nicht alle Flächen für die PV zur Verfügung stehen werden. Auch das umsetzbare Potential der Agri-PV hängt von verschiedenen Faktoren, wie den Anforderungen

### Floating PV

Aufgrund des Kohleausstieges steht die Lausitz vor der Herausforderung, den Strukturwandel zu bewältigen und dabei gleichzeitig Energieregion zu bleiben. Schwimmende PV-Anlagen auf ehemaligen Tagebauflächen stellen ein symbolträchtiges Zeichen einer Region dar, die die Flächen der ehemaligen fossilen Energiegewinnung zur Gewinnung erneuerbarer Energien nutzt und so den Schritt in eine nachhaltige Zukunft geht. Durch die Nutzung von Tagebauseen kann eine Flächenkonkurrenz mit der Landwirtschaft verringert werden.

und Eigenschaften der angebauten Pflanzen, der Fruchtfolgen und der verwendeten Arbeitsgeräte ab. Aber auch bspw. gebietsbezogener Artenschutz oder der kommunale Planungswille schränken die Potentiale deutlich ein. Somit kann die PV-Analyse eine Einzelfallprüfung bzw. die Beurteilung durch Fachunternehmen nicht ersetzen. Um den weiteren Ausbau der PV zu unterstützen und die Potentiale zu visualisieren, wurde ein Solaratlas für Brandenburg in Betrieb genommen.

## 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. Geeignete Rahmenbedingungen für einen Bestandserhalt und für diesen Wechsel liegen derzeit nicht vor. Die Landesregierung wird sich deshalb 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 [38]. 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 Energieeffizienzsteigerung insbesondere bei der Wärmenutzung auszugehen, so-

dass konstante Anteile der Bioenergie am Primärenergieverbrauch von ca. 22 TWh sowie am EEV von 11 TWh für 2040 angestrebt werden<sup>L</sup>.

## 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 Ausbauzustand von 278 GWh erwartet. Des Weiteren wird prognostiziert, dass hiervon rund 160 GWh in die vorhandenen Fernwärmenetze eingespeist werden.

## Geothermie

### Geothermie EWP

Die Landeshauptstadt ist landesweiter Vorreiter für den Einsatz der Tiefengeothermie.

Das kommunale Unternehmen Energie und Wasser Potsdam (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.

Auf die Nutzung der Erdwärme soll in Zukunft ein besonderes Augenmerk gerichtet werden. Diese stets verfügbare Energiequelle hat technisch ein fast grenzenloses Ausbaupotential, 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 Entwicklungen sind inzwischen so weit fortgeschritten, dass nicht nur große Gebäudekomplexe versorgt werden können, sondern auch die Einbindung in Netze möglich ist. Immer mehr Wärmenutzer in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie Wirtschafts- und Gewerbebetrieben sehen in der Geothermie eine Möglichkeit, einen persönlichen Beitrag zur Nutzung erneuerbarer Energien zu leisten. Brandenburg ist hier im Bundesmaßstab mitführend 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 Nutzer von oberflächennaher Geothermie Informationen zur Verteilung der Wärmeleitfähigkeit, um die Anlagen optimal auszuliegen.

### Sonstige:

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

Anknüpfend an die Zielstellung der Energiestrategie 2030 soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2040 auf einen Zielbereich von mindestens 68 % (ca. 75 TWh pro Jahr) bis 85 % ausgebaut werden. Für das Jahr 2030 ergeben sich die folgenden Zwischenziele, als Mindestziele:

<sup>L</sup> Faustformel: 1 ha mit Biomasse (Silomais) liefert bis zu 0,2 GWh Strom

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

Anteil der EE am PEV (2030)			
	[TWh <sup>M</sup> ]	[PJ]	[%]
Windenergie	26,3	95	19
Photovoltaik	8,0	29	6
Bioenergie	22,2	80*	16
Solarthermie	0,2	1	<1
Geothermie	0,8	3	<1
Sonstige	1,0	4	<1
Gesamt	58,5	212	42

Mit im Jahre 2040 installierten 15,0 GW Windenergie- und mindestens 12,3 GW Photovoltaikleistung sollen die einzelnen regenerativen Energieträger folgende Beiträge leisten:

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

Anteil der EE am PEV (2040)			
	[TWh <sup>N</sup> ]	[PJ]	[%]
Windenergie	37,5	135	34
Photovoltaik	12,3	44	11
Bioenergie	22,2	80*	20
Solarthermie	0,3	1	<1
Geothermie	1,1	4	1
Sonstige	1,4	5	1
Gesamt	74,8	269	68

\* = Die Berechnungsansätze werden gegenwärtig überprüft. 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. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Fernwärmebedarfsdeckung wird dadurch auf rund 82 % steigen.

Im Verkehrsbereich kommt es zu deutlichen Verschiebungen. Durch den zunehmenden Flugverkehr und die Inbetriebnahme des Flughafens

### Referenzkraftwerk Lausitz

Der Zweckverband Industriepark Schwarze Pumpe, Energiequelle und ENERTAG 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 heutigen Kraftwerke erbringen kann. Zudem wird es schwarzstartfähig sein und überschüssigen Wasserstoff für den Mobilitätssektor bereitstellen.

<sup>M</sup> Die Arbeit in TWh ergibt sich aus der installierten Leistung der jeweiligen Energieträger und den technologiespezifischen Volllaststunden der jeweiligen Energieträger. Beispiel: 10,5 GW Windenergieleistung \* 2.500 h = 26.250 GWh = 26,25 TWh

<sup>N</sup> Die Arbeit in TWh ergibt sich aus der installierten Leistung der jeweiligen Energieträger und den technologiespezifischen Volllaststunden der jeweiligen Energieträger. Beispiel: 10,5 GW Windenergieleistung \* 2.500 h = 26.250 GWh = 26,25 TWh

**Die Systemtransformation mit der Sektorenkopplung, durch Elektrifizierung und Wasserstoffwirtschaft sollen zielgerichtet gestaltet werden.**

Berlin-Brandenburg (BER) werden Effektivitätseffekte zu großen Teilen kompensiert. Der Verkehrssektor wird sich durch die Nutzung von Gasen (Erdgas, Wasserstoff, Methan) 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, verbundenen mit dem massiven Ausbau der dezentralen Erneuerbaren Energien sowie die Verzahnung Sektoren im Energiebereich, benötigen 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 von grünem Wasserstoff. 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 Wertschöpfungspotential, 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. Die 2019 beauftragte „H<sub>2</sub>-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 regionale 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.

**Erneuerbare tragen die Energiewende, der Bedarf an Regelleistung und Flexibilität steigt an.**

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 Entwicklungspotentiale 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 Brandenburg und

der Hauptstadtregion 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 - ansteuern muss.

Zudem wird mit dem Aufbau eines Wasserstoffmarktplatzes in Form einer digitalen Vernetzungs- und Planungsmöglichkeit 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 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 sinnvoll. 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 beispielsweise 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 [37]), wurde das Ziel definiert, einen Wasserstoffbedarf von 3,75 TWh mittels erneuerbarer Energien und Elektrolyse zu decken. Dies entspricht 16,7% des Gesamtbe-

darfs. 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 beispielsweise 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.

#### **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 Erzeugungsüberschüsse und Bedarfsunterdeckungen ausgeglichen werden, damit eine nachhaltige und zugleich sichere und bezahlbare Energieversorgung gelingt.

#### **Klimaneutrale Energieversorgung**

Im Zusammenhang mit dem Umbau der bisherigen Energieversorgungsstrukturen (Systemtransformation), die mit einer zunehmenden Dezentralität in der Energieerzeugung und einer zunehmend fluktuierenden Einspeisung aus erneuerbaren Energien einhergeht, bietet auch die Kopplung der verschiedenen Sektoren (Strom Wärme, Mobilität) wichtige Instrumente für eine klimaneutrale Energieversorgung und die benötigten Flexibilitätsoptionen. Die Sektorenkopplung ist dabei 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

## **DLR Institut für CO<sub>2</sub>-arme Industrieprozesse**

In Umsetzung des Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen wird in Cottbus das DLR-Institut für CO<sub>2</sub>-arme Industrieprozesse aufgebaut. Im Fokus des Forschungsinstitutes steht die CO<sub>2</sub>-Minderung industrieller Prozesse. Dabei werden insbesondere die spezifischen Anforderungen und Forschungsbedarfe zur Dekarbonisierung großer energieintensiver Industrie-reiche adressiert (z.B. Stahlerzeugung, Zementindustrie, petrochemische Industrie, chemische Industrie).

Sektorenkopplung wichtige Flexibilitäten bereitstellen. Strom wird aufgenommen, z.B. als Wasserstoff gespeichert und je nach weiterer Verwendung ggf. wieder in Rückverstromung verwendet werden. Wichtige Anwendungsformen, die hier aktuell diskutiert und erforscht werden, sind Technologien zur Stromheizung (Power-to-Heat), elektrochemische Gasproduktion (Power-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. Mit dem steigenden Anteil erneuerbarer Energien werden zukünftig Speicherkapazitäten für Deutschland bis in den Terawatt-Bereich 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 Terawatt-Bereich. 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 CO<sub>2</sub> 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 GuD Kraftwerken 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 Sektorenkopplung 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 dient der Versorgungssicherheit.

## Preisgünstige Energieversorgung

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 Energiewende zu tun und gleichzeitig ihre Energiekosten zu begrenzen, da Energie auf Basis fossiler Energieträger aufgrund der CO<sub>2</sub>-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. Das Land Brandenburg wird sich auch hier für eine Verbesserung der nationalen gesetzlichen Rahmenbedingungen einsetzen, um diese Arten der kostengünstigen Energieversorgung zu stärken.

Mit dem weiter steigenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien muss die Regelbarkeit von Biomasseanlagen und der konventionellen Kraftwerke deutlich verbessert werden, um die die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Biogasanlagen und Gaskraftwerke können diese Anforderung ebenso erfüllen, wie Batteriegroßspeicher, z.B. das BigBattery Lausitz Projekt der LEAG. Sie sind binnen weniger Minuten über ihre gesamte Leistung regelbar. Allerdings bedingt das Vorhalten von Regelleistung zwangsläufig eine geringere Anlagenauslastung, die unter den heutigen Rahmenbedingungen des EEG und des Energiemarktes keine gesicherte Zukunft hat oder der 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 Regenergie (unabhängig vom Energieträger) zu deutlich höheren Kosten führt. [26]

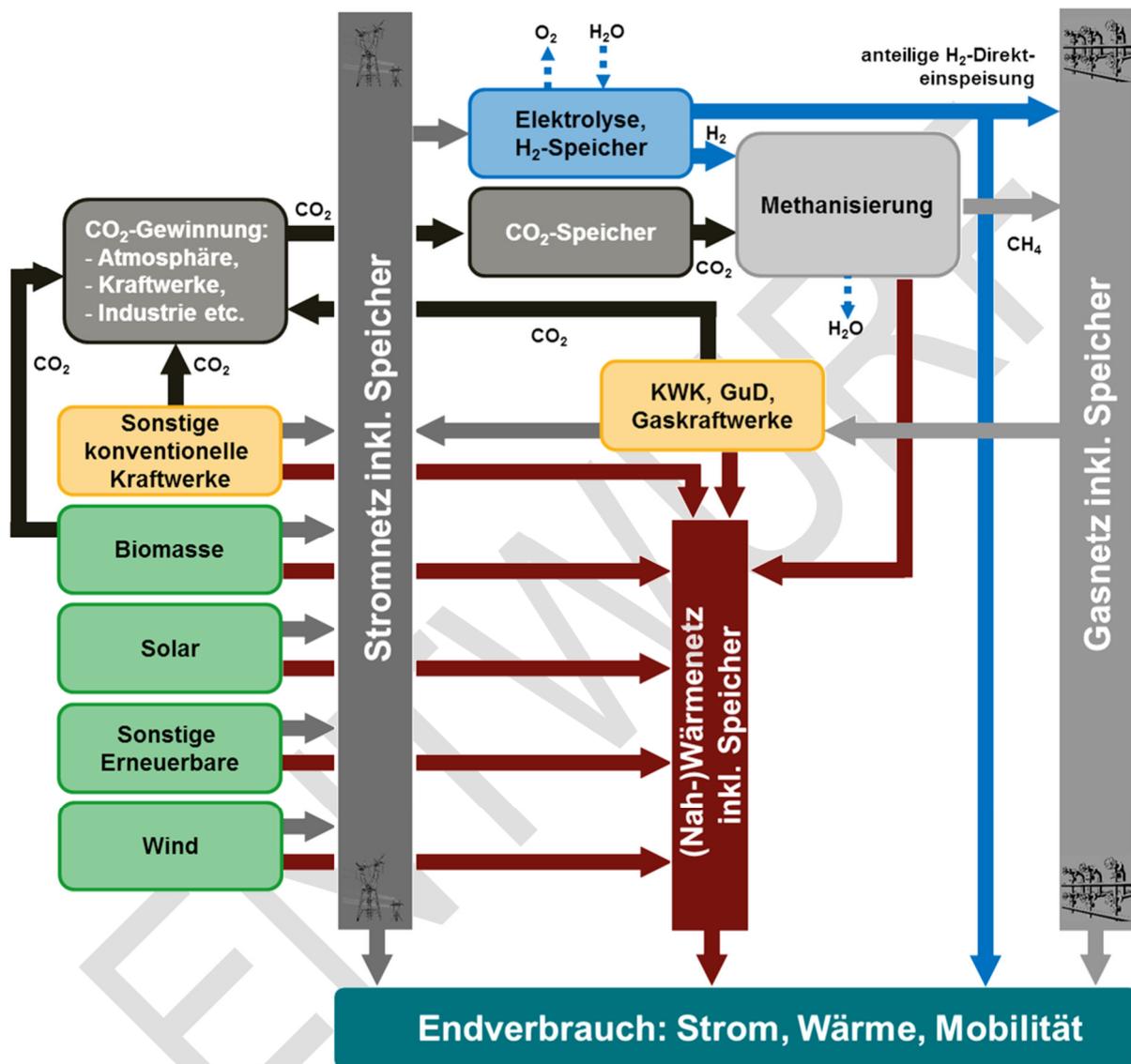


Abbildung 16 Konzept zur Sektorenkopplung (idealisierte Verknüpfung der Strom-, Gas- und Wärmenetze inkl. Zwischenspeicherung; nach Sterner 2009 und Fraunhofer IWES 2011, überarbeitet, vereinfacht)

## V: Wirtschaftliche Beteiligung 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

Die Beratungsstelle für Erneuerbare Energien bei der Brandenburger Energieagentur berät Unternehmen und Kommunen zu Fragen der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien. Die Energieagentur kooperiert mit dem Kompetenzzentrum für Naturschutz und Energiewende (KNE). Das KNE betreut Konfliktfälle vor Ort und versucht durch eine neutrale Moderation, dass sich die Konfliktparteien aufeinander zubewegen und einen tragfähigen Kompromiss finden. Das Wirtschaftsministerium 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 (z. B. Energie- und Klimaschutzatlas Brandenburg) und Kommunikationspfaden ist die Entwicklung und Umsetzung regionaler 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. U. a. mit der Schaffung einer einheitlichen, vergleichbaren und flächendeckenden Datengrundlage (z. B. gemeindegrenzübergreifende Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen in Form von einheitlichen Energiesteckbriefen) soll dies weiterbefördert werden. Als zukünftiges Kernstück der digitalen Energieberichterstattung sollen vorhandene Angebote und weitere Module in einem Energieinformationsportal zusammengefasst werden. Das Land wird sich weiterhin für finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten und innovative Geschäftsmodellen 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 1.300 Mio. EUR. Dies brachte den Gebietskörperschaften (Land und betroffenen Gemeinden) einen einkommens- und gewinnabhängigen Steuereffekt von insgesamt ca. 40 Mio. EUR ein. Der Braunkohlensektor ist damit ein zentraler Wertschöpfungsfaktor für Brandenburg generell und besonders für die Region Lausitz [26].

**Wertschöpfung des Energiesektors in Brandenburger halten und Beschäftigung stabilisieren.**

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.

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 einen Rückgang auf 1200 Arbeitsplätzen im direkten (minus 4.400 Arbeitsplätze gegenüber 2018) und 800 indirekten (minus 2.700 Arbeitsplätze gegenüber 2018) Beschäftigungsbereich bedeuten [26]. Eine gewisse Sockelbeschäftigung ist auch nach der Stilllegung der Kraftwerke für Anschlussstätigkeiten erforderlich. Voraussetzung ist hierbei eine stufenweise Außerbetriebnahme der brandenburgischen Braunkohlekapazitäten. Aufgrund der Alterspyramide der in der Braunkohleindustrie unmittelbar beschäftigten Personen erscheint dieser Rückgang durch altersbedingte Abgänge jedoch sozial verträglich 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. EUR einstellen (insbesondere Rekultivierung und Wiedernutzbarmachung einschließlich wasserwirtschaftlicher Maßnahmen).

### Regionale Energiemanager

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

Das Leitszenario der Energiestrategie 2040 hält am ehrgeizigen Ausbau der erneuerbaren Energien fest. Die direkten und indirekten Wertschöpfungseffekte durch Wind onshore, Photovoltaik und Biomasse<sup>o</sup> erhöhen sich bis 2030 um schätzungsweise 350 Mio. EUR auf insgesamt 1.590 Mio. EUR und bis 2040 um schätzungsweise weitere 580 Mio. EUR auf

dann 2.170 Mio. EUR. Für die Steuereffekte wird für 2030 mit einem Zuwachs von knapp 9 Mio. EUR auf dann rund 48 Mio. EUR und für 2040 auf dann rund 65 Mio. EUR 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 für 2040 um

weitere 3300 Arbeitsplätze auf dann 22.300 Arbeitsplätze geschätzt [26].

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, der damit deutlich stärker ausfallen wird als im gesamten Land Brandenburg (Rückgang um 28 %) und in Gesamtdeutschland (Rückgang um 14 %).

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

### **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. Die von den Projektierern angestrebten Zeitpläne sind jedoch mit den üblichen Realisierungszeiträumen beim Netzausbau nur schwer in Einklang zu bringen. Deshalb ist die Verkürzung der Planungs- und Genehmigungszeiträume für Energieleitungen ein ganz wesentliches Element der energiepolitischen Agenda.

---

<sup>o</sup> Andere erneuerbare Energien (Biogas, Biokraftstoffe, Wind offshore, Geothermie etc.) wurden in der zitierten Studie aus methodischen Gründen nicht erfasst.

Tabelle 4 Quantitative und qualitative strategische Ziele des Leitzszenarios

### Zusammenfassung der quantitativen bzw. qualitativen strategischen Ziele (I-VI) des Leitzszenarios

#### I: Energieeffizienz erhöhen

- ▶ PEV gegenüber dem Basisjahr 2007 senken
  - Bis zum Jahr 2030: um 23 % auf 504 PJ (140 TWh)
  - Bis zum Jahr 2040: um 39 % auf 398 PJ (111 TWh)
- ▶ Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2040 senken

#### II: Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch ausbauen

- ▶ Anteil erneuerbarer Energien am PEV erhöhen
  - Bis zum Jahr 2030: auf einen Zielkorridor von 42 % bis 55 %, was mindestens 161 PJ (45 TWh) entspricht
  - Bis zum Jahr 2040: auf einen Zielkorridor von 68 % bis 85 %, was mindestens 270 PJ (75 TWh) entspricht
- ▶ Bilanzieller Anteil erneuerbarer Energien am EEV des Landes erhöhen
  - Ab dem Jahr 2030: Anteil am Stromverbrauch: 100 %
  - Bis zum Jahr 2040: Anteil am Wärmeverbrauch: 82 %
- ▶ Planerische Sicherung für die Windenergienutzung von:
  - Bis zum Jahr 2030: 2 % der Landesfläche
  - Bis zum Jahr 2040: > 2 % der Landesfläche

#### III: Aufbau und Ausbau der Wasserstoffwirtschaft

Wasserstoff als Schlüsselrolle zur Unterstützung verschiedener energiesystem-relevanter Herausforderungen im Transformationsprozess:

- ▶ Dekarbonisierung aller Sektoren initiieren und voranbringen
- ▶ Wertschöpfungs- und Exportpotenziale durch neue Wasserstofftechnologien steigern
- ▶ Versorgungssicherheit durch Energieträgereigenschaft gewährleisten

**IV: Klimaneutrale, zuverlässige und preisgünstige Energieversorgung gewährleisten**

- ▶ Klimaneutralität bis 2045 herstellen
- ▶ Systemtransformation des Energieversorgungssystems weiterführen
- ▶ Sektorenkopplung einführen
- ▶ Speichertechnologien einbinden
- ▶ Netzaus- und -umbau forcieren
- ▶ Technologieoffenheit gewährleisten

**V: Wirtschaftliche Beteiligung und Unterstützung der Energiewende steigern**

- ▶ Transparente Informationspolitik weiterführen
- ▶ Wirtschaftliche Beteiligung ausbauen
- ▶ Regionale, kommunale und sektorale Energiekonzepte unterstützen

**VI: Beschäftigung und Wertschöpfung stabilisieren und weiterentwickeln**

- ▶ 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, in denen die Umsetzung der Energiestrategie 2040 jeweils durch strategische Maßnahmen vorangetrieben wird (Abbildung 17).

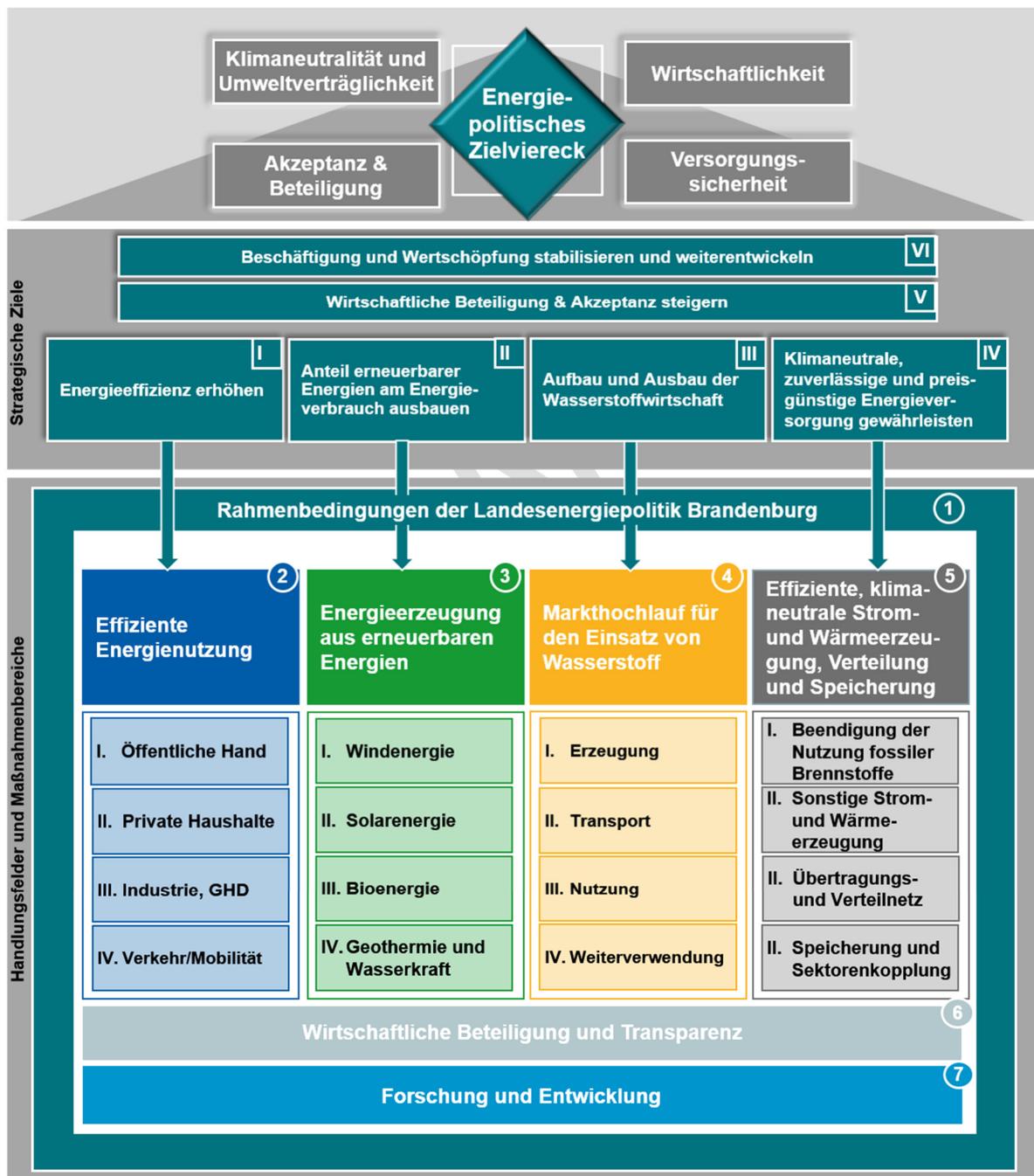


Abbildung 17 Aus den sechs strategischen Zielen (I – VI) der Energiestrategie 2040 leiten sich entsprechende Handlungsfelder (1 – 7) sowie gezielte Maßnahmenbereiche ab

## Handlungsfeld 1: „Rahmenbedingungen der Landesenergiepolitik Brandenburg“

Der Klimawandel und 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: 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, um die energiepolitischen Ziele der Landesregierung bestmöglich zu erfüllen. Beispielsweise muss sich das Land in diesem Zusammenhang auf bundespolitischer Ebene auch zukünftig dafür einsetzen, dass die durch die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien implizierten Ausbaurkosten gemeinschaftlich getragen werden, die EEG-Umlage mittelfristig abgeschafft 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 leben und arbeiten anzustreben“, das schließt die Energieversorgung ein, Klimaneutralität ist 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.

Operationell 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.

## 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 und Gewerbe“, „Handel und Dienstleistungen (GHD)“ sowie „Verkehr/Mobilität“ initiiert bzw. weiter fortgeführt.

Im Zentrum stehen weiterhin die Unterstützung und Umsetzung von energiepolitischen Maßnahmen auf regionaler und kommunaler Ebene. Ein wichtiges Element der Energiestrategie 2040 ist die Neuausrichtung und Stärkung der Beratungs- und Qualifizierungstätigkeit. Unternehmen und Kommunen müssen bei der Umsetzung der Energiewende stärker als bisher begleitet 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.

Mit dem „Netzwerknoden private Haushalte“ soll ein besser abgestimmtes Beratungsangebot erreicht werden, um die Energiewende, wozu auch die Energieeffizienz gehört, in den privaten Haushalten voranzutreiben. Da die Brandenburger Hausbesitzer im Bundesdurchschnitt über ein geringes Nettoeinkommen verfügen, hat die Inanspruchnahme von Bundesfördermitteln einen hohen Stellenwert [39].

Die „Energieeffizienz-Offensive“ des Ministeriums für Wirtschaft und Energie (MWAE) zielt vorrangig auf Energieeinsparpotenziale in Unternehmen ab. Großunternehmen können sich im landesweiten Unternehmensenergieeffizienznetzwerk austauschen. Insbesondere für Großunternehmen sind Energiekosten ein wichtiger Wettbewerbsfaktor.

In Brandenburg bestehen sechs Energieeffizienznetzwerke, die weiterhin unterstützt und begleitet werden sollen. Weitere Netzwerke sollen mit Unterstützung bzw. auf Initiative der Kammern gegründet werden.

Im Bereich der Vorbildwirkung der öffentlichen Hand soll die energetische Optimierung brandenburgischer Landesliegenschaften, mit dem Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge, die schrittweise Umsetzung für die Nutzung alternativer Antriebe, sowohl in den Landesfuhrparks Brandenburgs als auch bei einzelnen privatrechtlicher Organisationen, einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende im Land leisten.

Zudem soll im Rahmen der nationalen Energiewende zukünftigen Generationen frühzeitig das entsprechende Energiebewusstsein vermittelt werden und das 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 Deponie- 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, des Transports im bestehenden Gasnetz und 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 Brandenburg und der Hauptstadtregion vor [37]. 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 wird 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. Bis 2038 ist der von der Bundesregierung beschlossene Kohleausstieg 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 vor allem die Sicherstellung der Rekultivierung der vom Braunkohlebergbau in Anspruch genommenen Tagebauflächen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Erhaltung der Versorgungssicherheit, z. B. durch Unterstützung von hocheffizienten Kraft-Wärme-Koppelungsprojekten und anderen flexiblen 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 Endkunden zu sichern.

In Brandenburg sind Gebiete mit einer hohen regenerativen Einspeisedichte sehr oft von geringer Lastdichte geprägt. Insbesondere wegen des massiven 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 mehr und mehr deutlich, 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 Sektorkopplung (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 mehr und mehr an Bedeutung ab. Einerseits wird die Stromerzeugung, z. B. aus Windenergie- 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 den langjährigen Bemühungen für mehr Akzeptanz zu werben, weiterhin 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 (z. B. beim Landschaftsbild, Naturschutz) 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.

## **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 vorantreiben“ 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. Ziel muss es sein, das vielseitige wissenschaftliche Potenzial des Energiesektors in Berlin und Brandenburg sowohl für die Umsetzung des Maßnahmenkatalogs der Energiestrategie, als auch zur Weiterentwicklung der gesamten Strategie zu nutzen. Eine wichtige Rolle spielt dabei 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 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.

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.

Die sieben Handlungsfelder bestimmen das Handlungskonzept der Energiestrategie 2040. Das Erreichen des im Abschnitt 4.1.2. erläuterten Zielszenarios soll mit Hilfe des Maßnahmenkatalogs unterstützt werden. Die einzelnen Maßnahmen wurden in einem umfangreichen Beteiligungsprozess gemeinsam mit Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden und Verwaltung erarbeitet. Der aktuelle Maßnahmenkatalog stammt aus dem Jahr 2018 und muss zukünftig überarbeitet werden.

#### 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. Eine Berücksichtigung der Ergebnisse des Klimaplan-Monitorings kann eine zusätzliche Basis für die Weiterentwicklung der Energiestrategie sein.

Wie Abbildung 18 veranschaulicht, beruht das Umsetzungscontrolling auf zwei tragenden Säulen: der Interministeriellen Arbeitsgruppe „Umsetzung der Energiestrategie“ (IMAG ES) sowie dem Energiebereich der Energieagentur in der WFBB. Die IMAG wurde bereits für das Umsetzungscontrolling der Energiestrategie 2020 etabliert. Vertreten sind alle von der Energiepolitik betroffenen Ressorts und die Energieagentur in der WFBB. Geleitet wird die IMAG ES vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie (MWAE). Sie nimmt neben der Controllingfunktion insbesondere die regierungsinterne Kommunikation wahr. Im Kontext der nationalen Energiepolitik er-

folgt 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 in der WFBB verankert. Hier ist in den letzten Jahren auch das Monitoring der Indikatoren der Energiestrategie aufgebaut worden. Gemäß ihrem gesetzlichen Auftrag werden hier Unternehmen und Kommunen beraten, Projekte begleitet sowie Gutachten und Studien erstellt. Energieagentur in der WFBB unterstützt bereits die Regionalen Planungsgemeinschaften des Landes bei der Erarbeitung regionaler Energiekonzepte und bei deren Vernetzung mit kommunalen Energiekonzepten sowie dem Aufbau eines Monitorings für diese Bereiche.

#### Energieagentur

Die Energieagentur des Landes Brandenburg ist die zentrale Dialog- und Servicestelle 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 Energiewende und 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 Hauptumsetzungsakteurinnen und -akteuren 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

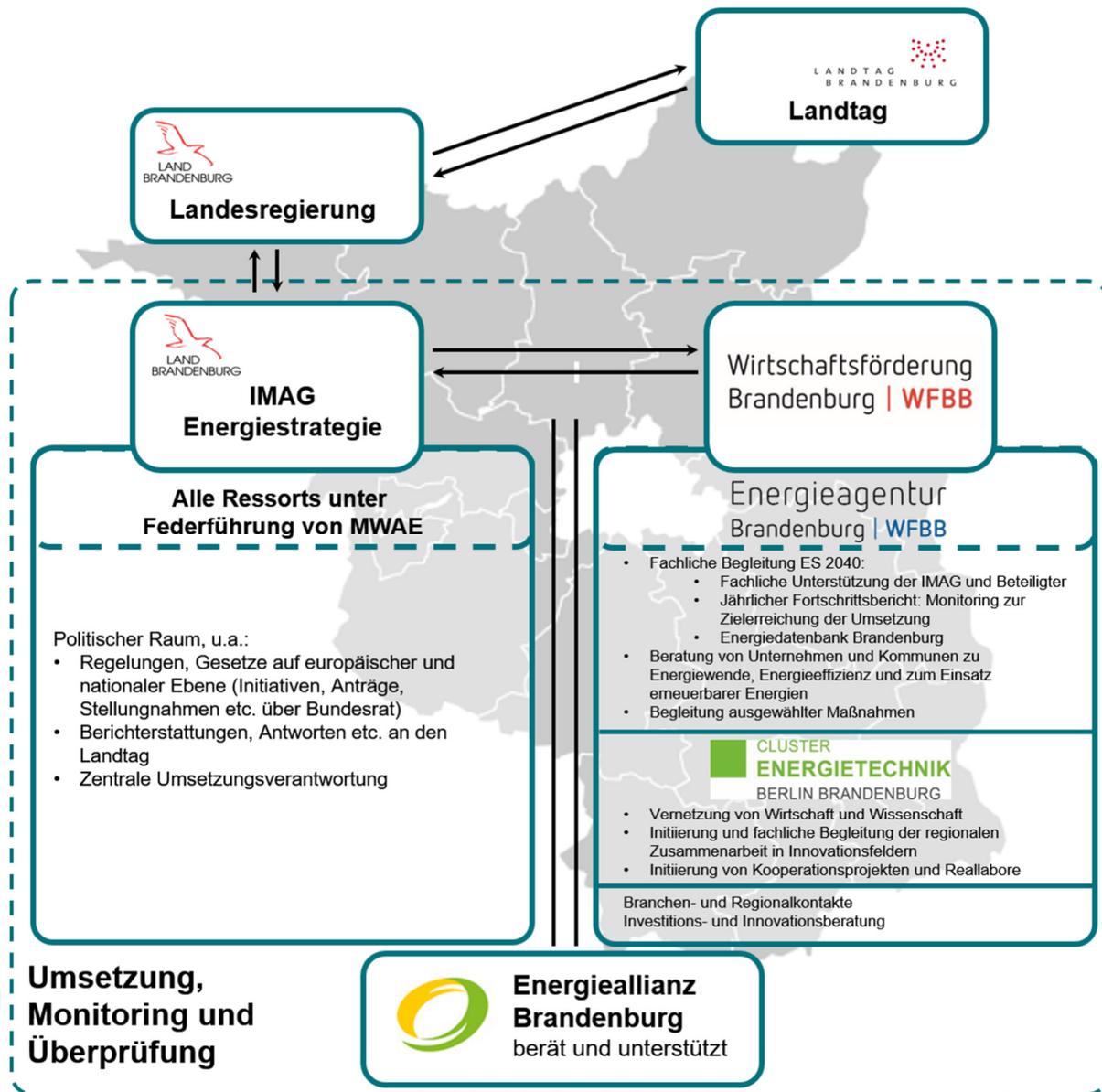


Abbildung 18 Monitoring und Überprüfung der Energiestrategie

## 5. Referenzen

### 5.1. Abbildungsnachweise

Abbildung 1-7:

Wirtschaftsförderung Brandenburg / Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg

Abbildung 8-15, 17, 18:

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg

Abbildung 16:

in Anlehnung an Sterner 2009 und Fraunhofer IWES 2011, überarbeitet durch Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg

### 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 des Leitszenarios

### 5.4. Quellennachweise

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021), „Aktuelle Informationen: Erneuerbare Energien im Jahr 2020.“ [Online]. Available: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Aktuelle-Informationen/aktuelle-informationen.html](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, Juni 2021.
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021), „Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung.“ 01 November 2016. [Online]. Available: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan\\_2050\\_bf.pdf](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 (2021), „Klimaschutzprogramm 2030 - Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030,“ 01 Oktober 2019. [Online]. Available: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool\\_s/Broschueren/klimaschutzprogramm\\_2030\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool_s/Broschueren/klimaschutzprogramm_2030_bf.pdf). [Zugriff am 15 September 2021].
- [5] „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 (2021), „Bundes-Klimaschutzgesetz,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaschutz/bundes->

- klimaschutzgesetz. [Zugriff am 15 September 2021].
- [7] *Koalitionsvertrag zwischen SPD Brandenburg, CDU Brandenburg und Bündnis 90 die Grünen Brandenburg für die 7. Wahlperiode des Brandenburger Landtages (2019): Zusammenhalt – Nachhaltigkeit - Sicherheit..*
- [8] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021), „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](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, „Neue ehrgeizige Ziele für Energieeffizienz und erneuerbare Energien,“ [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20181106IPR18315/neue-ehrgeizige-ziele-fur-energieeffizienz-und-erneuerbare-energien>. [Zugriff am 29 11 2021].
- [10] Europäische Kommission, „Umsetzung des europäischen Grünen Deals,“ [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_de#ein-sauberes-energiesystem](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_de#ein-sauberes-energiesystem). [Zugriff am 29 11 2021].
- [11] Umweltbundesamt (2021), „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] *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, 2021.*
- [13] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021), „Die Nationale Wasserstoffstrategie,“ 2021.
- [14] Europäische Kommission (2021), „Europäischer Grüner Deal,“ [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de). [Zugriff am 17 September 2021].
- [15] Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Kommission (2021), „zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen,“ 21 Dezember 2018. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=ELEX:32018L2001:DE:HTML>. [Zugriff am 17 September 2021].
- [16] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021), „BImSchH: Bundes-Immissionsschutzgesetz,“ 19 Juni 2020. [Online]. Available: <https://www.bmu.de/gesetz/gesetz-zum-schutz-vor-schaedlichen-umwelteinwirkungen-durch-luftverunreinigungen-gerauesche-erschuetterungen-und-aehnliche-vorgaenge>. [Zugriff am 17 September 2021].
- [17] Europäische Kommission, „Clean energy for all Europeans,“ 03 Juni 2021. [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans\\_de](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_de). [Zugriff am 17 September 2021].
- [18] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021), „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 (2021), „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 (2021), „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 (2021), „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,“ [Online]. Available: <https://www.horizont-europa.de/de/Klima-Energie-und-Mobilitat-1821.html>. [Zugriff am 17 09 2021].
- [23] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021), „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,“ Potsdam, 2017.
- [26] Prognos AG, „Gutachten zur Energiestrategie Brandenburg 2040,“ 2021.
- [27] Prognos AG, „energiwirtschaftliche Projektionen und Folgeschätzungen 2030/2050,“ 2020.
- [28] Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg (2008), „Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg,“ 2008.
- [29] Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg (2012), „Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg,“ 2012.
- [30] Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg (2016), „Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg - 2. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Energie- und Klimaschutzstrategie über die Umsetzung der strategischen Maßnahmen,“ 2016.
- [31] Landesregierung Brandenburg (2014), „Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg - Bericht der Landesregierung über die Umsetzung der strategischen Maßnahmen,“ 2014.
- [32] Ministerium der Justiz des Landes Brandenburg (2021), „Gesetz zur Zahlung einer Sonderabgabe an Gemeinden im Umfeld von Windenergieanlagen,“ 19 Juni 2019. [Online]. Available: <https://bravors.brandenburg.de/gesetze/bbgwindabgg>. [Zugriff am 22 September 2021].
- [33] Fraunhofer IEE, „Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz, Teilvorhaben II a: Biomasse, Endbericht,“ Kassel, 2019.
- [34] Check24, „Check24,“ [Online]. Available: <https://www.check24.de/files/p/2019/9/b/1/1445>

6-check24-strom-netzentgelte-blstaedte.pdf.

[Zugriff am 02.12.2021].

[35] Fachagentur Windenergie an Land, „Umfrage zur Akzeptanz der Windenergie an Land Herbst 2021,“ 2021.

[36] DIW Berlin, ZSW, AEE, „Vergleich der Bundesländer: Analyse der Erfolgsfaktoren für den Ausbau der Erneuerbaren Energien 2019, Indikatoren und Ranking, Endbericht,“ 2019.

[37] Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg, „Strategie für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im Land Brandenburg,“ Potsdam, 2021.

[38] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021), „Integrierter Nationaler Energie- und Klimaplan,“ 2020.

[39] Statista, „Nettoeinkommen und verfügbares Nettoeinkommen privater Haushalte im Monat nach Bundesländern,“ 2021. [Online]. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/5758/umfrage/verfuegbares-nettoeinkommen-nach-bundeslaendern/>. [Zugriff am 19. August 2021].

[40] Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg, „Maßnahmekonkrete Strategie für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im Land Brandenburg,“ Potsdam, 2021.

# Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung	ENTSO-G	European Network of Transmission System Operators for Gas (Europäischer Verbund der Fernleitungsnetzbetreiber)
ACER	European Agency for the cooperation of the Energy Regulators (Agentur für die Zusammenarbeit der Energieregulierungsbehörden)	EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
AdR	Ausschuss der Regionen	eMO	Berliner Agentur für Elektromobilität
ATB	Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V.	EU	Europäische Union
Äq.	Äquivalent	EUR	Euro
BER	Flughafen Berlin-Brandenburg	GFZ	Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum
BTU CB-S	Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg	GJ	Gigajoule (Arbeitseinheit für elektrische Energie)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	H <sub>2</sub>	Wasserstoff
Ca.	circa	H <sub>2</sub> O	Wasser
CCS	Carbon Capture and Storage (Kohlendioxidausscheidung und -speicherung)	ha	Hektar
CCU	Carbon Capture and Usage (Kohlendioxidausscheidung und -verwendung)	HNEE	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
CH <sub>4</sub>	Methan	IASS	Institute for Advanced Sustainability Studies
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid	IEKP	Integriertes Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung
dena	Deutsche Energie-Agentur	i. H. v.	in Höhe von
d. h.	das heißt	IMAG	Interministerielle Arbeitsgruppe „Umsetzung der Energie- und Klimaschutzstrategie“
e. V.	eingetragener Verein	innoBB 2025	Gemeinsame Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg
EED	EU-Energieeffizienz-Richtlinie	innoBBplus 2025	regionale Innovationsstrategie des Landes Brandenburg
EEHH	Cluster Erneuerbare Energien Hamburg	IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz	km <sup>2</sup>	Quadratkilometer
EER	European Entrepreneurial Region (Europäische Unternehmerregion)	KSP	Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung
EEV	Endenergieverbrauch	kV	Kilovolt
EHS	Emissionshandelssystem	LEAG	Lausitz Energie Bergbau AG und Lausitz Energie Kraftwerke AG
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz	Mio.	Millionen
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity (Verband Europäischer Übertragungsnetzbetreiber)		

Mrd.	Milliarde
MW	Megawatt
MWAE	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
NEP	Netzentwicklungsplan Strom
NSM	Netzsicherheitsmanagement
o. g.	oben genannt
PCI	Projekte von gemeinsamen Interesse (projects of common interest)
PEV	Primärenergieverbrauch
PIK	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.
PJ	Petajoule
SINTEG	Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende
t	Tonne
TCC	Transmission Control Centre
TEUR	Tausend Euro
TH Wildau	Technische Hochschule Wildau
TWh	Terawattstunden
TWh/a	Terawattstunden pro Jahr
u. a.	unter anderem
UN	Vereinigte Nationen (United Nations)
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
vgl.	Vergleiche
VNB	Verteilnetzbetreiber
WFBB	Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH (WFBB)
ZALF	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V.

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](mailto:oeffentlichkeitsarbeit@mwae.brandenburg.de)

