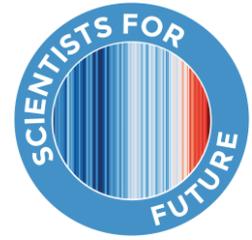


Positionspapier zum Entwurf der Energiestrategie Brandenburg 2040, MWAE – 23.12.2021 und zum Klimaplan Brandenburg, erstellt von Mitgliedern der Fachgruppe Energie der Scientists for Future



(Version 1.0, Deutsch, 3. Juni 2022)

Dipl. Phys. Stefan Golla (S4F), Prof. Dr.-Ing. Günter Mügge (Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg), Dr.-Ing. Rana Hoffmann (Universität Kassel), Dr. Katja Geißler (Universität Potsdam), Prof. Dr. iur. Claus Richter (Fachhochschule Potsdam)

Wir beziehen uns hier auf folgende Fassung der Energiestrategie:

https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/En_Onlinekonsultation_Entwurf_Energiestrategie-2040_2021-12-21.pdf

Danksagungen: Wir danken den Mitgliedern der Fachgruppe Energie der Scientists for Future für inhaltliche und sprachliche Verbesserungsvorschläge.

Dieser Text wurde von Mitgliedern der „Scientists for Future“ verfasst, durch Kollegen und Kolleginnen hinsichtlich der wissenschaftlichen Qualität (insbesondere der Belegbarkeit von Argumenten) ausführlich geprüft und von Jens Clausen und Urban Weber reviewed. Endredaktion: G. Hagedorn, F. Ossing.

Scientists for Future (S4F) ist ein überparteilicher und überinstitutioneller Zusammenschluss von Wissenschaftler:innen, die sich für eine nachhaltige Zukunft engagieren. Scientists for Future bringt als Graswurzelbewegung den aktuellen Stand der Wissenschaft in wissenschaftlich fundierter und verständlicher Form aktiv in die gesellschaftliche Debatte um Nachhaltigkeit und Zukunftssicherung ein. Mehr Informationen unter de.scientists4future.org.

Veröffentlicht unter [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Zitationsvorschlag / Suggested citation: Golla, S., Mügge, G., Richter, C., Hoffmann, R., Geißler, K. (2022). Positionspapier zum Entwurf der Energiestrategie Brandenburg 2040, MWAE – 23.12.2021 und zum Klimaplan Brandenburg, erstellt von Mitgliedern der Fachgruppe Energie der Scientists for Future, 18 Seiten. doi: 10.5281/zenodo.6607494

Einleitung

Die Erarbeitung einer Energiestrategie als Grundlage für die zukünftige Energiepolitik des Landes Brandenburg wird begrüßt. Der weitere Ausbau der erneuerbaren Energie ist ein notwendiges Ziel, ohne das die Transformation der Volkswirtschaft hin zur Klimaneutralität nicht gelingen kann. Auch wird Wasserstoff zukünftig eine wichtige Rolle für direkte Anwendungen bei hohen Temperaturen, in der Grundstoffchemie sowie der Energiewirtschaft spielen, um fluktuierende Energieangebote von Sonne und Wind auszugleichen. Leider macht der vorliegende Entwurf den Eindruck, dass die Energiepolitik der letzten Jahrzehnte im Wesentlichen fortgeschrieben werden soll. Fossile Energieträger werden zwar durch erneuerbare Energiequellen ersetzt bzw. durch den Einsatz von Wasserstoff ergänzt, aber die Konsequenzen und notwendigen Umgestaltungen auf der Verbraucherseite werden jedoch deutlich zu kurz behandelt. Maßnahmen zum Energiesparen fehlen, komplexe Abhängigkeiten bleiben ausgeblendet. Die Energiewende wird nicht oder kaum ganzheitlich gesehen.

Das Land Brandenburg ist derzeit noch sehr stark durch die fossile Energiewirtschaft geprägt, insbesondere durch den Braunkohletagebau, die Erdgas-Wärmeversorgung und die Erdöl-Raffinerie. Die Selbstverpflichtung des Landes Brandenburg zum Klimaschutz erfordert die

schnellstmögliche Ersetzung der fossilen Energieträger durch nachhaltige Energieversorgung. Nur da, wo der Einsatz erneuerbarer Energie nicht möglich oder unwirtschaftlich ist, sollte grüner Wasserstoff genutzt werden (Nationaler Wasserstoffrat, 2021).

In Brandenburg wurden dennoch bisher umfangreiche staatliche Mittel und Förderungen in fossile Strukturen wie PCK (Gazprom) und LEAG (Tochter der EPH & PPH, Jersey) investiert. Alle drei Bereiche der Energieindustrie aus Mineralölraffinerie, Braunkohle und Erdgas sind jedoch kaum technisch transformierbar. Zudem sind diese Unternehmen nicht in deutscher oder EU-Hand. D.h. sollte die Transformation der Energiebereitstellung durch diese Unternehmen nicht aufgehen, sind alle bisherigen und zukünftigen Investitionen verloren. Wir sehen ein hohes Risiko darin, dass Brandenburg keine direkte Handhabe auf diese ausländischen Konzerne hat. Staatliche Subventionen, die in der Energiestrategie des MWAE vorgesehen sind, erscheinen uns deshalb sehr risikoreich. Es wäre zielführender, nachhaltige Unternehmen, Kommunen und bürgerliche Initiativen zu fördern, die – neben der Versorgungssicherheit – den Ressourcen- und Klimaschutz garantieren. So könnten die fossilen Strukturen schnellstmöglich überwunden werden. Dieser Paradigmenwechsel ist notwendig und dringlich, um die Klimakrise noch abzuwenden und im Rahmen eines globalen Restbudgets zu bleiben (siehe IPCC, 2021, S. 38).

Die zukünftigen Chancen überwiegen dabei deutlich die heutigen Lasten durch die kommunalen Energiekosten. Brandenburg als Flächenland mit einer geringen Bevölkerungsdichte kann auch zukünftig andere Bundesländer wie Berlin mit Energieüberschüssen mitversorgen, wenn der Systemwechsel schnell, partizipativ und koordiniert umgesetzt wird.

Der Entwurf der Energiestrategie 2040 ist auch im Hinblick auf seine zeitlichen Ziele bei weitem nicht ambitioniert genug: So werden die in der Energiestrategie 2030 des Landes genannten Zwischenziele für 2030 und 2040 (EE-Anteile am PEV von 42 und 68%) bis zur Klimaneutralität im Jahre 2045 unverändert übernommen. Hier wird lediglich ein unverbindlicher Zielkorridor angegeben. Damit wird der entscheidende und notwendige Zubau an EE-Erzeugungskapazität tendenziell in die Zukunft geschoben. Dies ist nicht mit den Vorgaben aus der richtungsweisenden Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts vom 24. März 2021 (BVerfG, 2021) zu vereinbaren. Dort wird im Hinblick auf die eingriffsgleiche Wirkung künftiger Freiheitseinschränkungen gerade gefordert, dass Maßnahmen zur Verringerung des Ausstoßes von CO₂ vorgezogen werden müssen.

Diese Entscheidung ist auch für das Land Brandenburg bindend. Dies hat der Landtag am 17.6.2020 so auch sinngemäß beschlossen (Drucksache 7/1420(ND)-B). Zwar hat das Bundesverfassungsgericht jüngst (Beschluss vom 18. Januar 2022, BVerfG, 2021) eine Klage nicht zur Entscheidung angenommen, die sich gegen das Unterlassen des Brandenburgischen Gesetzgebers richtete, einen Emissionspfad für Treibhausgasemissionen gesetzlich festzulegen. Allerdings wird in der Entscheidung gleichzeitig klar herausgearbeitet, dass das Grundgesetz auch die Bundesländer verpflichtet, Maßnahmen zum Klimaschutz zu treffen. Insgesamt hat daher Brandenburg seine Maßnahmen in der Energiestrategie 2040 bzw. mit einem Klimaplan inkl. Budgetansatz auf die Erreichung der Klimaziele auszurichten, wie sie das Übereinkommen von Paris festgelegt hat (Hirschl et al. 2021). Nicht zuletzt sieht die Verfassung des Landes Brandenburg in ihrem Artikel 39 Absatz 1 ausdrücklich vor, dass der „Schutz der Natur, der Umwelt und der gewachsenen Kulturlandschaft als Grundlage gegenwärtigen und künftigen Lebens“ Pflicht des Landes ist.

Mit unserem hier vorgelegten Kommentar möchten wir einen konstruktiven Beitrag zum Entwurf des Ministeriums leisten. Dabei haben wir uns mit der vorliegenden Stellungnahme am Entwurf des Ministeriums orientiert. Wir möchten dabei vor allem auf folgende drei Punkte eingehen:

- Ganzheitliche Systemtransformation
- Potenziale für EE im Energieland Brandenburg
- Ziele der Energiestrategie und Handlungsfelder

Zu einzelnen Punkten konnten wir umfangreiches Material zusammentragen. Für eine bessere Lesbarkeit sind diese detaillierten Analysen separat als Anhang beigefügt.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Ganzheitliche Systemtransformation	4
Potenziale für EE im Energieland Brandenburg	5
Ziele/Handlungsfelder	7
Zusammenfassung	10
Literatur.....	11
Anhang	13

Abkürzungen

DBV	Deutscher Bahnkunden Verband
EE	Erneuerbare Energien
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry
MIV	motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
PEV	Primärenergieverbrauch
PVA	Photovoltaikanlagen
STA	Solarthermische Anlagen
THG	Treibhausgase
ÜvP	Übereinkommen der Vertragsparteien des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, verabschiedet im Dezember 2015 in Paris
VCD	Verkehrsclub Deutschland
WEA	Windenergieanlagen
WfBB	Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH

Ganzheitliche Systemtransformation

Der Entwurf betont richtigerweise die Energiewende als ganzheitliche Aufgabe. Ganzheitlichkeit bedeutet aber auch, die Energiewende nicht isoliert vom übrigen Klimaschutz zu betrachten.

In der aktuellen Fassung der Energiestrategie 2040 wird die Ganzheitlichkeit angesprochen, bleibt aber auf den Energiesektor beschränkt. Beispielsweise werden Baustoffe und öffentlicher Nahverkehr nicht erwähnt. Es bedarf einer ganzheitlichen Betrachtung der ineinandergreifenden Sektoren, durch beispielhafte Fragestellungen:

- Welchen Mehrwert haben landwirtschaftlichen Reststoffe für die energetische Sanierung?
- Wie kann Artenschutz mit dem Ausbau von Erneuerbaren in Einklang gebracht werden?
- Wie können mehr Menschen gleichzeitig und schneller an ihr Fahrziel kommen, ohne mehr THG auszustoßen?

Wir vermissen die klare Benennung der Schnittstellen zu anderen Politikbereichen, die großen Einfluss auf die Energie- und Klimapolitik haben. Zu kritisieren ist, dass eine Senkung des Energiebedarfs in einzelnen Sektoren vor allem durch eine Steigerung der Energieeffizienz statt durch Endenergieeinsparung erreicht werden soll. So behandelt der Entwurf die großen Einsparmöglichkeiten an Endenergie in den Verbrauchssektoren nur am Rande. Für eine aktive Landespolitik sehen wir großes Potenzial in folgenden Bereichen:

- Gebäudesektor (öffentliche Gebäude mit Vorbildfunktion, Wohnungen kommunaler Träger, Vorgaben durch Landesbauordnungen, Erneuerbare Wärmeversorgung, ressourcenschonende Sanierung und ggf. Minimierung grauer Energie sowie sonstiger negativer Umweltauswirkungen bei Neubau)
- Verkehr (Reduzierung des privaten Pendlerverkehrs, Stärkung und Ausbau des ÖPNV und regionalen Bahnverkehrs, E-Mobilität für Individualverkehr, im Gewerbe- und Güterverkehr)
- Konsum (Reduzierung von Verpackung, nachhaltige öko-faire Beschaffung mit langer Nutzungsdauer, Reparierbarkeit, Bildung)
- Landwirtschaft (extensive Bewirtschaftung von Fläche, ökologischer Anbau, stoffliche Nutzung von Pflanzen, Renaturierung von Kulturland und Mooren, geringe Tierhaltung, Ausstieg aus Energiepflanzen, Ende des mineralischen Düngemittelimports und fossiler Düngemittelherstellung, Schutz und Aufbau des Grundwassers)
- Qualifizierungsoffensive in relevanten Handwerksberufen sowohl für den EE-Anlagenbau als auch für den Wärmesektor (insbesondere auch Umschulung und Weiterbildung der Braunkohlebeschäftigten in zukunftsweisende erneuerbare Technologien).

An dieser Stelle möchten wir explizit auf die erhebliche Biomassenutzung in Brandenburg eingehen. Biomasse kann in einer zukünftigen Energieversorgung weiterhin eine bedeutende Rolle spielen, da sie flexibel und unabhängig von der aktuellen Witterung eingesetzt werden kann. Der großflächige Anbau von Energiepflanzen, aber auch eine erhebliche Entnahme von Brennholz aus den Wäldern ist allerdings kontraproduktiv im Sinne eines ganzheitlichen Klimaschutzes (siehe Anhang *ii Ausbaupotenziale*). Zum einen erfolgt die Bereitstellung der nachwachsenden Brennstoffe immer mit einem zusätzlichen Energieaufwand z. B. für Ernte und Transport, der in der Bilanz berücksichtigt werden muss. Dieser Umstand ist an den Primärenergiefaktoren für Brennholz ablesbar (Holz: $f_p=0,2$, $\chi_{CO_2}=40$ g/kWh; Biogas: $f_p=0,4$, $\chi_{CO_2}=120$ g/kWh; Quelle: DIN V 18599-1, Tabelle A1). Zum anderen sind mit der Produktion von Biomasse auch weitere THG-Emissionen und andere ökologische Auswirkungen verbunden, durch z. B. mineralischer Kunstdüngereinsatz (N_2O).

Für eine ganzheitliche Klimapolitik kann eine sinnvolle Energiestrategie nicht losgelöst von direkten THG-Emissionen über die Energiesektoren hinausgesehen werden. So ergeben sich sehr hohe energiebedingte THG-Emissionen z. B. in der Baubranche („graue Energie“ für die Herstellung der

Baumaterialien, BBSR 2019), aber auch erhebliche nicht-energiebedingte Emissionen z. B. durch die Landnutzung von Land- und Forstwirtschaft. Auch Flächen zum Anbau von Energiepflanzen sind hier relevant sowie der Treibhausgasausstoß im Bereich des Tagebaus bzw. der Folgeflächen. Darüber hinaus entlässt die Verbrennung von Biomasse heute Treibhausgase, die erst Jahrzehnte später gebunden würden, und trägt somit direkt zur Klimakrise bei (siehe hierzu die Anlage mit einer Berechnung des insoweit erzielbaren zusätzlichen Potentials). Zudem können bisher extensiv für Energiepflanzen genutzte Flächen als Landflächen für PV-Freiflächen-Anlagen dienen und so in erheblichem Maß als CO₂-Senke fungieren. Eine ganzheitliche Energiestrategie berücksichtigt beides, sowohl THG-Emissionen als auch Kohlenstoffbindung, weil beide für die Erreichung der Klimaziele von hoher Bedeutung sein können (LfU, 2021).

Die Festlegung von Zielen einer Energiestrategie, die im Einklang mit dem Pariser Klimaschutzabkommen steht, und die also nicht nur Klimaneutralität, sondern auch eine möglichst schnelle Reduktion von THG-Emissionen anstrebt, kann sachgerecht mit Hilfe eines Budgetansatzes gemäß IPCC (2021) erfolgen. D. h. die Ziele der Energiestrategie müssen sich daran orientieren, wieviel CO₂ und andere THG noch freigesetzt werden dürfen. Eine genaue Ermittlung des Restbudgets hängt von einer Vielzahl von Randbedingungen ab, da Brandenburg einerseits sehr viel Energie exportiert, andererseits aber auch viele energieintensive Produkte importiert. Für eine grobe Orientierung haben wir im Anhang *Restbudget* eine Abschätzung getroffen. Vergleicht man das resultierende Restbudget in Höhe von 365 Mt (ab dem Bezugsjahr 2016) mit den jährlichen Emissionen in Höhe von etwa 60 Mt/a, wird deutlich, dass bereits im Jahr 2022 dieses Budget ausgeschöpft ist. Bei anders gewählten Randbedingungen, bzw. bei Berücksichtigung des derzeitigen Energieexports aus Brandenburg in andere Bundesländer, ergeben sich andere Ergebnisse. Dennoch wird deutlich, dass die derzeitigen Emissionen, vor allem aus der Braunkohleverstromung, drastischer reduziert werden müssen, als es die derzeitigen Ausstiegspläne vorsehen.

Potenziale für EE im Energieland Brandenburg

Das Land Brandenburg versteht sich zu Recht als Energieland; in der Vergangenheit wurde durch die (fossilen) Ressourcen ein großer Beitrag zur deutschen Energiewirtschaft geleistet. Das fossile Zeitalter geht aber zu Ende. Wie bereits weiter oben angesprochen, weist Brandenburg als Flächenland mit relativ geringer Bevölkerungsdichte erhebliche Potenziale im Bereich der Erneuerbaren Energien auf, so dass noch eine erhebliche Ausbaufähigkeit besteht. Auch zukünftig kann Brandenburg nicht nur den eigenen Energiebedarf decken, sondern wird auch weiterhin einen Beitrag für die überregionale Energiewirtschaft leisten. Insbesondere eine Verzahnung zur Hauptstadtregion muss gegeben sein. Eine Energiestrategie für Brandenburg sollte, anders als der vorliegende Entwurf, die Bedürfnisse wie auch die Potenziale Berlins mitdenken: Eine nicht aufeinander abgestimmte Planung riskiert Systembrüche und Reibungsverluste. Eine enge Abstimmung mit dem Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm ist im Entwurf nicht erkennbar (Traber & Fell, 2021).

Der im Entwurf vorgesehene großzügige Ausbau von EE ist zu begrüßen. Die ausgewiesenen Ziele bleiben jedoch deutlich unter den Potenzialen. Ebenso ist bemerkenswert, dass der Schwerpunkt des PV-Zubaus im Entwurf für Freiflächenanlagen gesehen wird, während die aktuelle Potenzialanalyse der WfBB gleichwertige Potenziale auch im Bereich der Dachflächen identifiziert. Aus unserer Sicht müsste ferner die derzeit für den Anbau von Energiepflanzen genutzte Fläche zugunsten von Agri-PV-Anlagen reduziert werden (siehe Anhang *ii Ausbaupotenziale*).

Aufgrund der sich heute schon abzeichnenden Verknappung von Erneuerbaren Energieanlagen, vor allem Photovoltaik wäre die Reaktivierung von einer Zellfertigung und Mikroelektronik in Kooperation mit den benachbarten Bundesländern (vgl. die PV-Ansiedlung in Sachsen-Anhalt/Sachsen) dringend geboten. Gerade die Ansiedlung von EE-Fertigung brachte dem Land Sachsen-Anhalt am Standort eine starke Ansiedlung von Forschung und Entwicklung. Dies verhindert zudem mittelfristig die starke Abhängigkeit der Produktionskapazität und Verfügbarkeit, die bisher vom hauptsächlich chinesischen Markt besteht. Diese strategische Entscheidung heute schnell zu treffen, kann einen ähnlich prekäre Situation wie aktuell beim Erdgas abmildern. Lieferzeiten und

Preise für Photovoltaikprodukte und Anwendungen sind in den letzten Monaten stark gestiegen, sodass sich heute ein solider Markt etabliert hat. Gleichzeitig liegt hier ein sehr hohes Beschäftigungspotenzial, an das bereits heute angeknüpft werden kann. Auch die Windenergiebranche mit Service und Teilproduktion war und ist ein systemrelevanter Wirtschaftsfaktor, der schnellstmöglichst reaktiviert werden sollte. Hier wird aus unserer Sicht die Chance, nicht nur die Klimaziele zu erreichen, sondern auch die wirtschaftliche Wertschöpfung zu erhöhen, nicht ergriffen.

Keine Aussagen trifft der Entwurf zu Ausbauzielen von Kleinwindanlagen. Auch wenn hier keine erheblichen Potenziale zu erwarten sind, kann durch diesen Anlagentyp ein Beitrag zur dezentralen Energieversorgung für Wohngebäude im ländlichen Raum geleistet werden.

Windpotenzial: Für Brandenburg sehen wir, abweichend vom Entwurf, ein deutlich größeres Ausbaupotential von Windenergie unter Anwendung des heutigen Stands der Technik auf gleicher Fläche bspw. durch Schwachwindanlagen und Repowering von etwa 16 GW. Dies gilt bei entsprechendem Neubau und Repowering, bei deutlich höherer Volllaststundenzahl (2 500–3 000 h/a) und damit rd. 45 TWh/a (Deutsche Windguard, 2020). Unter Berücksichtigung des heutigen technischen Standards könnte auf gleicher Fläche nicht nur doppelt so viel Energie wie im Entwurf genannt zur Verfügung stehen, sondern auch die Verfügbarkeit von Windkraftanlagen deutlich wachsen. Anlagen im Repowering mit einer größeren Nabenhöhe (> 120 m) nutzen die gleichmäßigere, tagesgang-unabhängigen Windströmung, was zu höherer Verfügbarkeit führt.

PV-Potenzial: Nach aktueller Studie des WfBB hat Brandenburg Ausbaupotenziale für PV-Dachanlagen von ca. 2 Mio. geeigneten Gebäuden mit ca. 29 GW (ca. 20 000 ha, ca. 24 TWh/a, Potenzialanalyse WfBB (Wirtschaftsförderung Land Brandenburg, 2022). Allein auf Freiflächen wie Parkplätzen (EEG-Basisflächen) wird von der WfBB ein Potenzial von 21 GW angenommen. Zusammen bildet dies ein Gesamtpotenzial von 50 GW (ca. 45 TWh_{el}/a). Die Ausbauziele im PV-Bereich sind für sich genommen plausibel. Sie dürfen aber nicht isoliert von der Strategie im Bereich der Bioenergie betrachtet werden. Denn diese sollte, wie im Hauptteil ausgeführt, auf den Einsatz zur Abdeckung von Spitzenlasten sowie in Dunkelflauten reduziert werden. Hier kann sie ihre Stärken als flexible Energieform ausspielen. Dagegen sollte der Gesamt-Flächenbedarf für Bioenergie zugunsten der Wind- und vor allem Solarenergie reduziert werden. Somit könnte ein PV-Potenzial in Brandenburg bis zu 310 GW erschlossen werden (siehe Anhang *ii Ausbaupotenziale*) (Gerhards et al., 2021).

Biomasse-Nutzung: Die Probleme werden auch von der Landesregierung erkannt. Insofern ist zu begrüßen, dass keine weitere Steigerung des Energiepflanzenanbaus vorgesehen ist. Verbleibendes Biogas sollte primär für die Abdeckung von Regelleistung zum Einsatz kommen. Bei stromnetzfernen Standorten kann auch nach Aufbereitung direkt ins Gasnetz eingespeist werden.

Dennoch zeigt die bisherige Praxis, dass eine intensive Bewirtschaftung insbesondere für Futtermittel und Biogas fragil ist und in unnötiger Konkurrenz zum Lebensmittelanbau steht. Brandenburgs knappe Wasserressourcen drängen dazu, deutlich konsequenter und umfänglicher die Wasserentnahme und den Düngemiteleininsatz zu reduzieren. Eine Kompensation von Holz aus Kurzumtriebsplantagen zur Energiegewinnung muss kritisch betrachtet werden (siehe Anhang *ii Ausbaupotenziale*). Die Abhängigkeit von Rohstoffimporten, von mineralischem und stickstoffhaltigem Kunstdünger, wird auch im Zusammenhang mit der Ukraine-Krise deutlich sichtbar. Es ist absolut kontraproduktiv, die intensive Landnutzung auszuweiten, wenn der hierfür benötigte Dünger hauptsächlich mit Erdgas in großen Mengen hergestellt und sehr teuer importiert werden muss, obwohl dieser hauptsächlich nur für Energiepflanzen und Futtermittel verwendet werden soll. Auch führt eine intensive Landnutzung durch gestörte und veränderte Bodenfunktionen mittelfristig zu einem noch höheren Einsatz von Düngemitteln, etc. Um die Abhängigkeiten von Erdgas und steigenden Preisen in der Landwirtschaft heute und zukünftig deutlich zu reduzieren, sollte die Produktion von Fleisch und Energiepflanzen schnellstmöglich als eine der stärksten Suffizienzmaßnahmen reduziert werden.

Solarthermie: Die Nutzung von Solarthermie hat im Vergleich zur Windenergie und Photovoltaik abgenommen und spielt im Entwurf der Energiestrategie 2040 nur eine sehr kleine Rolle. Dabei

hat sich im Vergleich zu PVA der Wirkungsgrad vor allem von Vakuum-Kollektoren in den letzten 20 Jahren deutlich gesteigert, bei deutlich reduziertem Rohstoffeinsatz. Die Produktion solarthermischer Systeme in Deutschland verringert die Abhängigkeit von ausländischen Zulieferern. Gerade im Zusammenspiel mit Wärmepumpensystemen besteht großes Potenzial für private Haushalte, Unternehmen und kommunale Gebäude. Die Flächennutzung zwischen Photovoltaik und Solarthermie sollte mit der Größe der thermischen Speicher sinnvoll abgestimmt werden. Die vorrangige Einspeisung in Wärmenetze ist aus unserer Sicht sinnvoll. Hier sind deutlich größere Einspeisemengen denkbar als heute.

Zusammenfassend stellen wir fest, dass Brandenburg ein deutlich höheres Potenzial an Erneuerbaren Energien aus Wind und Sonne für Elektrizität und Wärme hat, als im Entwurf zugrunde gelegt wird. Das gilt insbesondere für den besseren Stand der Technik von PVA und WEA und eine deutlich höhere Flächeneffizienz bei Agri-PV-Systemen im Vergleich zu Energiepflanzen. Diese konkurrierende Flächennutzung wurden in der Energiestrategie 2040 unzureichend betrachtet. Das Land Brandenburg könnte sich selbst, die Stadt Berlin und weitere Gebiete auf Basis erneuerbarer Energien versorgen und gleichzeitig die Abhängigkeit von Erdgas und Erdöl sowie die Emission von THG deutlich schneller senken.

Ziele/Handlungsfelder

Erhöhung der Energieeffizienz

Die Steigerung der Energieeffizienz wird häufig als Schlüssel gesehen, Wirtschaftsleistung vom Primärenergieverbrauch zu entkoppeln. So sinnvoll diese Effizienzsteigerung ist, kann nicht ihr Ziel sein, den Endenergieverbrauch zu steigern. Vielmehr müssen Einsparmöglichkeiten – auch für Endenergie – in allen Sektoren erschlossen und ausgeschöpft werden. Auch gewünschte und erhoffte Gewerbe-/Industrie-Neuansiedlungen dürfen nicht zu einer Erhöhung des Energiebedarfs führen. Vielmehr wird es zukünftig notwendig sein, hier von vornherein so zu planen, dass der Energiebedarf klimaneutral gedeckt werden kann.

Insgesamt sind die Aussagen vor allem zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs nicht konkret genug. Zu begrüßen sind kommunale Sanierungsmaßnahmen und der energetische Quartiersumbau. Hier bestehen leider noch viele Hemmnisse, z. B. im Konflikt zwischen Denkmalschutz und den Anforderungen an die Gebäudesanierung, aber auch hinsichtlich der Integration von erneuerbaren Energien (insbesondere PV und Solarthermie). Ähnliches gilt für die Umsetzung von Wärmenetzen. Diese Konfliktfelder sollten durch gesetzgeberische Maßnahmen aufgelöst und Zuständigkeiten zu Gunsten der Kommunen umstrukturiert werden, z. B. die ordnungsrechtliche Befugnis zur Prüfung und Sanktionierung von Energie- und Baustandards. So sollte die Möglichkeit genutzt werden, Wärmenetze über die bestehende Struktur von Landkreis- und Bundesstraßen zu etablieren. Weiterhin haben wir einen Vorschlag für eine Anpassung des Denkmalschutzgesetzes erarbeitet (siehe Anlage iii *Handlungsfelder*).

Ein erheblicher Anteil des Primärenergieverbrauchs wird durch den Verkehr verursacht. Im Entwurf werden für diesen Bereich vor allem alternative Antriebe (E-Mobilität) genannt. Durch die Ansiedelung des Autobauers Tesla können sich weitere F&E-Potenziale für den MIV ergeben. Darüber hinaus sind Kooperationen in der ressourcenschonenden Batteriefertigung für Nicht-MIV-Anwendungen denkbar. Mittelfristig wäre ein Batterie-Recycling sinnvoll.

Im Flächenland Brandenburg spielt heute der individuelle motorisierte Verkehr noch eine – aus dem Blickwinkel der Klimaproblematik – zu große Rolle. Neben einer zunehmenden Elektrifizierung sollte deshalb auch der Ausbau des öffentlichen Verkehrs einschließlich guter Wechselmöglichkeiten zwischen den Verkehrsmitteln eine zentrale Maßnahme sein. Eine schnelle Reaktivierung von Bahnstrecken über die bisher geplanten Projekte „i2030“ (Siehe Vorschläge im Anhang iv *Konkrete Maßnahmen*) hinaus, zuverlässige Verbindungen mit deutlich höheren Taktungen und längeren Betriebszeiten zu geringeren Preisen fordern auch Verkehrsverbände (VCD, DBV) seit Jahren (Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz, o. Jahr).

Potenzial für den Arbeitsmarkt

Zur Durchführung der notwendigen Maßnahmen für die Gebäudesanierung, aber ebenso für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien, werden viele Fachkräfte benötigt. Der Entwurf nennt hier nur am Rande die Stärkung der Qualifizierungstätigkeit. Die Weiterqualifizierung und Umschulung von Fachkräften sehen wir als ganz wesentliche Voraussetzung an, um die notwendigen Maßnahmen durchzuführen zu können. Andernfalls droht ein massiver Engpass bei der praktischen Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, sodass die Ziele der Wärmewende unerreichbar würden (Clausen et al. 2022).

Wasserstoffwirtschaft

Die im Entwurf dargestellte Entwicklung sowie der stetige Ausbau einer Wasserstoffwirtschaft als eine Möglichkeit, die Volatilität der erneuerbaren Energien Sonne und Wind durch chemische Speicher zu kompensieren, findet unsere grundsätzliche Zustimmung. Diese theoretische Lösungsmöglichkeit sollte jedoch nicht zu einem „Weiter so“ in den Verbrauchssektoren verleiten. Voraussetzung für die Wasserstoffnutzung ist ein Überschuss an erneuerbaren Energien.

Die im Entwurf favorisierte Lösung, grünen Wasserstoff nach einer Methanisierung in das bestehende Erdgasnetz einzuspeisen klingt zunächst vorteilhaft. Das gut ausgebaute Netz, an das viele Endverbraucher angeschlossen sind, könnte nahelegen, die vielen Erdgas-Kessel einfach mit synthetischem Methan weiter zu betreiben. Allerdings ist der Aufwand, die bestehende Infrastruktur zum Wasserstofftransport zu nutzen, zu hoch (Gerhards et al., 2021). Ein großes Problem besteht im sog. Methan-Schlupf, also dem Entweichen von erheblichen Methan-Mengen aus Transport- und Verteilnetz sowie Gasspeichern. Eine aktuelle Studie nennt dafür 5 Mio. t/a CO₂-Äquivalent für Deutschland (Matthes et al., 2020).

Außerdem erscheint es problematisch, dass überhaupt ausreichend „klimaneutrales“ CO₂ für diesen Prozess zur Verfügung steht. In diesem Kontext muss mehr darüber nachgedacht werden, welche Verwendung für synthetisches Methan auch tatsächlich sinnvoll ist.

Genauso absurd ist die Verbrennung des synthetischen Methans, weil es zunächst aus aufwändig gewonnenem CO₂ entsteht. Die Abscheidung von CO₂ aus der Luft ist sehr energieintensiv. Berücksichtigt man die Wirkungsgradkette für Elektrolyse, Methanisierung, Kompression, Verteilung und Wärmeerzeugung in einem Gaskessel, ist die Elektro-Direktheizung und vor allem die dezentrale Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen deutlich effizienter (Katner & Bluhm, 2022). Ein Einsatz von grünem Wasserstoff bzw. daraus erzeugtem Methan für die Wärmeversorgung sollte die Ausnahme bleiben und ist nur mit Wärme-Kraft-Kopplung sinnvoll (Brennstoffzelle, motorische BHKW). Die Verwendung von synthetischem Methan in diesem Bereich ist nicht sinnvoll.

Effiziente, klimaneutrale Strom- und Wärmeerzeugung

Der Entwurf der Energiestrategie sieht noch einen erheblichen Anteil von Gas für die Wärmeversorgung vor. Eine mittelfristige Weiterverwendung von fossilem Erdgas oder synthetischen Brennstoffen in diesem Sektor erscheint uns nicht sinnvoll und widerspricht dem Ziel, eine schnelle THG-Neutralität zu erreichen. Vielmehr sollte das Ziel sein, Erdgas insgesamt mehr und mehr durch erneuerbare Energieträger, Abwärme und Umweltwärme zu ersetzen, etwa durch den Einsatz von Wärmepumpen. Auch die die jüngste Entwicklung auf dem Energiemarkt zeigt die Problematik der großen Abhängigkeit von Erdgas.

Insbesondere Kommunen sollten sich nun mit einer integrierten Wärmeleitplanung und mit Wärmenetzen befassen. Hier stehen viele mögliche Wege zur Transformation bestehender Wärmenetze und Ablösung von Gasnetzen durch Niedertemperatur und Kalt-Wärmenetze zur Verfügung. Diese sollten in Verbindung mit Photovoltaik, gut ausgelegten Speichern und Solarthermie effizient kombiniert werden. Besonders in Gebieten mit hoher Bebauungsdichte oder kleinen Dörfern lohnt der Auf- und Ausbau von Wärmenetzen, hauptsächlich als NT- und Kalt-Wärmenetze.

Kommunale Gebäude, die derzeit noch mit fossilen Brennstoffen beheizt werden, sollten kurzfristig energetisch saniert werden. Dies umfasst sowohl bautechnische Maßnahmen als auch die Umrüstung mit geeigneten Wärmepumpensystemen sowie Photovoltaik und Solarthermie. Öffentliche Liegenschafts-betreiber sollten hier für den privaten Bereich eine Vorbildfunktion einnehmen.

Bei der noch zu erwartenden sehr hohen Nachfrage nach Wärmepumpen ist nicht nur die Ansiedlung von Wärmepumpen-Herstellern, sondern auch deren Forschung und Entwicklung sowie deutliche Verstärkung der planerischen und handwerklichen Kompetenz und Stückzahl von Bedeutung. Wärmepumpen, die Kältemittel mit einem hohem Treibhauspotenzial verwenden sollten nur noch für eine kurze Übergangszeit eingesetzt werden.

Nachhaltiges Bauen und Sanieren

Bezahlbarer Wohnraum ist eine Existenzfrage. Wir sehen die Prämisse skeptisch, dass man die Mieten- bzw. Kostenexplosion in erster Linie durch mehr Wohnungsneubau in den Griff bekommt, und plädieren für Umbau statt Neubau. Soweit ein Neubau unvermeidlich ist, muss ein zukünftiger klimaneutraler Betrieb der Gebäude gewährleistet sein. Energieverbrauch und damit verbundene THG-Emissionen sowie weitere ökologische Auswirkungen müssen jedoch im gesamten Lebenszyklus der Gebäude betrachtet werden. Die Herstellung konventioneller Baustoffe (Zement, Ziegel, Kalksandstein, mineralische Dämmstoffe) ist mit einem hohen Energieaufwand verbunden. Dieser Sektor ist eines der größten THG-Emittenten. Für das Ziel einer Treibhausgasneutralität muss eine drastische Reduktion erreicht werden.

Für Neubauten muss sowohl eine Minimierung der erheblichen grauen Energie als auch geringe ökologische Auswirkungen bei einem evtl. Rückbau selbstverständlich sein. Gegenüber dem Neubau sollte jedoch die energetische Sanierung von Gebäuden Vorrang haben, da so der Ressourcenaufwand und die Ressourcenabhängigkeit erheblich reduziert werden kann (Ganswind et al., 2021). Aber auch bei der Sanierung sind die Auswirkungen durch die eingesetzten Materialien, insbesondere Wärmedämmstoffe zu beachten. Die Verwendung von ökologischen Dämmstoffen z.B. auf der Basis von Holzfaserresten, Recycling-Zellulose oder Hanf und Stroh bedeuten nicht nur einen deutlich geringeren Energieaufwand gegenüber konventionellen Materialien bei der Herstellung, sondern stellen auch eine Kohlenstoffsenke dar. Mineralische und chemisch-synthetische Dämmstoffe benötigen demgegenüber einen erheblich höheren Aufwand bei der Herstellung, verursachen eher Baumängel aufgrund bauphysikalischer Eigenschaften und verursachen große Probleme bei der Entsorgung. Diese Aspekte müssen in zukünftigen Vorgaben berücksichtigt werden. Hierzu kann das Land Brandenburg die Initiative zur Verschärfung des Gebäudeenergiegesetzes ergreifen oder weitergehende Regelungen in der Landesbauordnung erlassen.

Suffizienz

Im Entwurf des Ministeriums vermissen wir einen Hinweis auf die Suffizienz als einen wesentlichen Beitrag für die Transformation der Wirtschaft hin zur Klimaneutralität. Suffizienzstrategien sorgen dafür, dass überflüssige und ineffiziente Prozesse frühzeitig beendet werden, um anderen, effizienteren Handlungsoptionen Platz zu machen. Dabei sollte in der gesellschaftlichen Gesamtheit eine Energie- und Ressourceneinsparung das Ziel sein. Suffizienz ist das Ergebnis einer klugen Erkenntnis, verbunden mit einer Verhaltensänderung und Zufriedenheit mit dem, was man tatsächlich benötigt. Die bisherigen Reduktionsziele für den Energieverbrauch und die THG-Emissionen in Deutschland und Brandenburg wurde verfehlt (Stagnation). Weltweit ist sogar noch eine weitere Steigerung der Emissionen zu verzeichnen. Eine Ursache für dieses Phänomen könnte der fehlende Diskurs um Suffizienz sein, der die ineffizienten Prozesse beenden würde. Gerade die aktuellen Ereignisse führen uns die Folgen der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern schmerzhaft vor Augen. Gleichzeitig wird deutlich, in welchem Ausmaß die Kosten steigen, wenn die – sowohl ethisch als auch unter Klimagesichtspunkten zwingenden – Konsequenzen zu spät gezogen werden.

Suffizienzmaßnahmen zu treffen bedeutet dabei, einen Paradigmenwechsel von Wachstum zu Entwicklung zu vollziehen (siehe bspw. Bildungsangebote bei: endlich-wachstum.de), der in den Auswirkungen lange untersucht und bekannt ist, wie Mehrwegsysteme, ökologische Landwirtschaft, nachhaltiges Bauen, Nutzung von Umwelt- und Abwärme sowie Recycling (Best et al. 2022). Maßnahmen in diesen Bereichen würden trotz hoher Wirksamkeit keine Einbußen im Hinblick auf den Lebensstandard mit sich bringen, sondern diesen erhöhen.

Daher empfehlen wir, mit einem Expertenrat Suffizienzpotenziale zu identifizieren und diese umzusetzen. Gesellschaftlicher Fortschritt sollte ausschließlich unter Einbeziehung von sozialen Indikatoren sowie Nachhaltigkeitsgesichtspunkten gemessen werden, wie dies bspw. auf Ebene der EU mit der „Beyond GDP“-Initiative im Grundsatz längst anerkannt ist (Terzi, 2021). Wachstum sollte durch Zeitwohlstand, Kostenersparnis, saubere Umwelt und Glück gemessen werden.

Diese Ansätze sollten sich im Sinne einer ökologischen, sozio-technischen Transformation zur Klimaneutralität in der Energiestrategie des Landes Brandenburg grundlegend wiederfinden.

Zusammenfassung

Für konkrete regulatorische Maßnahmen schlagen wir folgende Kern-Maßnahmen nach ihrer Relevanz vor. Unsere Vorschläge beziehen sich auf Maßnahmen, deren Umsetzung direkt in die Kompetenz des Landes Brandenburg fallen.

1. Vorrangig ist ein Paris-konformes THG-Budget mit einem plausiblen Maßnahmenkatalog für Brandenburg erforderlich und sollte durch gesetzlich festzuschrieben werden.

2. Eine Suffizienz- und Rohstoffrecyclingstrategie für nachhaltige Produkte, Verfahren und kreislauf-orientierten Konsum und deren Förderung sollte kurzfristig erstellt werden. Besonders klimaschädliche Bereiche wie die Fleischproduktion, der Einsatz synthetischer Düngemittel und die Herstellung von Baustoffen müssten zurückgefahren werden.

Eine – für sich genommen wünschenswerte – Erhöhung der Energieeffizienz darf keine Rechtfertigung für eine Erhöhung des Endenergieverbrauchs sein. Auch wenn die zukünftige Energieversorgung vollständig aus Erneuerbaren gedeckt wird, so wird heute bereits die Grenze nachhaltigen Wirtschaftens für alle überschritten. Aus dieser Logik wäre das Gebot, unseren Energiebedarf drastisch einzugrenzen, für die Entwicklung des Landes Brandenburg miteinzubeziehen.

3. Eine Aus- und Fortbildungsoffensive für das Handwerk mit qualifizierten Umschulungsangeboten deutlich besserer Qualität ist dringend erforderlich. Praxisorientierte, berufsvorbereitenden Maßnahmen mit Fokus auf handwerkliche, soziale und ökologische Kenntnisse und Fähigkeiten (Schulgärten, Werkunterricht, Praktika) sollten umgehend nachgeholt und in ihrem Zugang verbessert werden. Soweit hier keine Landeskompetenz besteht, sollte sich Brandenburg für entsprechende bundesrechtliche Regelungen einsetzen.

4. Regulatorische Hemmnisse müssen rasch abgebaut werden, um schnell die Nutzung erneuerbarer Energien voranzutreiben. Bürgerprojekte sowie ökologisches Sanieren sollten stärker gefördert werden. Die Umsetzungskompetenzen und Pflichten sollten für die Bereiche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung sowie Bauen deutlich stärker auf die kommunale Ebene verlagert werden. Die Wärmeversorgung sollte möglichst lokal im Verbund auf Ab- und Umweltwärme sowie unter Nutzung solarer Strahlungsenergie sichergestellt werden. Die Mobilitätswende erfordert ein deutlich verbessertes Zusammenspiel der E-Mobilität mit dem Fuß- und Radverkehr und deren Verzahnung in den ÖPNV. Letzteres sollte deutlich spürbar vorangetrieben werden. Das aktuelle 9-Euro-Ticket zeigt den Wunsch in der Gesellschaft und die fehlende Bedarfsdeckung deutlich auf. Konkret für den öffentlichen Nah- und Regionalverkehr muss die Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit bei angemessenen Ticketpreisen endlich dauerhaft erreicht werden.

5. Die stoffliche Nutzung von land- und forstwirtschaftlichen Produkten für Baustoffe und Vorprodukte sollte umgehend und umfänglich in eine Kreislaufwirtschaft eingebettet werden. Die

energetische Nutzung von Biomasse und der Anbau von Energiepflanzen sollte zurückgefahren werden, denn auf freiwerdenden Flächen ehemaliger Energiepflanzen kann durch den Einsatz von Agri-PV-Systemen mit Doppelnutzungs-Strategie ein Vielfaches an Energie erzeugt werden. Agri-PV als Biodiversitäts-PV kann dabei als CO₂-Senke wirken.

6. Wasserstoff sollte ausschließlich „grün“ hergestellt werden, sein Einsatz kann strikt auf Bereiche beschränkt werden, wo andere Technologien nicht geeignet sind: chemische Grundstoffe, Schiffverkehr, Flugverkehr und zur Netzabsicherung.

7. Das Ausbauen bzw. Wiederhochfahren der Kompetenzen auf den Gebieten Photovoltaik, Solarthermie und Windenergieanlagen und damit betriebene Systeme wird die Energiewende in Brandenburg langfristig auf gesunde Beine stellen und darüber hinaus eine erhebliche Wertschöpfung bewirken.

Literatur

- BBSR. (2019). *Graue Energie von Gebäuden im Ordnungsrecht*. Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2017/graue-energie/Endbericht.html?__blob=publicationFile&v=3
- Best, B., Bierwirth, A., Bonhage, A., Bradke, H., Breil, K., Brischke, L.-A., Deffner, J., Dütschke, E., Ehmler, H., Eichhammer, W., Fishedick, M., Fischer, C., Fuchs, D., Gensch, C.-O., Götz, K., Gran, C., Grießhammer, R., Heiland, S., Hennicke, P., Jänicke, M., ... Zschiesche, M. 2022. *Energiesparen als Schlüssel zur Energiesicherheit - Suffizienz als Strategie*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6419202>
- BVerfG (2021). *Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021 - 1 BvR 2656/18 -*, Rn. 1-270. Zugriff am 11.04.2022 http://www.bverfg.de/e/rs20210324_1bvr265618.html
- Clausen, J., Brendel, H., Breyer, C., Gerhards, C., Jordan, U., Weber, U., Ehmler, H., Golla, S., Hentschel, K.-M., Hoffmann, R., Hagedorn, G., Kemfert, C., Linow, S., Oei, P.-Y., Stöhr, M. & Valdivia, L. (2022). Wärmewende beschleunigen, Gasverbrauch reduzieren. Ein Kurzpuls. *Diskussionsbeiträge der Scientists for Future*, 10, 17 Seiten. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6363715>
- Deutsche Windguard (2020). *Volllaststunden von Windenergieanlagen an Land - Entwicklung, Einflüsse, Auswirkungen*. Deutsche WindGuard GmbH, Varel. (Zugriff am 16.04.2022) https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2020/Volllaststunden%20von%20Windenergieanlagen%20an%20Land%202020.pdf
- Diekmann, J. & Gruber, F. (2012). Erneuerbare Energien. Brandenburg und Bayern führen im Ländervergleich. *DIW Wochenbericht Nr. 50/2012* vom 13. Dezember 2012.
- DIN V 18599-1 2018-9. *Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger*. Beuth-Verlag, Berlin.
- EPA (2021). *Global THG emissions data 2021*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>
- Feldmann, D. R., Collins, W. D., Gero, P. J., Torn, M. S., Mlawer & E. J., Shippert, T. R. (2015). Observational determination of surface radiative forcing by CO₂ from 2000 to 2010. *Nature*, 519, 339–343. <https://doi.org/10.1038/nature14240>
- Ganswind, F., Neumann, M., Diedel, R., Engelbrecht, H., Junge, M., Masurenko, C. (2021). *Positionen zu einer nachhaltigen Rohstoffstrategie Deutschlands. Diskussionspapier der Fachgruppe Rohstoffe von Scientists for Future (S4F)*. 4 S., <https://doi.org/10.5281/zenodo.5768187>
- Gerhards, C., Weber, U., Klafka, P., Golla, S., Hagedorn, G., Baumann, F., Brendel, H., Breyer, C., Clausen, J., Creutzig, F., Daub, C.-H., Helgenberger, S., Hentschel, K.-M., Hirschhausen, C. von, Jordan, U., Kemfert, C., Krause, H., Linow, S., Oei, P.-Y., Pehnt, M., ... Weinsziehr, T. (2021). Klimaverträgliche Energieversorgung für Deutschland. 16 Orientierungspunkte (Version 1.0, Deutsch). *Diskussionsbeiträge der Scientists for Future*, 7, 55 Seiten. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4409334>
- Harries, J. E., Brindley, H. E., Sagoo, P. J. & Bantges, R. J. (2001). Increases in greenhouse forcing inferred from the outgoing longwave radiation spectra of the Earth in 1970 and 1997. *Nature*, 410, 355–357. <https://doi.org/10.1038/35066553>
- Hirschl, B., Torliene, L., Schwarz, U., Dunkelberg, E., Weiß, J., Lenk, C., Hirschberg, R., Schalling, A., Weyer, G., Wagner, K., Steffenhagen, P. & Kenneweg, H. (2021). *Gutachten zum Klimaplan Brandenburg - Zwischenbericht*. Im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg; Berlin, Potsdam, Senftenberg. https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/Zwischenbericht-Gutachten-KlimaplanBB.pdf
- IPCC (2018). *1,5 °C globale Erwärmung. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger*. In: 1,5 °C globale Erwärmung. Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber

- vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut. Deutsche Übersetzung auf Basis der Version vom 8.10.2018 und unter Berücksichtigung von Korrekturmeldungen des IPCC bis zum 14.11.2018. Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, ProClim, Österreichisches Umweltbundesamt, Bonn/Bern/Wien, November 2018, https://www.de-ipcc.de/media/content/SR1.5-SPM_de_181130.pdf
- IPCC (2021). *Summary for Policymakers*. In: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. & Zhou, B. (eds.) *Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
- Jacobs, A., Flessa, H., Don, A., Heidkamp, A., Prietz, R., Dechow, R., Gensior, A., Poeplau, C., Riggers, C., Schneider, F., Tiemeyer, B., Vos, C., Wittnebel, M., Müller, T., Säurich, A., Fahrion-Nitschke, A., Gebbert, S., Jaconi, A., Kolata, H., Laggner, A., ..., Freibauer, A. (2018). *Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung*. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 316 Seiten, Thünen Report 64. <https://doi.org/10.3220/REP1542818391000>
- Katner, J. & Bluhm, H. (2022). *Umweltauswirkungen von Power-to-Gas- und Power-to-Liquid-Technologien. Lebenszyklusanalyse ausgewählter Prozesse für eine Produktion in Deutschland und Nordafrika*. Diskussionspapier des IÖW 74/22. Kurzfassung: https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/Schriftenreihen/IOEW_DP_74_Umweltauswirkungen_von_PtG_und_PtL-Technologien_-_Kurzfassung.pdf
- Land Brandenburg, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie. 2022. *Energiestrategie 2040 des Landes Brandenburg (Entwurf)*. Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten. Potsdam 2021. Zugriff am 11.04.2022 https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/En_Onlinekonsultation_Entwurf_Energiestrategie-2040_2021-12-21.pdf
- LfU (Landesamt für Umwelt) (2021). *Abschätzung der Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg in 2020*. Potsdam. <https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Klimagase-Corona2020.pdf>
- Matthes, F. C., Heinemann, C., Hesse, T., Kasten, P., Mendelevitch, R., Seebach, D., Timpe, C. & Cook, V. (2020). *Wasserstoff sowie wasserstoffbasierte Energieträger und Rohstoffe. Eine Überblicksuntersuchung*. Öko-Institut e. V., Berlin.
- Martin, J. & Krautzberger, M. (2017). *Denkmalschutz und Denkmalpflege*, 4. Auflage, Rn. 5.
- Meadows, D. (1972). *Grenzen des Wachstums*. MIT & Club of Rome.
- Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg, MWAE, Referat Energiepolitik und -wirtschaft. 2012. *Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg*. Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten, Potsdam. https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Energiestrategie2030_2012.pdf
- Nationaler Wasserstoffrat (Hrsg.) (2021). *Wasserstoff Aktionsplan Deutschland 2021–2025*. https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2021-07-02_NWR-Wasserstoff-Aktionsplan.pdf
- Schill, W.-P., Diekmann, J. & Püttner, A. (2019). Sechster Bundesländervergleich erneuerbare Energien: Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg an der Spitze. *DIW Wochenbericht*, 48, 881ff.
- Schwitzke, S., Sherwood, O. A., Bruhwiler L. M. P., Miller, J. B., Etiopie, G., Dlugokencky, E. J., Michel, S. E., Arling, V. A., Vaughn, B. H., White, J. W. C., Tans, P. P. (2016). Upward revision of global fossil fuel methane emissions based on isotope database. *Nature*, 538, 88–91. <https://www.nature.com/articles/nature19797>
- Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (o. Jahr). *Projekt i2030 – Mehr Schiene für Berlin und Brandenburg*. <https://www.berlin.de/sen/uvk/verkehr/verkehrsplanung/eisenbahnverkehr/projekt-i2030/>
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder. *Wohngebäude nach Baujahr, Ergebnisse der Gebäude und Wohnzählungen 2011*. <https://www.statistikportal.de/de/wohngebaeude-nach-baujahr>
- Terzi, A. (2021). *Economic Policy-Making Beyond GDP: An Introduction*. European Commission Directorate-General for Economic and Financial Affairs. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/economy-finance/dp142_en.pdf
- Traber T. & Fell H.-J. (2021). *Das Energiesystem der Zukunft. 100 % Erneuerbare Energien für Berlin-Brandenburg bis 2030. Bedarfsgerechte Vollversorgung aller Energiesektoren*. <https://www.energywatchgroup.org/100-erneuerbare-energien-fur-berlin-brandenburg/>
- Umweltbundesamt. (2020). *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2018*. Climate Change 22/2020. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berichterstattung-unter-der-klimarahmenkonvention-5>
- Umweltbundesamt. (2021). *Daten und Fakten zu Braun- und Steinkohlen. Stand und Perspektiven 2021*. TEXTE 28/2021. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/daten-fakten-zu-braun-steinkohlen-2021>
- UNEP (United Nations Environment Programme). (2020). *Emissions gap report 2020*. Nairobi. ISBN: 978-92-807-3812-4. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>
- Wirtschaftsförderung Land Brandenburg (Herausgeber) (2022). *Ergebnisse der Potenzialanalyse über nutzbare Flächen für solartechnische Anlagen im Land Brandenburg. Abschlussbericht*. Potsdam 2022. Zugriff am 11.04.2022 <https://energieagentur.wfbb.de/de/download/file/fid/15985>

Anhang

Im Folgenden möchten wir die Aussagen der Stellungnahme mit detaillierten Überlegungen ergänzen.

i. Ganzheitliche Systemtransformation

Restbudget für das Land Brandenburg

Wie viel Zeit bleibt Brandenburg noch, um Maßnahmen umzusetzen, die es ermöglichen, die THG-Emissionen in Einklang mit den verbindlichen Vorgaben aus dem Übereinkommen von Paris (ÜvP^[1]) auf null zu reduzieren?

Im Hinblick auf die folgenden Überlegungen ist zunächst anzumerken, dass sich diese auf den Ausstoß von CO₂ als wichtigstem Faktor für die Klimaerwärmung beschränken müssen. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass für die Emissionen aus dem Bereich „Land Use, Land-Use Change and Forestry“ (LULUCF) für Brandenburg kaum belastbare Angaben vorliegen. Dieses gilt ebenso für den Ausstoß von fluoridierten Treibhausgasen (F-Gasen) aus der Industrie, Kältemittel von Wärmepumpen sowie für indirekte Methanemissionen, wie sie insbesondere im Braunkohletagebau entstehen, zusätzlich zu den CO₂-Emissionen (Schwitzke et al., 2016). Die daraus resultierenden THG-Emissionen wurden daher für die folgende Erörterung ausgeklammert. Auch ist zu berücksichtigen, dass der Siedlungsdruck auf das Umland von Berlin in den kommenden Jahren zu weiteren, wenn auch zahlenmäßig nur schwer einschätzbaren Belastungen für Brandenburg führen wird. Insoweit stehen die nachfolgenden Berechnungen unter dem Vorbehalt, dass die tatsächliche Situation noch um einen schwer zu bezifferbaren, aber keineswegs geringen Faktor an mehr THG-Emissionen ungünstiger ausfällt.

Dies vorausgeschickt, legt bekanntlich das ÜvP ein Klimaziel einer Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur um nicht mehr als +1,5 °C verbindlich fest. Referenzzeitpunkt ist dabei das Jahr 1850, für das von einem CO₂-Gehalt in Höhe von 280 ppm CO₂ Atmosphärisch ausgegangen wird (Harries et al., 2001).

Nur wenn es gelingt, dieses Klimaziel zu erreichen, kann mit hinreichender Sicherheit^[2] davon ausgegangen werden, dass einige unumkehrbare Kipp-Punkte vermieden werden können. Andernfalls wird mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die Klimaerwärmung in einen irreversiblen Zustand der sich zunehmend selbst verstärkenden Erwärmung geraten. Bereits bei einer Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur um +1,75 °C, erst recht bei einer Erhöhung um +2,0 °C dürfte diese Entwicklung nicht mehr aufzuhalten sein. Dies würde mit katastrophalen Auswirkungen auf das Ökosystem und insbesondere die menschliche Zivilisation einhergehen (Meadows, 1972).

Da der unmittelbare Zusammenhang zwischen der THG-Konzentration in der Atmosphäre und der Klimaerwärmung bereits seit Längerem wissenschaftlich als gesichert anzusehen ist^[3], kann ein globales CO₂-Restbudget errechnet werden, das nicht überschritten werden darf. Daraus lässt sich folgern, ob die Summe der Einzelmaßnahmen die Zielerreichung gewährleisten kann.

Im Einzelnen können aus den Schätzungen des IPCC nationale CO₂-Restbudgets abgeleitet werden. Grundlage bildet hier jeweils eine Aufteilung des globalen Budgets auf die einzelnen Länder nach weltweit gleichen Pro-Kopf-Emissionsrechten. Auch das Bundesverfassungsgericht geht in seiner Entscheidung vom 24. März 2021 (1 BvR 2656/18 und weitere, Rn. 225ff.) von der Geeignetheit dieses Ansatzes aus.

Geht man von 2016 als Bezugsjahr und – als wenig ambitioniertem Ziel – von einer Erwärmung um +1,75 °C bei einer Vermeidungswahrscheinlichkeit von lediglich 50 % aus, so ergibt sich folgende Rechnung: Für das Jahr 2018 geht der IPCC von einem globalen CO₂-Restbudget von 1 040 Gt aus (EPA (2021), nach IPCC 2021 III AR6: +1,7° 50%: 850 Gt CO₂; 83%: 550 Gt CO₂). Für die Rückrechnung auf das Jahr 2016 wird nach ICOS-CP.eu ein CO₂-Ausstoß in 2017 von 41,158 Gt und in 2018 von 41,886 Gt zugrunde gelegt, woraus sich ein globales CO₂-Budget von 1 123,044 Gt für 2016 ergibt. Mit einem Anteil an der Weltbevölkerung von 1,07 % kann ermittelt werden, dass ein CO₂-Restbudget für die Bundesrepublik von 12,017 Gt CO₂ ab 2016 verbleibt. Umgelegt auf Brandenburg ergibt sich bei einem Anteil an der bundesdeutschen Bevölkerung von 3,04 % ein Restbudget von 365,30 Mt CO₂ ab 2016 (IPCC, 2018).

Geht man nach den Zahlen des Landesamtes für Umwelt Brandenburg (LfU2021) von CO₂-Emissionen für die Jahre 2016–2020 in Höhe von 63,971, 63,12, 63,17, 56,54 und 51,17 Mt aus, so ergeben sich für diesen Zeitraum Gesamtemissionen in Höhe von 297,97 Mt CO₂. Für das Jahr 2021 wird im Hinblick auf energiebedingte Emissionen von einer Steigerung gegenüber dem Vorjahr von 12 % aus den Volla-Stunden der

Kraftwerke Jänschwalde und Schwarze Pumpe (Quelle Energiecharts.de / Fraunhofer ISE 2022) bei ansonsten gleichbleibenden Werten, mithin einem Gesamtausstoß von 53,91 MT ausgegangen. Damit verbleiben für 2022 vom Restbudget noch 13,42 Mt, die zu einem Zeitpunkt etwa im **April 2022 aufgebraucht** sein werden.

Zwar muss bei dieser Berechnung berücksichtigt werden, dass Brandenburg in erheblichem Maße Strom exportiert (2018 wurden allein aus der Braunkohleverstromung 33 TWh erzeugt, gegenüber einem Bruttostromverbrauch im Bundesland von lediglich 16 TWh). Auch dieser Umstand kann nicht darüber hinwegtäuschen, dass angesichts der soeben dargelegten Zahlen das Land nur durch eine sofortige und massive Reduzierung des CO₂-Ausstoßes seiner politisch beschlossenen Selbstverpflichtung zum Klimaschutz im Hinblick auf das nach dem ÜvP verbleibende Restbudget noch gerecht werden kann. Daher erscheint auch ein – gegenüber der bisherigen Planung – längeres Festhalten an der Braunkohle-Verstromung als Widerspruch zu den selbst gesetzten Zielen. Vielmehr muss der Ausstieg zu einem deutlich früheren Zeitpunkt erfolgen als bisher geplant. Dies gilt ungeachtet des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine: Denn dadurch wird der Ausstieg aus den fossilen Energieträgern nicht weniger dringlich. Vielmehr wird, wie im Haupttext dargelegt, schon allein aus Kostengründen der möglichst umfassende Einsatz der günstigen erneuerbaren Energien noch dringlicher. Die Braunkohleverstromung kann dagegen nur noch für eine kurze Übergangszeit zum Einsatz kommen.

Abschließend weisen wir auf dringenden Handlungsbedarf gerade auch betreffend die Nicht-CO₂-Treibhausgase sowie auf die drohende Vererdung von Moorböden hin: So fällt zwar die Methanproblematik beim Braunkohletagebau erheblich weniger ins Gewicht als beim Steinkohlebergbau. Dennoch ist von etwa 1,8 kt jährlich allein für diesen Bereich auszugehen (Werte für 2018 aus Umweltbundesamt (2020), Tabelle 104, S. 256). In Zusammenhang mit dem – dringend erforderlichen – Ausstieg aus dem Braunkohletagebau ergibt sich zudem absehbar eine weitere THG-Problematik, die bereits zum jetzigen Zeitpunkt dringend der Beachtung bedarf (etwa im Zusammenhang mit Industrieansiedlungen): Wie das Umweltbundesamt bereits 2020 ausgeführt hat, wird sich mit dem Ende der Braunkohleförderung der Durchfluss der Spree verringern. Dies wird die inzwischen adaptierten Bedingungen im Spreewald nachhaltig verändern. Feuchtgebiete sind in Gefahr, trocken zu fallen. Zudem drohen die Moorböden des Spreewalds, die vor allem aus Torf bestehen, zu „vererden“ und der in diesen Böden gespeicherte Kohlenstoff als CO₂ in die Atmosphäre zu entweichen (Umweltbundesamt 2021, S. 77).

Auch wenn die Emissionen im Bereich des Ausstoßes von CO₂ (derzeit noch) deutlich höher sind, müssen auch die zuletzt genannten Problemkomplexe dringend bereits jetzt in den Blick genommen werden: Im Zuge der unvermeidlichen Reduzierung in diesem Bereich werden die Nicht-CO₂-THG eine zunehmend bedeutsamere Rolle spielen. Auf dem Weg zur unvermeidlichen Reduzierung der THG-Emissionen auf null sind sie bei nüchterner Betrachtung ein sehr ernsthaftes Problem, das zudem langfristige politische Weichenstellungen erfordert.

ii. Ausbaupotenziale

Im Hinblick auf das Potenzial erneuerbarer Energien in Brandenburg möchten wir die Ausführungen im Haupttext wie folgt ergänzen:

Der Ausbau der erneuerbaren Energien hat sich in den letzten Jahren in Brandenburg deutlich verlangsamt. Im Vergleich der Bundesländer lag Brandenburg noch im Jahr 2012 (wie zuvor bereits 2008 und 2010) an der Spitze. Dem Land wurden „besonders große Anstrengungen“ beim technologischen und wirtschaftlichen Wandel bescheinigt, und darüber hinaus nahm es bei der Technologieförderung die Spitzenreiterposition ein. Auch im Hinblick auf seine Erfolge bei der Nutzung erneuerbarer Technologien lag es in der Führungsgruppe. Seine „Energiestrategie 2030“ aus dem Jahr 2012 (MWAE, 2012), die für den Zeitraum von 2010–2030 die Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch vorsah, wurde als „anspruchsvoller Pfad zur Nutzung erneuerbarer Energien“ gewertet (Diekmann & Gruber 2012).

Mittlerweile ist das Land auf Platz 6 abgerutscht und muss sich einen „bereits länger währenden Abwärtstrend“ bescheinigen lassen. Bei den „Anstrengungen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ liegt es sogar nur noch auf Platz 9 (Schill et al. 2019).

Diese unerfreuliche Entwicklung droht sich nun auch mit der „Energiestrategie 2040“ fortzusetzen bzw. sogar zu verschlimmern. Als zentrale Problempunkte kann man identifizieren, dass zum einen die einzelnen Bereiche der Energiestrategie nicht im Sinne eines ganzheitlichen Konzepts ineinandergreifen und zum anderen die Ziele in den einzelnen Teilstrategien insgesamt deutlich zu wenig ambitioniert sind.

Besonders gut erkennbar ist dies beim Thema **Solarenergie**. Die „Energiestrategie 2040“ weist aus, dass sich die Leistung im Segment Photovoltaik für das Jahr 2040 auf 10,3 GW installierter Leistung (ca. 7,2 GW PV-Freifläche und 3,1 GW PV-Dachanlagenleistung) erhöhen könnte (S. 42). Für das Jahr 2030 wird für die Photovoltaik ein Zwischenziel als „Mindestziel“ von 6% Anteil an der Primärenergieerzeugung entsprechend 29 PJ und 8,0 TWh^M vorgegeben (S. 45). Im Bereich Solarthermie wird für 2040 ein Ausbauzustand von 278 GWh erwartet (S. 44), was einem Zwischenziel von < 1% Anteil an der Primärenergieerzeugung entsprechend 1 PJ und 0,2 TWh^M gleichkommt (S. 45).

Diese Ausbauziele sind für sich genommen plausibel. Sie dürfen aber nicht isoliert von der Strategie im Bereich der Bioenergie betrachtet werden. Denn diese sollte, wie im Hauptteil ausgeführt, auf den Einsatz zur Abdeckung von Spitzenlasten sowie in Dunkelflauten reduziert werden, wo sie ihre Stärken als flexible Energieform ausspielen kann. Dagegen sollte der Gesamt-Flächenbedarf für Bioenergie zugunsten der Wind- und vor allem Solarenergie zurückgedrängt werden: Die Energieausbeute ist hier, auf die Fläche bezogen, um das 20- bis 50-fache höher. So würde durch die Umnutzung heutiger Anbauflächen für Energiepflanzen auf 2 830 km² Fläche ein Potential zur Erzeugung von Solarstrom von etwa 280 TWh_{el} (ca. 280 GW) bei hohen ökologischen Standards entstehen (Statistische Ämter, 2011). Dabei stünden die Flächen nicht nur für die Energieerzeugung, sondern auch für eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung, z.B. Schafbeweidung, zur Verfügung. Demgegenüber werden nach der „Energiestrategie 2040“ für ganz Brandenburg der Anteil an Bioenergie am Primärenergieverbrauch auf 22 TWh sowie am Endenergieverbrauch im Jahr 2040 nur noch 11 TWh angestrebt. Kritisch gesehen werden demgegenüber Kurzumtriebsplantagen, in denen schnell wachsende Baumarten zur Energieholzproduktion eingesetzt werden. Auch wenn forstlich erzeugte nachwachsende Rohstoffe (Holzbiomasse) auf Kurzumtriebsflächen eine deutlich bessere Energieumwandlungsrate aufwiesen als einjährige, landwirtschaftlich erzeugte nachwachsende Rohstoffe wie Mais, Getreide oder Raps, so gelten doch im Grundsatz die eben genannten Kritikpunkte auch hier. Die Energieausbeute ist beim Einsatz von Photovoltaik im Verhältnis zur Fläche um ein Vielfaches höher. Zudem weisen Kurzumtriebsplantagen einen hohen Wasser- und Düngemittelbedarf auf.

Noch auf einem weiteren Weg würde sich die Umnutzung der bisher als Ackerland für den Anbau von Energiepflanzen genutzten Flächen klimafreundlich auswirken. Denn Böden sind weltweit der größte terrestrische Speicher für organischen Kohlenstoff C_{org}. Sie bevorraten rund viermal so viel Kohlenstoff (C) wie die oberirdische Vegetation und mehr als doppelt so viel wie die Atmosphäre. Bereits geringe Veränderungen des C_{org}-Vorrates im Boden, sei es durch Klimaänderungen, Landnutzungsänderungen oder Bewirtschaftungsmaßnahmen, können die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre daher erheblich verändern (Jacobs et al., 2018, S. 1).

Konkret reichert sich in Böden, die bisher als Ackerfläche für die Anpflanzung von Energiepflanzen zur Bioenergieerzeugung genutzt werden, nach der Umnutzung zu Dauergrünland, wie sie etwa auf den Flächen für Agri-PV-Anlagen zu finden ist, in erheblichem Ausmaß organischer Kohlenstoff an. Diese Funktion als CO₂-Senke wird in der Regel durch die höhere unterirdische Nettoprimärproduktion und den somit höheren wurzelbürtigen Eintrag von organischem Kohlenstoff in den Boden erklärt (Jacobs et al. 2018, S. 191). Insofern kann von ca. 2,0 t organischem Kohlenstoff pro Hektar und Jahr ausgegangen werden.

Ausgehend von einem Vorrat an organischem Kohlenstoff von 30–70 t/ha unter Ackerland (Brandenburg) in einer Tiefe von 0–100 cm (vgl. die Karte 3.3 auf S. 105), steigert sich dieser nach der Nutzungsänderung zu Dauergrünland um 40–60 t C_{org}/ha im Oberboden (bis ca. 30 cm; vgl. Abb. 3-35 auf S. 155). Dies macht etwa 63% des organischen Kohlenstoffs aus, der insgesamt – bis zu einer Tiefe von 100 cm – bei Dauergrünlandnutzung eingelagert wird (119 von 189,6 t C_{org}/ha, siehe Tabelle 3-9 auf S. 153), demnach etwa 1,25 t C_{org}/(ha·a). Für eine Tiefe von bis zu 100 cm kann damit von einer Einlagerung von organischem Kohlenstoff von etwa 2,0 t C_{org}/(ha·a) ausgegangen werden. Dies entspricht 7,3 t CO₂/(ha·a) (bei einem aus der spezifischen Masse pro Stoffmenge ermittelten Umrechnungsfaktor von 44/12 entsprechend 3,66).

Geht man von einer Umnutzung auf insgesamt 2 830 km² aus, die bisher für Energiepflanzen genutzt werden, so ergibt sich eine Speicherung von CO₂ im Boden während der üblichen Nutzungsdauer für PV-Anlagen von mittlerweile 40 Jahren in Höhe von insgesamt ca. 82,6 Megatonnen CO₂.

Im Hinblick auf den Ausbau von **Windenergie** ist ebenfalls anzumerken, dass die Ziele der „Energiestrategie 2040“ deutlich zu kurz greifen. Wir haben bereits oben (im Hauptteil des Papiers) darauf hingewiesen, dass das Repowering bestehender Anlagen ein erheblich größeres Potential bietet als in der Energiestrategie ausgewiesen. Dementsprechend sollte auch die Zielvorgabe hier wesentlich ambitionierter ausfallen.

Keine Aussagen trifft der Entwurf zu Potenzialen und Ausbauzielen von **Kleinwindanlagen**. Auch wenn hier keine hohen Potenziale zu erwarten sind, kann durch diesen Anlagentyp ein Beitrag zur dezentralen Energieversorgung für Wohngebäude im ländlichen Raum ermöglicht werden.

Die notwendige rasche Verbreitung von **Wärmenetzen** kann nur dann gelingen, wenn auch das Instrument eines **Anschluss- und Benutzungszwangs** offensiv eingesetzt wird. Im Land Brandenburg liegen dafür die rechtlichen Voraussetzungen bereits vor: in § 12 Abs. 2 der Kommunalverfassung des Landes Brandenburg ist der Anschluss an Wärmenetze bereits ausdrücklich vorgesehen; im Übrigen kann insoweit auch auf § 109 des Gebäudeenergiegesetzes hingewiesen werden. Wir verweisen hier beispielhaft auf die Praxis der Stadt Hannover.

iii. Handlungsfelder

In rechtlicher Hinsicht hat die notwendige Gewichtung des Klimaschutzes bisher keinen Eingang in die entsprechenden Vorschriften, etwa in das Brandenburgische **Denkmalschutzgesetz**, gefunden. Hier besteht dringender Handlungsbedarf, denn nicht nur der Klimaschutz genießt über § 20a des Grundgesetzes Verfassungsrang, sondern auch dem Denkmalschutz wird dieser beigemessen (Martin & Krautzberger, 2017), wonach der Denkmalschutz „einen festen Bestandteil des Aufgabenspektrums eines Kulturstaats“ bildet). Die Rechtsprechung räumt daher den Belangen des Klimaschutzes in der Abwägung regelmäßig einen zu geringen Stellenwert ein. Durch eine Ergänzung im Brandenburgischen Denkmalschutzgesetzes ist daher hervorzuheben, dass **Belange des Klimaschutzes in überragendem öffentlichem Interesse** stehen. Durch **Regelbeispiele** sind besonders relevante Fallgruppen zu konkretisieren. Eine Formulierung könnte bspw. wie folgt lauten:

- Einfügung eines Abs. 2a in § 9 des BbgDenkmalSchG „Bei der Entscheidung begründen Belange des Klimas sowie des Einsatzes erneuerbarer Energien regelmäßig ein überragendes öffentliches Interesse. Dies gilt insbesondere, wenn es sich um Maßnahmen handelt, die den Denkmalwert nur geringfügig beeinträchtigen oder die reversibel sind und nur geringfügig in die schützenswerte Bausubstanz eingreifen oder sich optisch in das Erscheinungsbild einfügen wie etwa Solardachziegel oder – es sich um Maßnahmen handelt, die dem Einsatz von erneuerbaren Energien in öffentlich genutzten Gebäuden dienen.“
- Bei einer Maßnahme, die den in Satz 1 genannten Belangen dienen soll, ist die Ablehnung einer Erlaubnis dem Antragsteller innerhalb einer Frist von einem Monat ab Antragsingang mitzuteilen. Die Ablehnung ist eingehend zu begründen und soll alternative Maßnahmen zur Berücksichtigung der Belange nach Satz 1 aufzeigen, die für den Antragsteller zumutbar sein müssen. Der Schutz von Kulturgütern mit überragendem Wert ist angemessen zu berücksichtigen.“

Anmerkungen:

^[1] Übereinkommen der Vertragsparteien des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, das auf der 21. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (COP21) im Dezember 2015 in Paris verabschiedet wurde.

^[2] Schätzungen des IPCC gehen von einer 66 %-igen Wahrscheinlichkeit aus, das 1,5°-Ziel noch einzuhalten, wenn ein weltweites CO₂-Budget von 420 Gigatonnen ab 2018 eingehalten wird. Werden noch 580 Gigatonnen emittiert, wird danach von einer 50 %-igen Wahrscheinlichkeit der Einhaltung des 1,5-Zieles ausgegangen (IPCC, 2018).

^[3] Siehe dazu Harries et al. (2001) und Feldmann et al. (2015).

iv. Konkrete Maßnahmen

Konkrete mögliche Maßnahmen zur Beschleunigung des Transformationsprozess:

- Festsetzung eines +1,75 °C kompatiblen Restbudget (das Ziel von +1,5 °C ist für Brandenburg bereits nicht mehr erreichbar, vgl. die Ausführungen oben im Haupttext sowie in der Anlage unter Anhang i) von THG im Brandenburger Klimaschutzgesetz, jährlichen Minderungszielen (Klimaneutralität bis 2035 erreicht) mit bilanzieller Bindung von Kohlenstoff bis 2050 auf vorindustrielles Niveau.
- Kontinuierlicher Kohleausstieg bis Ende 2023, Verbleib von Kraftwerksleistung nach Regelleistungsausbau in der Reserve.

- Erarbeitung einer Suffizienzstrategie, die den Energiebedarf realistisch bewertet und Energieeinsparmaßnahmen mit Blick auf eine ganzheitlich vollzogene Transformation vorsieht mit der Frage: „Wie können wir eine stabile Daseinsvorsorge leben?“ Enge Abstimmung der Erzeugungs- und Regelleistung an den Klimaplan BBG und BEK2030.
- Genehmigungs- und Zählerfreiheit für Photovoltaikanlagen bis 30 kWp, schwarzstartfähig und Umsatzsteuerbefreiung für Eigenverbrauch sowie kommunalen Direktverbrauch (durchleitungsgebührenbefreit) Lockerung der TAB für schwarzstart-fähige erneuerbare Energieerzeuger auf Niederspannungsebene (Praxisbeispiel Niederlande).
- Schneller Ausbau von Windenergieanlagen (auf 16 GW), Änderung von Abstandslängen zur Wohnbebauung nach Leistungsbedarf und Lärmlast anhand von Grenzwerten aus dem Straßenverkehr.
- Vervielfachung des jährlichen Zubaus von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen zur führenden Integration in Elektrizitäts- und Wärmenetze unter angepasster Bereitstellung von reversiblen Elektrolyseuren im Energiemix in der Hand von Bürger:innen und Kommunen.
- Begrenzung des Zubaus zur Eigenbedarfsdeckung nach Maßstäben der erarbeiteten Suffizienzstrategie.
- Genehmigungsfreiheit für Kleinwindanlagen auch in reinen Wohngebieten (Änderung von § 61 Abs. 1 Nr. 3 BrandenburgBauO). Umbau des Elektrizitätsnetzes in dezentrale, zelluläre Netze mit Schwarzstartfähigkeit bis 2030, bis 2025 weitestgehend frei von fossilen Energieträgern.
- Landesbürgschaften für die Rekommunalisierung von Elektrizitätsnetzen.
- Abschwächung des Landesdenkmalschutzes in Bezug auf die Errichtung von Solarthermie, Photovoltaik, raumluftechnische Anlagen, Sanierung von Fenstern, sowie für mehr Stadtgrün zur Klimaanpassung mit besonderem Vorrang für kommunale Einrichtungen.
- Änderung des Brandschutzes in Bezug auf die bevorzugte Verwendung von Nachhaltigen Baustoffen, durch die zusätzliche allg. Bewertung zur Rauchgasentwicklung, Abtropfen oder Gefährdung von Boden oder Gewässern im Brandfall.
- Umschulung der ehemaligen Mitarbeiter aus dem Bereich der Erzeugung und Nutzung fossiler Energieträger in Handwerksberufe, Renaturierung sowie anderer Berufe, die im Zuge der Verkehrs- und Energiewende dringend benötigt werden und damit auch ein dauerhaftes und sicheres Auskommen bieten. Allgemeine Verbesserung in der Aus-, Um- und Fortbildung in Handwerksberufen zur Beschleunigung des Transformationsprozesses.
- Stärkung des Handwerks durch kostenlose Fortbildungen zu Anwendung von Wärmepumpensystemen, Photovoltaik, Wärmenetzen und nachhaltigem Bauen. Eine landeseigene Clearingstelle übernimmt das Schlichtungs- und Forderungsmanagement, bei Inanspruchnahme von Landes-Fördermitteln mit eigenen Gutachtern. Die Vergabe von Fördermitteln (siehe Modell der IBB) beschränken sich ausschließlich auf nachhaltige Baumaterialien, Wärmepumpen, Solarthermie, rltA+WRG, Steuerung und Kältemittel mit geringem GWP. So kann sowohl die bauliche & energetisch-ökologische Sanierung als auch die handwerkliche Qualität klimapositiv angepasst werden, wenn gleichzeitig das Handwerk bei Fortbildung und fachgerechter Ausführung vor Insolvenzen geschützt wird.
- Schlanke, sachbezogene Bürgschaften/Direktzahlungen an das Handwerk für sanierungswillige private Hauseigentümer:innen unter Einbindung von EEE.
- Verbot des Einbaus von Öl-, Gas und Festbrennstoffheizungen; Stilllegung bis 2030 nach kommunalem THG-Reduktionspfad.
- Mittelfristiges Verbot des Einbaus von Baustoffen, die nicht vollständig recyclingfähig sind oder bislang auf Deponien entsorgt werden müssen oder Boden-, Wasser- oder Luft gefährdende Stoffe enthalten (erheblicher Ressourcen-, Boden-, Gewässerschutz; vermeidet erhebliche gesellschaftliche Kosten bei verbesserter, baulicher Qualität). Dämmstoffe auf der Basis von Naturstoffen wie Holzfasern, Wolle, Stroh oder Hanf weisen eine deutliche höhere Eignung für den im Zuge des Klimawandels immer wichtiger werdenden Hitzeschutz auf und entwickeln zudem im Brandfall kein giftiges Rauchgas.
- Qualifizierte und unabhängige verpflichtende Begleitung der energetischen Sanierung von Gebäuden. Eingesetzt werden sollten hier vorrangig ökologische und Kohlenstoff bindende Baustoffe, z. B. mit Stroh, Hanf, kompostierbaren Reststoffen, (großes Einsparpotenzial von H₂, Ressourcen und Primärenergie.

- Verringerung von Elektrizität und Brennstoffbedarf durch konsequente Nutzung von Ab- und Umweltwärme durch Wärmerückgewinnung (aus Raumluft oder Abwasser sowie in industriellen Prozessen). Massive Steigerung des Einsatzes von Wärmepumpen. Förderung von Wärmepumpensystemen ohne Nachtstrombezug. Dabei sollten nur noch Kältemittel mit einem GWP < 20 (< 500 im Ersatz) zum Einsatz kommen.
- Unterstützung von kommunaler Wärmeleitplanung durch Quartierswärmenetze, die erneuerbare Energien sowie Ab- und Umweltwärme nutzen. Schaffung von mehr Gestaltungsspielraum und Umsetzungsgeschwindigkeit durch einen klimafreundlichen und an der Daseinsvorsorge orientierten Denkmal- und Brandschutz. Übertragung der Verantwortung für energetische Sanierung auf kommunale Ordnungsämter (durch Beachtung der RED II RL und RL 2010/31/EU).
- Die Produktion von Wärmepumpen, Photovoltaikzellen, Wechselrichtern, Solarthermie-Anlagen und anderen Anlagen zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen sollte umfassend gefördert werden, einschließlich der Produktion der relevanten Vorprodukte, insbesondere Mikrochips.
- Zurückfahren der Nutzung von Energiepflanzen bis 2030 – Renaturierung der Flächen ggf. In Kombination mit Photovoltaik/kommunale-saisonale Solarthermie in Kombination mit extensiver Beweidung. Vereinfachte Planverfahren für Wind- und Solaranlagen mit hohem ökologischem Mehrwert (s. bereits oben).
- Obligatorischer Einsatz von Klimaschutz-, Umweltschutz- und Energiemanager: innen in jeder Kommune mit umfassendem Handlungsspielraum und Budget zur Umsetzung von Maßnahmen in der Verkehrswende, Umwelt-, Energie- und Klimabildung, Begleitung der Wärmewende, Sanierungsmaßnahmen und Sicherung der Daseinsvorsorge durch erheblichen Zubau von kommunalen, gewerblichen und privaten Kapazitäten zur Erzeugung und Speicherung von erneuerbaren Energien. Umsetzung von Suffizienz und Effizienzmaßnahmen, z. B. durch nachhaltige Beschaffung, Sanieren statt Neuversiegelung, Stärkung von Rad- und Fußinfrastruktur, sowie des elektrifizierten ÖPNV (O-Bus, batterieelektrisch, ggf. H₂-betrieben), Umsetzung von insektenfreundlichem und deutlich sparsameren, bedarfsreduzierten Betrieb von Straßenbeleuchtung (hohes Einsparpotenzial und Möglichkeit netzdienlicher Verbrauchsreduktion).
- 365-€-Ticket in Berlin und Brandenburg zur Senkung des MIV / Endenergieverbrauchs. Das Land Brandenburg muss dafür die Kapazität an Zügen, höhere Taktung und Verfügbarkeit deutlich erhöhen und hierbei die barrierefreie Mitnahme von Lastenrädern etc. vorsehen.
- Stärkung von Lastenradnetzwerken für die letzte Meile für Logistik-Hubs
- Sofortprogramm zur Förderung der Sanierung von öffentlichen Einrichtungen.
- Reaktivierung folgender Bahnstrecken ergänzend zum Projekt „i2030“ (Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz, o. Jahr) zur Stärkung des ländlichen Raums (barrierefrei), ggf. unter Zuhilfenahme der Übertragung von der DB auf Landes-/Kreisebene:
 - Luckau–Dahme–Jüterbog
 - Jüterbog–Zossen–Königs-Wusterhausen–Beeskow–Fürstenwalde
 - Falkenberg (Elster)–Luckau–Lübben–Beeskow
 - Beeskow–Lieberose–Cottbus
 - Writzen–Straußberg+/Werneuchen
 - Treuenbritzen–Bad-Belzig
 - Nauen–Kremmen–Oranienburg–Schmachtenhagen
- Legalisierung der gemeinsamen Beförderung von Gütern (bei automatischer Be- und Entladung) und Personen im Nah- und Regionalverkehr
- Jede Art der Förderung im Bereich der Mobilität (Ausnahme ÖPNV) sollte auf Umrüstung auf elektrische Fahrzeuge beschränkt sein, um Ressourcenschutz und Werterhalt zu gewährleisten. Für nicht-rein-elektrische Fahrzeuge darf es ab 2025 keine Neuzulassungen mehr geben. Die Ummeldung darf schrittweise nicht mehr möglich sein, außer im Falle von H-Kennzeichen, wenn eine Umrüstung nicht vollzogen wird.