



Erneuerbare Energien
im Spannungsfeld von Natur
und Landschaft



Herausgegeben im Jahr 2022 durch den Landesverein Sächsischer Heimatschutz e.V.,
Fachbereich Naturschutz und Landschaftsgestaltung
Beschlossen vom Gesamtvorstand des
Landesvereins Sächsischer Heimatschutz e.V. im April 2022

Veröffentlicht auf der Internetseite: www.saechsischer-heimatschutz.de
Wilsdruffer Str. 11/13, 01067 Dresden
Telefon: 0351 4956153

Autoren:

Olaf Bastian (Kap. 1–6, 9–13), Karl Mannsfeld (Kap. 7), Korinna Thiem (Kap. 8)
Unter Mitarbeit von: Waldemar Gleinich, Hans-Jürgen Hardtke, Susanna Sommer,
Astrid Sturm, Eckehard-Gunter Wilhelm, Harald Worms

Redaktion: Olaf Bastian

Abbildungen: Olaf Bastian, Seite 30 und Rückumschlag: Korinna Thiem

Layout: Susanna Sommer

Das Copyright für die Texte und die Abbildungen liegt bei den Autoren. Die Verwertung der Texte und Bilder, auch auszugsweise, ist ohne die Zustimmung der Herausgeber und Autoren urheberrechtswidrig.
Sollten der Redaktion trotz umfangreicher Recherchen Veröffentlichungsrechte entgangen sein, bitten wir um Entschuldigung und gegebenenfalls Meldung Anspruchsberechtigter beim Herausgeber.



Erneuerbare Energien im Spannungsfeld von Natur und Landschaft

Landesverein Sächsischer
Heimatschutz e.V.
Fachbereich Naturschutz
und Landschaftsgestaltung

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Energie – Klima – Umwelt: Spannungsfeld und Heraus- forderung	3
3. Anforderungen an die Energie- und Klimapolitik	6
4. Biodiversität – ein hochrangiges Schutzgut	7
5. Einsparung von Energie	8
6. Bindung von Treibhausgasen	11
7. Windkraft	12
8. Photovoltaik-Freiflächenanlagen	16
9. Biomasse (Energiepflanzen)	21
10. Wasserkraftanlagen	26
11. Erdwärme (Geothermie)	29
12. Zusammenfassung	31
13. Literatur/Quellen	32

1 Einleitung

Die Regierung der Bundesrepublik Deutschland hat beschlossen, den Umbau der Energieversorgung hin zu erneuerbaren (regenerativen) Energien zügig voranzutreiben. Bis 2030 will sie 30 % des Gesamtenergiebedarfs und mindestens 80 % des Bruttostromverbrauchs (umfasst auch Netzverluste und Kraftwerkseigenverbrauch) sowie bis 2035 den Stromverbrauch nahezu komplett aus erneuerbaren Energiequellen decken, insbesondere aus Wind, Sonne, Biomasse und Wasserkraft [1]. Unsere Emissionen sollen bereits bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 % und bis 2040 um 88 % gegenüber dem Niveau von 1990 sinken. Die Europäische Union will bis 2050 klimaneutral sein, also unterm Strich keine Treibhausgase mehr emittieren, Deutschland möchte das bereits bis 2045 schaffen [2]. Jüngste geopolitische Ereignisse in Gestalt des im Februar 2022 begonnenen Krieges Russlands gegen die Ukraine verstärken den Drang zur Energie-Autarkie und damit zu einem noch schnelleren Umstieg auf erneuerbare Energien. Um diese Ziele zu erreichen, sind riesige Investitionen und umfassende technische Voraussetzungen erforderlich (unter anderem Errichtung unzähliger Windkraft- und Solaranlagen, Neubau von Stromübertragungsnetzen, Schaffung von Stromspeichern).

Die neue energiepolitische Zielstellung geht weit über die bisherigen Ambitionen hinaus. So hatte der Bundestag im Jahre 2011 beschlossen, bis 2030 35 % des Strombedarfs und 18 % des Gesamtenergiebedarfs aus erneuerbaren Energien zu decken. Bereits damals hatte sich der Landesverein Sächsischer Heimatschutz in einem Positionspapier zur Energiewende geäußert, dabei grundsätzlich deren Notwendigkeit bejaht, aber auch Vorschläge beziehungsweise Forderungen formuliert, die den satzungsgemäßen Zielen des Vereins Rechnung tragen [3]. Diese Ziele bestehen darin, *die natürliche und geschichtlich gewordene Eigenart der sächsischen Heimat*

zu bewahren, ihre Natur zu schützen, ihre Landschaft verantwortungsvoll zu gestalten und ihre kulturellen Werte zu erforschen, zu pflegen und zu erschließen [4].

Da seitdem 10 Jahre vergangen sind und mit den drastisch nach oben gesetzten Ausbauzielen für erneuerbare Energien sich die Rahmenbedingungen verändert haben, legen wir hiermit ein überarbeitetes, aktualisiertes Positionspapier vor und werben dafür, dass unsere Positionen im wirtschaftlichen und politischen Handeln beachtet werden. Ausgehend von der aktuellen Situation im Themenfeld Energie – Klima – Umwelt umreißen wir grundlegende Anforderungen an die Energie- und Klimapolitik und erörtern Aspekte wie Biodiversität, Energieeinsparung und Bindung von Treibhausgasen. Schließlich gehen wir auf die wichtigsten Quellen erneuerbarer Energien ein: Windkraft, Solarenergie, Biomasse, Wasserkraft und Geothermie.

2 Energie – Klima – Umwelt:

Spannungsfeld und Herausforderung

Um die vorwiegend auf anthropogenen Ursachen beruhende Klimaerwärmung einzudämmen und die nicht unbegrenzt zur Verfügung stehenden Ressourcen zu schonen, setzen Deutschland und viele andere Länder zunehmend auf erneuerbare Energien. Zum einen ist bei fortgesetzter Verbrennung fossiler Energieträger mit einer weiteren Aufheizung der Erdatmosphäre zu rechnen. Zum anderen zeichnet sich eine Verknappung der Lagerstätten von Öl, Gas, Uran und letztlich auch von Kohle ab.

Als erneuerbare Energien (regenerative Energien) werden, im Gegensatz zu den fossilen Energieträgern wie Öl, Kohle und Gas, Energieformen bezeichnet, die nicht auf endliche Ressourcen zurückgreifen. Der Ausbau der erneuerbaren Energien trägt zur Nachhaltigkeit bei. So kann durch die Nutzung von Sonnen-, Wind-, Wasser-, Bioenergie oder Geothermie der Ausstoß von CO₂ und zugleich die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern verringert werden [5].

Erneuerbare Energien bieten viele Vorteile gegenüber anderen Energiequellen, weisen aber auch Begrenzungen auf [6]:

- Sie sind weitgehend unerschöpflich, also für beliebig lange Zeit nutzbar.
- Das heißt jedoch nicht, dass unbegrenzte Energiemengen pro Jahr zur Verfügung stehen. So sind geeignete Flüsse oder Speicherseen für die Wasserkraftnutzung nur begrenzt vorhanden. Für den Anbau von Biomasse gibt es nicht genug den Anforderungen entsprechende Flächen.
- Besondere wirtschaftliche Abhängigkeiten, zum Beispiel von Rohstofflieferanten, treten nur dann auf, wenn spezielle Materialien (so Lithium, seltene Erden) für den Bau der Anlagen benötigt werden.
- Die meist geringen Leistungs- und Energiedichten bei erneuerbarer Energie bedeuten einen hohen Flächenbedarf und Materialaufwand.

- Erneuerbare Energie fällt häufig dezentral an.
- Vielfach sind erneuerbare Energien aus Umweltsicht relativ günstig. Schädliche Abgase halten sich stark in Grenzen, die Klimaschädlichkeit ist meist gering. Jedoch entstehen Umweltbelastungen durch den häufig großen Bedarf an Materialien und an »grauer« Energie (= Energiemenge, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes – oder eines Gebäudes – aufgewendet werden muss). Außerdem können unerwünschte Nebenwirkungen durch Eingriffe in die Landschaft auftreten, zum Beispiel bei Windenergie und Wasserkraft.
- Manche erneuerbaren Energien (Sonne, Wind) fallen mit starken zeitlichen Schwankungen (fluktuierend) an, was vor allem im Stromsektor ein Problem darstellt.
- Aufgrund der ökologischen Vorteile und der vermiedenen Abhängigkeiten genießen erneuerbare Energien vielerorts eine höhere Akzeptanz in der Bevölkerung als andere Energiequellen, wie zum Beispiel Kernenergie oder Kohlekraftwerke.

Der Terminus »erneuerbar« trifft allerdings nicht die ganze Wahrheit. So werden für Windräder und Solarmodule Rohstoffe (wie Beton, Metalle, seltene Erden) benötigt, die nicht erneuerbar sind, deren Gewinnung klimaschädlich ist und die unter oftmals zweifelhaften Bedingungen in fernen Ländern abgebaut werden. Selbst der als Düngemittel in der Landwirtschaft (und so auch für den Energiepflanzenanbau) eingesetzte Phosphor ist eine begrenzte Ressource. Je nach Szenario wird die Reichweite abbauwürdiger Reserven auf 50–200 Jahre geschätzt [7]. Deutschlands Industrie braucht rund 10 Millionen Tonnen Gipsrohstoffe jährlich. Etwa 60 % davon werden bei der Rauchgasentschwefelung in Kohlekraftwerken gewonnen [8]. Durch den Wegfall dieser Quelle wird Naturgips-Abbau



Windräder in bereits durch Verkehrswege und Stromtrassen vorbelasteter Landschaft

immer attraktiver und der Druck auf Naturgebiete wie das Biosphärenreservat »Karstlandschaft Südharz« (Sachsen-Anhalt) steigt. Der Umstieg auf Sekundärrohstoffe (Recycling) wird immer dringlicher.

Gegenwärtig werden rund 85 % des globalen Energiebedarfs durch fossile Energieträger gedeckt: Öl 33 %, Erdgas 24 %, Kohle 28 %, Kernenergie 4 %, regenerative Energien kommen auf 11 %. Bis zum Jahre 2040 werden die »Erneuerbaren« voraussichtlich 17–20 % an der globalen Energieversorgung ausmachen, Erdgas 25 %, Erdöl 27–31 %, Kohle 20–22 % und Kernenergie 5–7 % [9].

In Deutschland wurden im Jahre 2020 nach Angaben des Statistischen Bundesamtes etwa 567 Terawattstunden (TWh) Strom erzeugt, etwa 45 % stammte von erneuerbaren Energieträgern. Zur Deckung des Gesamtenergiebedarfs trugen die regenerativen Energiequellen 17,4 % bei. Im Jahr 2021 ging – aufgrund ungünstiger Witterungsbedingungen – der Anteil der Erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf 42 % zurück. Stattdessen verzeichnete das Statistische Bundesamt ein Plus von 5,5 Prozentpunkten beim Anteil von

Kohle an der insgesamt eingespeisten Strommenge. Die installierte Leistung erneuerbarer Energie zur Stromproduktion in Deutschland betrug zum 31.12.2020 129,2 Gigawatt, davon entfielen auf Onshore-Windenergie 42,1 % (54,4 GW), Offshore-Windenergie 6,0 % (7,8 GW), Photovoltaik 41,6 % (53,7 GW), Biomasse 6,8 % (8,8 GW), Laufwasser 3,0 % (3,9 GW), sonstige Erneuerbare 0,5 % (0,5 GW) [10].

Die Herausforderung des Umbaus der gesamten Energiewirtschaft auf nationaler wie auf internationaler Ebene ist immens. Mit der Substitution einzelner Energieträger ist es nicht getan, denn gleichzeitig steigt der weltweite Energiebedarf weiter an. Hauptgründe dafür sind die wachsende Weltbevölkerung und die Erwartung, dass sich der energieaufwändige Lebensstandard in aufstrebenden Entwicklungs- und Schwellenländern – allen voran China und Indien – den Verhältnissen in den westlichen Industrienationen annähern wird. Global wird mit einer Erhöhung des Primärenergieverbrauchs bis 2040 um 35 % gerechnet [11]. Demgegenüber hat die Bundesregierung das Ziel vorgegeben, bis 2030 den Primärenergieverbrauch um 30 % und bis 2050 um mehr als 60 % gegenüber 2008 zu

senken. Der Stromverbrauch in Deutschland allerdings dürfte sich bis 2030 um 15 % auf 645 bis 665 TWh erhöhen [12].

Die Herangehensweisen der Staaten an den Umbau der Energiesysteme sind unterschiedlich. Viele setzen zur Verbesserung ihrer Treibhausgasbilanz auf (technologisch weiterentwickelte) Kernenergienutzung. Deutschland beschreitet durch den nahezu gleichzeitigen Ausstieg aus Kernkraft und Kohle einen Sonderweg. So nahm beziehungsweise nimmt es in den Jahren 2021 und 2022 die verbliebenen sechs Kernkraftwerke vom Netz, die pro Jahr 61 TWh Elektrizität erzeug(t)en – mehr als alle Solaranlagen (50 TWh) und fast die Hälfte der Windräder (130 TWh) in Deutschland. Der Kohleausstieg wird eine Kapazitätslücke von etwa 44 GW hinterlassen – das entspricht dem 17fachen der installierten Leistung (2,575 GW) des Braunkohlenkraftwerkes Boxberg [13].

Nicht nur diese Lücken müssen geschlossen, sondern auch der prognostizierte höhere Strombedarf muss gedeckt werden. Letzterer wird durch den Übergang zur Elektromobilität stark ansteigen und das bei einer vorhergesagten gleichzeitigen Vergrößerung des PKW-Bestandes von derzeit 48,2 Millionen Fahrzeugen (Pkw-Dichte bei 580 auf 1000 Einwohner) auf 55,8 Millionen Fahrzeugen (Pkw-Dichte von 660 Pkw auf 1000 Einwohner). Hinzukommen der Strombedarf für die fortschreitende Digitalisierung und den Ausbau der Wasserstoffwirtschaft [14].

Zahlreiche Experten erwarten, dass Deutschland auch künftig Energie aus dem Ausland beziehen muss. Heute importiert das Land rund 70 % des gesamten Energiebedarfs in Form von Öl, Gas und Steinkohle [15].

Ein im Koalitionsvertrag in markante Worte gekleidetes Kernziel der neuen Bundesregierung lautet: *Wir machen es zu unserer gemeinsamen Mission, den Ausbau der Erneuerbaren Energien drastisch zu beschleunigen und alle Hürden und Hemmnisse aus dem Weg zu räumen* [16]. Wirtschafts- und Klimaminister Robert Habeck befand in der Pressekonferenz zur »Eröffnungsbilanz Klimaschutz«, das *überragende öffentliche Interesse* an erneuerbaren Energien sei so groß,

dass *andere Schutzgüter nachrangig beurteilt* [17] werden könnten.

Damit werden Fragen aufgeworfen, auf die dringend Antworten gefunden werden müssen, wie etwa folgende [18]:

- Wie steht es um die Versorgungssicherheit? Wenn Deutschland aus Kernenergie und Kohle gleichzeitig aussteigt, Wind und Sonne aber keinen grundlastfähigen Strom liefern, wie kann dann eine Stromversorgung aussehen, die nicht zum Blackout führt? Woher kommt der Strom an den Tagen, an denen kein Wind weht und keine Sonne scheint (Dunkelflaute)?
- Wie kommen wir zu leistungsfähigen Energiespeichern, die den Wind- und Solarstrom längere Zeit vorhalten?
- Wie treiben wir die Defossilierung der Volkswirtschaft voran, ohne dass daraus eine Liquidierung lokaler Produktion wird, der eine groß angelegte Verlagerung in die Entwicklungsländer folgt?
- Wie verhindern wir, dass Energie- und Klimapolitik zur Umverteilung von unten nach oben führt und die soziale Gerechtigkeit in Frage stellt?
- Wie stellt Deutschland sicher, dass seine ökonomische Wettbewerbsfähigkeit erhalten bleibt?

Schließlich ist die Frage zu beantworten: Wie gelingt der Ersatz umweltschädlicher Energieträger, ohne dass gravierende neue Probleme für Natur und Landschaft entstehen? Ist es doch hinreichend bekannt, dass sich insbesondere bei ungesteuertem und unkoordiniertem Vorgehen nachteilige Folgen für die verschiedenen Naturgüter (Boden, Wasserhaushalt, Naturschutz, Landschaftsbild und andere) ergeben können. Zu den sichtbaren und in der Öffentlichkeit diskutierten Konsequenzen zählen die Beeinträchtigung von Landschaftsbild und empfindlichen Tierarten durch Windparks und Energiefreileitungen, die Flächen-Inanspruchnahme für Solaranlagen, einseitige Fruchtfolgen mit Verlust der Bodenfruchtbarkeit und Beseitigung von Lebensräumen.

3 Anforderungen an die Energie- und Klimapolitik

Ausgehend von der oben skizzierten Problemlage und im Hinblick auf den in der Satzung formulierten Vereinszweck sieht der Landesverein Sächsischer Heimatschutz zahlreiche, komplexe Anforderungen an die künftige Energiepolitik. So muss unsere Energiewirtschaft ökologisch, sozial und auch ökonomisch verträglich entwickelt werden, so dass sie dem energiepolitischen Zieldreieck Versorgungssicherheit, Klima- und Umweltschutz sowie Wirtschaftlichkeit Rechnung tragen kann [19]. Zentral ist die Forderung, eine stabile Energieversorgung zu erschwinglichen Preisen bei größtmöglicher Schonung von Natur/Umwelt/Klima, speziell auch von wertvollen Natur- und Kulturlandschaften, zu gewährleisten.

Konkret hält es der Landesverein Sächsischer Heimatschutz für erforderlich,

- den Verbrauch fossiler Energieträger deutlich zu reduzieren,
- die Versorgungssicherheit zu gewährleisten,
- dem rationellen und sparsamen Umgang mit Energie höchste Priorität beizumessen,
- die Energieeffizienz von Verfahren, Anlagen und Produkten zu steigern,
- auf Energiemix zu setzen und sichere Brückentechnologien als Baustein zur Rettung des Klimas anzuerkennen,
- kostengünstige und verlässliche Speicherformen für Strom zu schaffen und grundlastfähige Kraftwerke zu behalten,
- Offenheit für neueste wissenschaftliche Erkenntnisse und technologische Innovationen an den Tag zu legen,
- die Raum- und Naturverträglichkeit von Energieerzeugungsanlagen und Übertragungsnetzen zu gewährleisten,
- auf die ökologische Gesamtbilanz der jeweiligen Energieerzeugungsformen zu achten,
- die Energiewende sozial verträglich zu gestalten,
- Energiewende und Klima- sowie Naturschutz als Gemeinschaftsprojekt zu konzi-

pieren, das von vielen Menschen unterstützt wird, bei dem die Akzeptanz betroffener Bürger besondere Beachtung findet und bei dem die Menschen vor Ort mitreden und finanziell teilhaben können.

Zur Energiewende gibt es in der Gesellschaft sowohl Zustimmung als auch Vorbehalte oder gar Ablehnung. Umfragen ergeben häufig ein widersprüchliches Bild. So sank die Zustimmung zum Kohleausstieg im mitteldeutschen Revier von 56 % (Stand 2020) auf 48 % (2021) und während 2020 noch 58 % der Befragten den Atomausstieg begrüßten, waren es ein Jahr später nur noch 40 % [20]. Eine im Herbst 2021 durchgeführte Befragung ergab, dass die sächsische Bevölkerung grundsätzlich positiv gegenüber erneuerbaren Energien eingestellt sei (Befürwortung von Wasserkraft 75 %, Sonne 57 %, Wind 56 %) [21]. Wie sich die Akzeptanz im konkreten Falle darstellt, hängt wesentlich von der persönlichen Betroffenheit sowie der Qualität der Umsetzung vor Ort ab.

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz plädiert dafür, pragmatisch vorzugehen und realistische Ziele in der Energie- und Klimapolitik zu definieren, die auf wissenschaftlich-technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Realitäten und Möglichkeiten fußen. Die mit dem Ausbau regenerativer Energien einhergehenden Probleme und Konflikte sind klar und lösungsorientiert zu benennen. Selbst wenn Windräder und Solarmodule einem gesellschaftlich hochrangigen Ziel dienen, handelt es sich dennoch um meist in die freie Landschaft platzierte Industriebauten. Unter Bezugnahme auf § 15 Bundesnaturschutzgesetz fordert der Landesverein Sächsischer Heimatschutz die strikte Umsetzung des naturschutzrechtlichen Vermeidungsgebotes im Rahmen der Standortplanung.

In der Energiewirtschaft muss der konkrete Schutz der natürlichen Ressourcen und

Lebensgrundlagen viel stärker in den Vordergrund rücken. Die Folgelasten der »neuen« Energieversorgung müssen in den Blick genommen und verantwortungsbewusst gehandhabt werden, um zum Beispiel großflächige Landschaftsversiegelung und Zerstörung von Biodiversität durch Windkraftanlagen oder Umweltverschmutzung und Raubbau an problematischen Ressourcen (etwa für E-Auto-Batterien) zu vermeiden. Die mit regenerativen Energien verbundenen negativen externen Effekte wie Lärm, Auswirkungen auf das Landschaftsbild und die Immobilienpreise der Anwohner müssen stärker quantifiziert und berücksichtigt werden. Die Integration solcher Daten in den Vergleich der gesellschaftlichen Kosten und Nutzen sollte die Entscheidung über konkrete Investitionen in Energieanlagen beeinflussen. Es sind Belastungsgrenzen für die Natur durch die Folgen des Ausbaus erneuerbarer Energien (zum Beispiel Windkraft, Energiemais) zu definieren und wirksame Regelungsmechanismen für den Fall der Überschreitung festzulegen.

Eine Neuausrichtung der Energiepolitik muss alle politischen, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Faktoren und Interessenlagen berücksichtigen. Wie in einer Demokratie üblich, sind die Interessen verschiedenster Gruppen zu beachten und abzuwägen. Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz betrachtet die Schutzgüterabwägung generell als unverzichtbar und hält den Passus im Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung *Bei der Schutzgüterabwägung setzen wir uns dafür ein, dass es einen zeitlich bis zum Erreichen der Klimaneutralität befristeten Vorrang für Erneuerbare Energien gibt* [17], für inakzeptabel. Zielkonflikte müssen jedoch politisch durch vernünftige Kompromisse gelöst und die vier Säulen nachhaltiger Politik: Versorgungssicherheit – Umweltverträglichkeit – Wettbewerbsfähigkeit und Sozialverträglichkeit in einem Konzept als gleichrangige Ziele verfolgt werden.

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz legt besonderen Wert auf die Berücksichtigung von Landschaften, insbesondere von naturnahen Landschaften und historisch gewachsenen Kulturlandschaften, als zu bewahrende, wertvolle Räume im Sinne des Erbedankens und als Gegenstand konkre-

ter Funktionen wie Naturerleben, Wohlbefinden, ästhetische Schönheit, Wertschätzung und Erholung (gemäß § 1 Bundesnaturschutzgesetz). Beim Landschaftsschutz geht es nur vordergründig um ästhetische Kategorien, über die sich streiten ließe. Der Anblick einer intakten Landschaft vermittelt aber weit mehr als »Schönheit«. Es geht um Begriffe wie Identität, Kontinuität und Vertrautheit. In unserer Gesellschaft gibt es – vor allem getragen durch die große Zahl an naturverbundenen Menschen – das legitime Interesse an technisch nicht oder nur kaum überprägten, einen naturnahen oder harmonischen Eindruck vermittelnden Kulturlandschaften. Nach Wöbse [22] stehen hier ökonomische, ökologische, ästhetische und kulturelle Leistungen und Gegebenheiten in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander, wodurch solche Landschaften langfristig geeignet sind, Menschen als Heimat zu dienen. Auf derartige Bedürfnisse ist Rücksicht zu nehmen, indem beispielsweise Landschaftsräume in genügender Zahl und Größe dauerhaft bewahrt bleiben, in denen die Horizontlinien nicht durch riesige Windrotoren zerschnitten werden. Selbst wenn für die Windenergie an Land »nur« zwei Prozent der Landesfläche ausgewiesen werden sollen, so sind die visuellen Fernwirkungen von immer höher ragenden Windrädern gravierend.

4 Biodiversität als wichtiges Schutzgut

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz setzt sich dafür ein, dass für den Schutz der Biodiversität ebensolche Anstrengungen ergriffen werden wie für den Klimaschutz.

Biologische Vielfalt, auch Biodiversität, wird gemeinhin definiert als *die Vielfalt der Arten, die genetische Vielfalt, die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften, die Interaktionen innerhalb und zwischen Lebensgemeinschaften sowie die Vielfalt von Lebensräumen (Habitaten) und Ökosystemen*. Der Erhalt der Biodiversität und intakter Ökosysteme ist überlebenswichtig für uns Menschen. Unsere Lebensqualität, Gesundheit und gesellschaftliche Entwicklung hängen von ihr ab. Dennoch schreitet der Verlust von Biodiversität sowohl in Deutschland wie auch weltweit dramatisch voran. Wir nutzen

die Natur über ihre Regenerationsfähigkeit hinaus und gefährden oder zerstören dadurch sogar unsere eigenen Lebensgrundlagen. Der Verlust an biologischer Vielfalt und der Zusammenbruch von Ökosystemen gehören zu den größten Bedrohungen der Menschheit [23]. Menschlicher Einfluss hat die Biosphäre bereits so stark beeinträchtigt, dass sie ihre Klimaschutzfunktion nur noch eingeschränkt erfüllen kann.

Die Politik hinkt dem immer stärker zunehmenden Handlungsdruck weit hinterher. Bestehende vertragliche Vereinbarungen und Programme (zum Beispiel EU-Biodiversitätsstrategien, die deutsche »Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt« von 2007, das sächsische Programm zur biologischen Vielfalt

Der Schutzacker bei Schwochau in der Lommatzcher Pflege – Refugium seltener Ackerwildpflanzen und Bereicherung für das Landschaftsbild im Eigentum des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz.



von 2009) wurden bisher nicht oder nur halbherzig erfüllt, gesteckte Ziele nicht oder nur ungenügend erreicht.

Zu Recht hält Bundesumweltministerin Steffi Lemke das *Artensterben für mindestens so dramatisch* wie die Klimakrise. Ziel müsse es sein, Klima und Artenvielfalt zugleich zu schützen. Sie warnte davor, Energiewende und Naturschutz gegeneinander auszuspielen. Sie reagierte damit auf jüngste Forderungen, Naturschutzregeln aufzuweichen, um schneller Windräder errichten zu können [24]. Erst jüngst mahnte die Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) an, die unterschiedliche Ausprägung von Natur und Landschaft bei der zukünftigen Ausbauplanung für erneuerbare Energien angemessen zu berücksichtigen. Da wir es mit einer Umwelt-

krise mit zwei Treibern, dem Klimawandel und dem massiven Artenverlust zu tun hätten, seien bei der Suche nach Lösungen Klimaschutz und Biodiversitätsschutz gleichermaßen im Blick zu behalten [25].

Auch, um die Klimaschutzleistungen der Ökosysteme zu sichern, bedarf es eines starken Naturschutzes. Nur so lassen sich die Artenvielfalt sichern, die Treibhausgasemissionen reduzieren und natürliche Kohlenstoffspeicher wie insbesondere Moore und Feuchtgebiete, Böden, Wälder und Meere erhalten und aufwerten. Zukünftig sollten sich alle politischen Entscheidungen an ihren Resultaten nicht nur für das Klima, sondern auch für die Biodiversität messen lassen! Dazu gehört auch der naturverträgliche Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energie.

5 Energieeinsparung

Neben dem Umstieg auf erneuerbare Energie gibt es noch weitere Möglichkeiten, Treibhausgasemissionen zu reduzieren. So sind weitaus stärker jene Potenziale in allen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft zu nutzen, die sich mit den Stichworten Energieeinsparung und Effizienzsteigerung umreißen lassen.

Schon allein der fortschreitende Anstieg der Energiekosten zwingt uns dazu, massiv Energie einzusparen. Der gegenwärtige Verbrauch an Primärenergie kann nicht allein durch die Substitution unserer aktuellen fossilen und nuklearen Energieträger durch regenerative Quellen abgebildet werden. Mittelfristig müssen vor allem die Industrieländer ihren Primärenergieverbrauch drastisch reduzieren. Dies ist gleichzeitig eine Voraussetzung dafür, dass der in Entwicklungs- und Schwellenländern erwartbare höhere Energieverbrauch hinsichtlich der verfügbaren Ressourcen und noch vertretbaren Klimaeffekte abgepuffert werden kann [19]. Das bedeutet auch die Abkehr von einem mit mehr Energie- und Ressourcen-

verbrauch einhergehenden illusionistischen Wachstumsparadigma, eine Revision des konsumorientierten Wohlstandsmodells mit seinen ausufernden Bequemlichkeits-, Kommunikations- und Mobilitätsbedürfnissen und damit einen grundsätzlichen gesellschaftlichen Wandel [26].

Bereits 2014 verlangte die Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN im sächsischen Landtag, den Ressourcenverbrauch in Deutschland und Sachsen erheblich zu reduzieren. Sie kritisierte, die Energiewende in der derzeitigen Form *ziele zu wenig auf das grundlegende Problem ab, nämlich den viel zu hohen Verbrauch an Strom, Wärme und Kraftstoffen. Allein nur ein Umlegen des Schalters auf regenerative Energien zieht zahlreiche neue Probleme für die biologische Vielfalt nach sich, wie die Konflikte um Wind- und Wasserkraftanlagen, vor allem aber um die endlosen Maisäcker für die Biogaserzeugung zeigen. Auch Ökostrom gibt es nicht zum ökologischen Nulltarif!* [27].

Die energiewirtschaftliche Wende wird nur durch technische Innovation sowie Verhaltens- und Konsumänderungen gelingen. Es geht um Effizienz, Konsistenz und Suffizienz. Effizienz heißt, dass pro eingesetzter Ressourceneinheit deren Produktivität steigen muss. Konsistenz bedeutet, dass Ressourcen genutzt werden, ohne diese zu zerstören. Suffizienz meint den Übergang auf Lebens- und Wirtschaftsweisen, die nicht durch quantitativen Verbrauch von Ressourcen und Energie geprägt sind, sondern einen qualitativen Charakter haben. Dadurch ließen sich vermutlich auch ohne radikalen Umbau unserer Wirtschafts- und Gesellschaftssysteme 70 % des aktuellen Energieverbrauchs einsparen und relativ kostengünstig dem Klimaschutz dienen [19]. Einer Studie der Internationalen Energieagentur (IEA) zufolge könnte durch mehr Energieeffizienz etwa die Hälfte (!) der bis 2030 angepeilten CO₂-Einsparungen erbracht werden und dies mit der bereits verfügbaren Technik [28].

Beispiele für Energieeinsparungen wären:

- Eine stärkere Förderung des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV).
- Die Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene – Das Gegenteil ist aber der Fall: 2002 machte der Straßenverkehr 68,8 % des deutschen Gütertransports aus, 2019 stieg sein Anteil jedoch auf 71,2 % – ein Plus von 144 Milliarden Tonnenkilometern [29].
- Sanierung von Gebäuden mit hohem Energieverbrauch: Gebäude sind für rund 40 % des Energieverbrauchs in der EU verantwortlich und damit für mehr als ein Drittel der ausgestoßenen Treibhausgase. Die EU fordert, mindestens 15 % des Gebäudebestands mit der schlechtesten Klimabilanz in jedem Mitgliedsland zu sanieren und ab dem Ende dieses Jahrzehnts alle Neubauten klimaneutral zu konzipieren [30]. Dabei muss jedoch die ökologische Bilanz der Herstellung und Entsorgung von Dämmmaterialien beachtet werden. In diesem Zusammenhang ist es ebenso wichtig, die Gebäude klimagerecht zu gestalten.
- Umstellung unserer tierbasierten auf eine stark pflanzenbasierte Ernährung: Die Reduktion unseres übertriebenen Fleischkonsums von derzeit rund 88 kg pro Person und Jahr auf gesundheitlich ver-

nünftige Werte von 30 bis 40 kg würde mehrere Millionen Hektar Flächen freisetzen, auf denen bislang die Futtermittel zur Erzeugung dieser Fleischmengen produziert werden. Teile dieser Agrarflächen könnten für die Renaturierung von Ökosystemen verwendet werden [19].

- Bewusster Umgang mit der Digitalisierung: Etwa 2–4 % der weltweiten Emissionen werden durch sie herbeigeführt, was nur knapp unter den Emissionen des weltweiten Flugverkehrs liegt. Die heutige Digitalisierung ist weder klimafreundlich noch nachhaltig. Energieeffiziente Geräte, eine Beschränkung von Cloud-Computing und das Löschen von nicht mehr benötigten Daten auf den Servern sparen Energie und vermindern die CO₂-Emissionen [31].

Die Fokussierung in der Energie- und Klimapolitik nur auf Deutschland reicht nicht aus, zumal Deutschland nur 2 % der globalen Treibhausgasemissionen verursacht (zum Vergleich China 31 %, USA 14 %, Indien 7 %, Russland 5 %). Deutschland muss seine realen Möglichkeiten nüchtern einschätzen und sich für Lösungsansätze im internationalen Maßstab einsetzen. Die weltweite Vernetzung der Handelsströme für Energierohstoffe, Agrar- und Holzprodukte hat Auswirkungen auf die Klimaregulation, die Umweltressourcen und die biologische Vielfalt weltweit. Klimapolitik auf nationaler Ebene darf keinesfalls jene politischen und ökonomischen Triebkräfte stärken, die eine erhebliche Beeinträchtigung von biologischer Vielfalt und Ökosystemleistungen auf globaler Ebene bewirken [32].

6 Bindung von Treibhausgasen

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz hält naturbasierte Lösungen im Kampf gegen den Klimawandel für äußerst wichtig und zukunftsweisend. In der EU-Biodiversitätsstrategie 2021 [23] heißt es: *Die Natur ist unsere stärkste Verbündete im Kampf gegen den Klimawandel.* Naturbasierte Lösungen wie der Schutz und die Wiederherstellung von Feuchtgebieten, Torfmooren oder die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern, Grünland und landwirtschaftlichen Böden sind für die Emissionsminderung und die Anpassung an den Klimawandel von entscheidender Bedeutung. Naturbasierte Ansätze nutzen die Leistungen der Natur für Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel. Sie eröffnen Möglichkeiten für eine Klimapolitik, die den Ausstoß von Treibhausgasen mindert, die Anpassungsfähigkeit der Landnutzungssysteme an den Klimawandel stärkt und gleichzeitig die biologische Vielfalt und die Ökosystemleistungen erhält und fördert [32].

Durch nachhaltige Land- und Forstwirtschaft etwa können sowohl die ökologische Anpassungsfähigkeit und die biologische Vielfalt verbessert als auch die Kohlenstoffspeicherung in Böden und Vegetation erhöht werden. Kostengünstige Optionen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen bestehen beispielsweise im effizienteren Düngemiteleininsatz, in der Erhaltung von Dauergrünland oder der naturschonenderen Produktion von Biomasse. Neben der Erhaltung bestehender Moore ist die Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Moorböden wichtig. Degradierete kohlenstoffreiche Böden (insbesondere landwirtschaftlich genutzte Moorböden) hingegen emittieren etwa 41 Mio. t CO₂-Äq pro Jahr (4,3 % der jährlichen deutschen Bruttogesamtemissionen), wobei sie nur rund 8 % der landwirtschaftlichen Flächen ausmachen [32].

Auch der Schutz und die Wiederherstellung naturnaher Auen bieten Synergien zwischen der Erhaltung biologischer Vielfalt und dem

Klimaschutz, zum Beispiel durch Wiedervernässung kohlenstoffreicher Auenböden. Naturnahe Auen kappen Hochwasserspitzen und vermindern Hochwasserschäden, reduzieren Nährstoffbelastungen und verbessern die Lebensraumfunktion für wildlebende Arten [32].

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz unterstützt die im Koalitionsvertrag 2021–2025 [16] der Bundesregierung formulierte Zielstellung, ein Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz zu entwickeln, um *Synergien zwischen Natur- und Klimaschutz (zu) schaffen und mit Renaturierungsmaßnahmen die Resilienz unserer Ökosysteme, insbesondere Moore, Wälder, Auen, Grünland [...], gegen die Klimakrise zu stärken.* In diesem Zusammenhang stehende Vorhaben wie die Verabschiedung und zügige Umsetzung einer Nationalen Moorschutzstrategie, ein gezielter Waldumbau zu artenreichen und klimaresilienten Wäldern mit überwiegend standortheimischen Baumarten, die Honorierung zusätzlicher Klimaschutz- und Biodiversitätsleistungen im Wald, die Beendigung des Holzeinschlages in alten, naturnahen Buchenwäldern in öffentlichem Besitz, die Stärkung des internationalen Waldschutzes und der Waldrenaturierung finden gleichfalls unsere Zustimmung.

7 Windkraft



Windräder in der Westlausitz

Unter den erneuerbaren Energien in Deutschland besetzt die Windenergienutzung an Land (Onshore) einen Spitzenplatz: Die installierte Leistung betrug Ende 2020 54,4 Gigawatt, dicht gefolgt von der Photovoltaik (53,7 GW) [33]. In Sachsen standen Ende 2020 insgesamt 884 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 1270 Megawatt [34].

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz fordert eine räumlich geordnete, naturverträgliche und landschaftsgerechte Erschließung des Windpotenzials in Sachsen. Die Steuerung der Windenergienutzung erfolgt durch die Regionalplanung. Die im Regionalplan ausgewiesenen Eignungs- und Vorranggebiete (VREG) für die Errichtung von Wind-

energieanlagen (WEA) sichern eine räumliche Ordnung nach geprüften Standards, unter anderem nach Belangen des Naturschutzes, des Bodenschutzes, der Denkmalpflege, der Landschaftspflege sowie von Verkehrsvorschriften. Durch die Ausweisung von in Frage kommenden Standorten auf der Grundlage definierter Entscheidungskriterien (sogenannten harten und weichen Tabuzonen) sind WEA an anderen Stellen im Planungsgebiet auszuschließen.

Während die unmittelbare Flächeninanspruchnahme durch WEA im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energiequellen gering ist, reichen deren visuelle, oftmals als störend empfundene Wirkungen teilweise über

lange Distanzen. Die aktuellen Diskussionen zum Abstand der WEA zu Siedlungen resultieren aus Belästigungen betroffener Bürger durch Schattenwurf, Rotorbewegungen, Lichtreflexe und Geräusche. Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz erwartet, dass an der im sächsischen Koalitionsvertrag von 2019 beschlossenen Abstandsregelung von 1000 Metern zu Siedlungen festgehalten wird.

Gegenüber WEA bestehen auch naturschutzfachliche Vorbehalte. So bergen Windräder Gefahren für Vögel (zum Beispiel Seeadler, Rotmilan, Schwarzstorch) und Fledermäuse: Kollisionen mit sich drehenden Rotorblättern und den Masten führen häufig zum Tod der Tiere. Sensible Standortwahl und ein ausreichender Abstand zwischen Horst und Windrädern können den Konflikt entschärfen, ebenso wie innovative technische Vermeidungsmaßnahmen, unter anderem in Gestalt von Antikollisionssystemen beziehungsweise »Ereignisbezogener Abschaltung«. In den letzten Jahren durchgeführte umfassende Analysen belegen vielfältige Wirkungszusammenhänge zwischen der Windenergienutzung und relevanten Tierartengruppen. Diesbezügliche Forschungsarbeiten müssen fortgeführt und intensiviert werden, um angepasste Vermeidungsmaßnahmen zu entwickeln [35]. Können Risiken für Populationen besonders empfindlicher Arten dennoch nicht ausgeschlossen werden, sind populationsstützende Artenhilfsmaßnahmen zu ergreifen, zum Beispiel die Aufwertung von Lebensräumen.

Die öffentliche Akzeptanz der WEA ist unterschiedlich. Die starke Veränderung der Kulturlandschaftlichen Eigenart durch Windenergieanlagen empfinden nicht wenige Menschen als Werteverlust für die Heimat. Die landschaftsästhetischen Auswirkungen von WEA können Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Landschaft erheblich mindern und mit einem Identitätsverlust der Kulturlandschaft verbunden sein. Folgende visuelle Wirkungen von WEA bergen Konfliktpotenzial [3, 36]:

- Verfremdung der Eigenart von Kulturlandschaften durch technische Anlagen,
- Beeinträchtigung landschaftsprägender Kulturdenkmale,
- Sprengen des durch natürliche Elemente (Bäume, Wälder, Hecken, Relief) geprägten vertikalen Maßstabes um ein Vielfaches,

- Setzen baulicher, landschaftsuntypischer Akzente in der Landschaft, die weithin sichtbar sind,
- Veränderung gewohnter Silhouetten- und Horizontbilder,
- Verlust des Eindrucks von Natürlichkeit und des Gefühls von Freiheit und »Unberührtheit«.

Ein baulicher Eingriff in das Landschaftsbild ist im Prinzip nicht kompensierbar, da ein vor dem Eingriff bestehender Eindruck des Landschaftsbildes weder am Eingriffsort noch durch ein anderes Landschaftsbild an einem anderen Ort ersetzt werden kann. Dieser Sachverhalt erfordert, dem Vermeidungs- und Minimierungsgebot sowie der sorgfältigen Prüfung von Standortalternativen bei der Planung von Windenergieanlagen größte Beachtung zu schenken.

Die aktuelle Landespolitik orientiert sich an dem Ziel, eine Energiewende mit Hilfe erneuerbarer Energien in kurzen Zeiträumen zu erreichen, in besonderer Weise am Windenergiepotenzial. Verbunden wird damit die Erwartung eines schnelleren Aufwuchses von WEA. Dass in Sachsen nur eine geringe Neigung zur Errichtung von WEA besteht, hat mehrere Ursachen. So gibt es in Sachsen im Vergleich zu anderen Bundesländern relativ wenig konfliktfreie oder -arme für Windkraft nutzbare Gebiete [37]. Im Zuge der Gemeindegebietsreform von 2008 wurde versäumt, unterschiedliche Festlegungen in den Planteilen »Windenergie« bei Einordnung von Kommunen in andere Planungsregionen abzugleichen. Es kam zu massiven Einwänden der Bürger und zu langwierigen gerichtlichen Normenkontrollklagen. Hinzu kam, dass Wirtschaftsministerium und Innenministerium 2013 und kurz darauf 2015 sich widersprechende Erlasse zur Anlagengenehmigung in Kraft gesetzt haben. Dies hatte zur Folge, dass WEA auch an ungeeigneten Standorten errichtet wurden, was ja gerade vermieden werden sollte. Der aktuelle Ruf nach mehr WEA, zumal ohne ausreichende Speichermöglichkeiten für den erzeugten Strom, sollte auch mit Blick auf das Verwaltungshandeln des Staates bewertet werden. Das erhöht sicher auch die Akzeptanz der betroffenen Bürger vor Ort. Die Öffentlichkeitsbeteiligung am Planungsverfahren und der Entschei-

dungsfindung sollte nicht nur beibehalten, sondern verstärkt werden. Vorteilhaft ist auch eine Gewinnbeteiligung der Kommunen.

Für das sich im Hinblick auf zunehmende Höhe und Rotorenlänge von WEA verschärfende Konfliktpotential, gerade bei dem sogenannten Repowering, halten wir es für geboten, die bisherigen gesetzlich verankerten Genehmigungskriterien anzupassen. Mit der Vergrößerung der Anlagen und Rotoren sind Auflagen für den Lärm- und Schattenschwurferschutz erforderlich; ebenso sind die Abstände zu Wohngebieten und zu Lebensräumen von Vögeln und Fledermäusen sowie die Sichtbeziehungen neu zu bewerten. Im Zuge des Repowerings von Windenergieanlagen ist es möglich, naturschutzfachlich falsche Standorte zu liquidieren.

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz setzt sich gemäß seiner Satzungsgrundsätze gegen die »Verunstaltung« der sächsischen Kulturlandschaften ein. Ob eine Verunstaltung durch WEA vorliegt, hängt von Standort, Höhe, Farbe und Anzahl der Anlagen ab. Als kritisch zu werten ist eine Dominanz der Baukörper in der Landschaft, die zur visuellen Verdrängung typischer Elemente der Landschaft und damit zur Verschandelung der sächsischen Kulturlandschaft in ihrer historisch gewachsenen Vielfalt und Eigenart führt [3].

Unter Hinweis auf die gesetzlichen Rahmenbedingungen für die in § 8 Bundesnaturschutzgesetz verankerten Eingriffstatbestände durch WEA kann sicher örtlich noch ein weiterer Aufwuchs an WEA in Sachsen stattfinden. Dann aber müssen alle begleitenden Regelungen strikt beachtet werden, um den notwendigen Kriterien des Gesundheitsschutzes, des Natur- und Artenschutzes sowie des weitgehenden Erhalts sächsischer Kulturlandschaft beim Thema Energiegewinnung aus Windkraft gleichermaßen Geltung zu verschaffen.

Das am 4.4.2022 von der Bundesregierung vorgelegte Eckpunktepapier »Beschleunigung des naturverträglichen Ausbaus der Windenergie an Land« [1] orientiert zunächst darauf, die Zielkonflikte zwischen Energiewende und Artenschutz abzumildern, hohe Standards für den Artenschutz zu bewahren, spe-

ziell den Vogelschutz durch neue Artenhilfsprogramme zu stärken und die Genehmigungsverfahren für WEA durch standardisierte bundeseinheitliche Kriterien zu vereinfachen. Allerdings beschränkt sich eine Liste der zu prüfenden (stark) kollisionsgefährdeten Tierarten auf 16 Brutvogelarten; Zugvögel und Fledermäuse finden wenig Beachtung. Dem vom Landesverein Sächsischer Heimatschutz besonders vertretenen Anliegen, Eigenart und Schönheit von Landschaften (beziehungsweise unserer gewachsenen Kulturlandschaften) zu bewahren, wird das Eckpunktepapier nicht gerecht, sieht es doch vor, unter anderem die Genehmigung von Windenergieanlagen in Landschaftsschutzgebieten (vielfach Waldgebiete, die nach sächsischem Landesrecht davon frei bleiben sollten) bis zur Erreichung des Zwei-Prozent-Zieles zu erleichtern.

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz tritt daher weiterhin dafür ein, dass am bewährten regionalplanerischen System der Vorranggebiete (beziehungsweise Eignungsgebiete) bei der Planung von WEA festgehalten wird und im Umkehrschluss außerhalb dieser Gebiete keine WEA errichtet werden. Das ist insbesondere wichtig, um im Rahmen einer artenschutzrechtlichen Ausnahmeprüfung die Alternativlosigkeit des Standortes nachweisen zu können [38]. Auch kann die Regionalplanung im Hinblick auf das Ziel der Bundesregierung, zwei Prozent der Landesfläche für die Windkraft zu reservieren [1] die konfliktärmsten Bereiche identifizieren, ohne dafür Schutzgebiete oder Erholungswälder in Anspruch nehmen zu müssen.

Nach Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts (vor allem Urteil vom 11.04.2013) ist bei der Planung von WEA explizit zwischen harten und weichen Tabuzonen zu unterscheiden. In harten Tabuzonen kommt aus tatsächlichen oder rechtlichen Gründen die Errichtung von WEA nicht in Frage (wie Flächen mit offensichtlich zu geringem Windangebot). Weiche Tabuzonen hingegen sollen nach dem Willen der planenden Kommune (oder Region) nicht für die Windenergie genutzt werden (so Sicherheitsabstände zu Natura-2000-Gebieten). Sie können aber einer erneuten Beurteilung im Rahmen einer Interessenabwägung – zwischen diversen



Windenergieanlagen im Lausitzer Seenland

öffentlichen Belangen und der Windenergienutzung – unterzogen werden. Per se scheiden weiche Tabuzonen daher nicht für die Nutzung durch Windenergieanlagen aus [39].

Im Hinblick auf Natur und Landschaft als Schutzgut plädiert der Landesverein Sächsischer Heimatschutz dafür, unter anderem folgende Bereiche von der Windkraftnutzung grundsätzlich auszusparen (jeweils zuzüglich eines angemessenen Abstandspuffers):

- Naturschutzgebiete,
- Nationalparke, Nationale Naturmonumente, Wildnisgebiete,
- Biosphärenreservate,
- Natura-2000-Gebiete (Fauna-Flora-Habitat-Gebiete/FFH, Europäische Vogelschutzgebiete/SPA),
- Landschaftsschutzgebiete,
- Feuchtgebiete internationaler Bedeutung,
- Grünes Band Deutschland,
- gesetzlich geschützte Biotope,
- Vorranggebiete und Vorbehaltsgebiete Natur und Landschaft,
- Schutzzone II und III von Naturparks,
- Kompensations- und Entwicklungsflächen für den Naturschutz,
- Gebiete mit besonderer Bedeutung für Fledermausarten,
- Abstandspuffer je nach Großvogelart um Horstplätze [1, 40],
- Waldflächen (gemäß Sächs. Waldgesetz),
- Vorrang- und Vorbehaltsflächen Kulturlandschaftsschutz wie historische Kulturlandschaften besonderer Eigenart (zum Beispiel vom Bundesamt für Naturschutz bestimmte »Bedeutsame Landschaften in Deutschland« [41]), regional bedeutsame landschaftsbildprägende Erhebungen, regional bedeutsame Aussichtspunkte,
- denkmalrelevante Bereiche und deren Umgebung, Sichtachsen zu Bau- und Gartendenkmälern sowie regional bedeutsame freiraumrelevante Kulturdenkmale.

8 Photovoltaik-Freiflächenanlagen



Photovoltaikanlage in der Nähe von Roßwein

Solare Energie wird entweder zur Wärmeproduktion in Solarthermie-Anlagen oder zur Stromerzeugung in Photovoltaikanlagen auf Dächern oder auf Freiflächen genutzt. Als technische Anlagen können Photovoltaik-Freiflächenanlagen die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild je nach Standort und Bauausführung erheblich beeinträchtigen. Aufgrund der Zubauziele für den regenerativ erzeugten Strom der aktuellen Bundesregierung, die sich unter anderem in dem am 10.2.2022 angekündigten sogenannten Solarbeschleunigungspaket, einer Offensive zum Ausbau der Agri-Photovoltaik, widerspiegeln, wird in Zukunft der Bedarf an Flächen in der freien Landschaft zu Errichtung von Photovoltaik-Anlagen steigen. Daher beschränkt sich dieses Kapitel auf Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Bereits heute können PV-Anlagen zeit-

weise an sonnigen Tagen über zwei Drittel des aktuellen Stromverbrauchs in Deutschland decken [42]. Ende 2021 waren zwei Millionen PV-Anlagen installiert. Zusammen erreichten diese eine installierte Nennleistung von 59 GW und deckten damit 9,1 % des Bruttostromverbrauchs, was wiederum einer Strombereitstellung von 51 TWh entspricht [42]. Der Bruttostromverbrauch schließt Netz-, Speicher- und Eigenverbrauchsverluste ein.

Photovoltaik-Freiflächenanlagen lassen sich zum einen unterteilen in die bisher weit verbreiteten niedrig aufgeständerten Moduleinheiten, die sogenannten Solarparks oder konventionellen PV-Freiflächenanlagen und zum anderen in Agriphotovoltaik-Anlagen (Agri-PV) [43]. Hier ist die gleichzeitige Nutzung einer Fläche für die landwirtschaftliche Produktion und Stromerzeugung durch Pho-

tovoltaik möglich. Erste Modellanlagen existieren bereits. Landwirtschaft wird hier unter hoch oder vertikal aufgeständerten Modulen betrieben. Einen aktuellen Erkenntnisstand zu Agri-PV-Anlagen, deren Bewirtschaftung, Wirkungen auf Natur und Landschaft, aber auch Genehmigungsrecht fasst zum Beispiel die Publikation »Agri-PV – Kombination von Landwirtschaft und Photovoltaik« [43] zusammen. Werden niedrig aufgeständerte Moduleinheiten auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Standorten errichtet, sind diese Flächen der Landwirtschaft entzogen. Sie werden in den Bebauungs- und Flächennutzungsplänen als Sondergebiet Photovoltaik ausgewiesen.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sah bis 2017 eine sehr eng gefasste Gebietskulisse für PV-Freilandanlagen vor. Im Wesentlichen waren dies Konversionsflächen, Seitenstreifen von Autobahnen und Schienenwegen oder versiegelte Flächen. Um bislang ungenutzte energiewirtschaftliche Potenziale für den notwendigen Ausbau der Solarenergie zu erschließen, wurde das EEG 2017 novelliert und unter anderem die sogenannte Öffnungsklausel (§ 37c, Abs. 2) eingefügt [44]. Sie ermöglicht den Bundesländern, ertragsarme landwirtschaftlich genutzte Flächen für die Errichtung von PV-Anlagen freizugeben. Der Freistaat Sachsen machte von dieser Klausel Gebrauch und öffnete landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete durch die Photovoltaik-Freiflächenverordnung. Sie trat am 2. September 2021 in Kraft [45].

Das Solarbeschleunigungspaket der Bundesregierung gestattet es, dass Agri-PV-Anlagen künftig auf allen Ackerflächen errichtet werden dürfen. Diese Anlagen können dann sowohl über das EEG als auch aus Mitteln der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) gefördert werden. Voraussetzung ist, dass die landwirtschaftliche Ertragseinbuße 15 Prozent nicht übersteigt. Allerdings sollen Schutzgebiete, Grünland, naturschutzrelevante Ackerflächen und Moorböden aus Gründen des Natur- und Klimaschutzes ausgeschlossen werden.

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz befürwortet den Ausbau von PV-Anlagen. Aus unserer Sicht werden allerdings zurzeit Flä-

chenkapazitäten im bebauten Bereich noch zu wenig ausgeschöpft. Vor allem industriell geprägte Gebiete, aber auch bereits versiegelte oder visuell vorbelastete Flächen wie das Umfeld von Autobahnen, Elektroenergie-Freileitungen, Biogasanlagen oder Verkehrsnebenflächen bergen ein großes Potenzial für den Zubau von PV-Anlagen. Des Weiteren befürworten wir die Errichtung von PV-Anlagen auf wirtschaftlichen oder militärischen Konversionsflächen sowie Dach- und Nebenflächen in industriell oder gewerblich genutzten Gebieten. Werden Dachflächen in Wohngebieten mit PV-Modulen versehen, sind unbedingt Denkmalschutzvorgaben zu beachten. Module können nur so ausgewählt und angebracht werden, dass sie sich in das traditionell gewachsene Ortsbild einfügen.

Für folgende Flächen lehnt der Landesverein Sächsischer Heimatschutz die Errichtung von PV-Freilandanlagen ab:

- Naturschutzgebiete, Nationalparke, Biosphärenreservate sowie Wasserschutzzonen I,
 - FFH-Gebiete, flächenhafte Naturdenkmale sowie besonders geschützte Biotope (§ 30 BNatSchG),
 - Kompensationsflächen für Eingriffe in den Arten- und Biotopschutz (Flächenpool),
 - denkmalrelevante Bereiche sowie Sichtachsen zu Bau- und Gartendenkmälern,
 - Bereiche mit landschaftsbildprägenden Kuppen oder Hängen sowie sonstige Landschaftsausschnitte mit einem sehr hohen landschaftsästhetischen Wert,
 - militärische Konversionsflächen mit besonderem naturschutzfachlichem Wert.
- In anderen sensiblen Gebieten sind nach unserer Sicht PV-Anlagen im Einzelfall möglich, wenn keine nennenswerten Beeinträchtigungen der Schutzgüter drohen und wenn besonders sorgfältig im Rahmen der Umweltprüfung (§ 2 (4) BauGB) Eingriffe und Ausgleich abgewogen werden. Das sind:
- Landschaftsschutzgebiete sowie unzerschnittene, störungsarme Gebiete sowie ökologische Korridore, aber auch Renaturierungsflächen und Bergbaufolgelandschaften,
 - Wasserschutzzonen II und III.

Auch wenn die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen nach der Sächsischen Photovoltaikfreiflächenverordnung nicht in Natura-2000-

Gebieten gestattet ist, sollte im Ausnahmefall bei festgestellter FFH- und SPA-Verträglichkeit eine Genehmigung möglich sein.

Konventionelle PV-Freiflächenanlagen sind keine privilegierten Anlagen nach § 35 Abs. 1 BauGB. Für die Genehmigung im Außenbereich gelten die Regelungen der Bauleitplanung. Von den Kommunen sind Bebauungspläne aufzustellen. Die Auswirkungen der PV-Freiflächenanlage auf Natur und Landschaft sind durch eine Umweltprüfung im Umweltbericht für sämtliche betroffenen Schutzgüter darzustellen (§ 1 (6) Nr. 7 BauGB). Übersteigt die Fläche zwei Hektar und damit 20 MW installierter Leistung, ist grundsätzlich eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Die Kommune muss die Fläche, auf der eine konventionelle PV-Freilandanlage errichtet werden soll, im Flächennutzungsplan als Sondergebiet darstellen. Dies erschwert bei Wegfall der Nutzung als PV-Freilandanlage die Nachnutzung der Fläche für eine gewerbliche oder anderweitige Zwecke. Der Genehmigungsprozess von Agri-PV-Anlagen ist zurzeit dem von konventionellen PV-Freilandanlagen gleichzustellen. Agri-PV-Anlagen benötigen eine Baugenehmigung analog zu konventionellen PV-Freiflächenanlagen. Da bei Agri-PV-Anlagen nicht die Stromerzeugung im Vordergrund steht, sondern eine landwirtschaftliche Mehrfachnutzung, werden aktuell Überlegungen angestellt, ob diese Anlagen als landwirtschaftlich privilegierte Anlagen im Außenbereich nach § 35 (1) Nr. 1 BauGB zugelassen werden können [43]. Im Flächennutzungsplan können diese Flächen weiterhin als Landwirtschaftsflächen festgesetzt sein. Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz sieht die Privilegierung von Agri-PV-Anlagen kritisch, wenn Belange wie Artenschutz und Landschaftsbild nicht genügend berücksichtigt werden.

Da die Planung von konventionellen PV-Freiflächenanlagen weitaus vielschichtiger ist, sollten Kommunen Planungshinweise für einen rechtssicheren und nachhaltigen Betrieb der PV-Freilandanlage zu Rate ziehen. Wir empfehlen die vom Bundesverband Neue Energiewirtschaft (bne) herausgegebene Checkliste zur guten Planung von PV-Freilandanlagen [46]. Die Kommunen sollten zudem mit dem Vorhabenträger einen Ver-

trag abschließen, der die Nutzungsdauer, Stromlieferung an die Kommune oder Anwohner, Ziele für die Flächenentwicklung und vor allem den verbindlichen und vollständigen Rückbau sowie die Gestaltung nach Auslaufen der Nutzungsdauer festlegt. Dabei ist eine Rückbaurücklage auf einem Treuhandkonto zu bilden – eine Maßnahme, die auch für Windenergieanlagen sinnvoll wäre. Bei der Planung und Gestaltung sind die Öffentlichkeit und die anerkannten Naturschutzvereine frühzeitig einzubeziehen. Idealerweise sollten die Anwohner finanziell an den Erträgen der PV-Anlage beteiligt werden, zum Beispiel durch Bürgerkraftwerke und andere Energieallianzen.

Bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind hauptsächlich bau- und anlagebedingte Wirkungen zu erwarten. Baubedingte Beeinträchtigungen treten nur temporär auf. Dazu zählen unter anderem der Verlust von Lebensräumen für Tiere und Pflanzen durch das Freimachen der Baufläche und die Baustelleneinrichtung, Bodenverdichtung durch Befahren sowie eine Störung empfindlicher Tierarten, wie durch Maschineneinsatz [47]. Anlagebedingt machen sich vor allem der Flächenverbrauch sowie die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes und damit die Herabsetzung der Erholungsfunktion der Landschaft bemerkbar [47]. Flächenanlagen bewirken visuelle Baukörperdominanzen, Silhouetteneffekte, Lichtreflexionen und technologische Überformungen der Landschaft. Daher sollten diese Belange bei der Eingriffs-Ausgleichsbilanzierung besonders beachtet werden. Durch die Aufständigung und den Abstand zwischen den Modulen sind bei konventionellen PV-Freilandanlagen die Bodenfunktionen weit weniger beeinträchtigt, als bei anderen Baumaßnahmen. Meist werden nur fünf Prozent der Fläche versiegelt. Das Mikroklima ist ebenfalls nur marginal beeinträchtigt. Allerdings können erosionsempfindliche Standorte unter Agri-PV-Anlagen durch das von den Modulen ablaufende Niederschlagswasser Schaden nehmen. Hier sind unbedingt Regenwasserauffangsysteme zu planen. Auswirkungen auf Flora und Fauna können durch die Verschattung und Austrocknung der Fläche, aber auch durch Barriere-Effekte und Verlust von Wanderungskorridoren durch feste, bodentiefe Einzäu-

nungen sowie aufgrund der Größe der genutzten Fläche auftreten [47].

Dem Landesverein ist es ein besonderes Anliegen, dass das Schutzgut Landschaftsbild im Umweltbericht besonders sorgfältig erfasst und die Auswirkungen bewertet werden. Daher empfehlen wir dafür die Planungshilfe des Kompetenzzentrums Naturschutz und Energiewende [48] anzuwenden. PV-Freiflächenanlagen sind gelungen in die Landschaft eingebunden, wenn die ästhetische Wahrnehmung nicht gestört wird, weiterhin Strukturen ablesbar sind, so auch die Landschaft hinter einer Freiflächenanlage. Beispiele zur landschaftsästhetischen Einbindung von PV-Freiflächenanlagen sind im Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt enthalten [49]. Im Hinblick auf das Landschaftsbild sind bei der Gestaltung Topographie und ortstypische Landschaftselemente zu berücksichtigen. Des Weiteren wird die negative Wirkung minimiert, wenn die Anlage in visuell vorbelastete Bereichen der Landschaft angelegt wird. Sinnvolle Positionierungen im Gelände sind zu wählen, wie Senken und Hangfüße. Hügel, Kuppen und Hänge sind dagegen zu meiden.

Auch die Modulhöhe ist an die Horizontlinie anzupassen. Eine Einrahmung durch Hecken oder andere Anpflanzungen wirkt sich auch positiv auf die Wahrnehmung aus. Hier sind gebietsheimische Sträucher und Bäume regionaler Provenienz zu verwenden. Entsteht eine Freilandanlage in Siedlungsnähe, ist ein Gutachten zur Blendwirkung der Module unabdingbar. Auch sollten Ortslagen nicht von PV-Freiflächenanlagen umzingelt werden. Absprachen zwischen den Gemeinden sind hier notwendig [48, 49, 50].

PV-Freiflächenanlagen stellen gemäß § 14 (1) BNatSchG i.d.R. einen Eingriff in den Naturhaushalt und das Landschaftsbild dar. Daher ist die Eingriffsregelung anzuwenden. Negative Auswirkungen sind zu vermeiden. Ist dies nicht möglich, sind sie in räumlicher und funktionaler Nähe zur Anlage zu kompensieren. Zudem ist in einer speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung nach § 44 (1) BNatSchG zu klären, ob und in welchem Umfang die Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 BNatSchG erfüllt sind. Die Artenschutzprüfung sollte um das später zu erwartende Arteninventar ergänzt werden. Entsprechend dieser Artuntersuchung sind die bauliche Gestaltung der Anlage auszurichten und der

Eine Photovoltaik-Freiflächenanlage, die gut in die Landschaft eingebettet ist



Pflege- und Entwicklungsplan aufzustellen. Während des Baues ist eine ökologische Baubegleitung unabdingbar, um die Brut- und Wanderungszeiten standortspezifischer Arten zu berücksichtigen. Amphibien und Reptilien lassen sich zum Beispiel durch Leit- zäune von der Baustelle periodisch abhalten. Ein betriebsbegleitendes Dauermonitoring sollte auch Teil der Genehmigung sein. Dadurch lassen sich der Erfolg von Pflegemaßnahmen überprüfen und gegebenenfalls nachsteuern. Die Monitoring-Ergebnisse sollten den Bürgern zugänglich gemacht werden, um Transparenz und Akzeptanz der Anlage zu steigern.

Werden oben genannte Best-Practice-Ansätze bezüglich Planung und Gestaltung umgesetzt, sind konventionelle PV-Freiflächenanlagen im Außenbereich nicht per se flächenfressende Zerschneidungselemente, die das Landschaftsbild zerstören und Lebensräume vernichten. Es kommt immer auf den einzelnen Fall, die Lage in der Landschaft, das Artvorkommen und weitere Randbedingungen an. Werden Mindestanforderungen bei der Gestaltung wie extensive Grünlandpflege (Mahd oder Beweidung mit Schafen) in den Zwischenräumen der Module, offene Zäune, eine Bepflanzung mit Hecken sowie die Anlage weiterer Strukturelemente wie Tümpel, Lesesteinhaufen oder Totholzinseln bei konventionellen PV-Freilandanlagen umgesetzt, bilden sie wertvolle Rückzugsräume für Insekten, Reptilien, Amphibien und Vögel. Kleine Anlagen wirken dann als Trittsteinbiotope, wohingegen größere Freiflächenanlagen zum Beispiel Brutvögeln Lebensstätten bieten können [50]. PV-Freilandanlagen leisten so durch ihre Oasenwirkung in intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen einen sinnvollen Beitrag zum Erhalt beziehungsweise zur Erhöhung der biologischen Vielfalt in unserer Kulturlandschaft. Ähnliches kann auch auf sorgfältig geplante Agri-PV-Anlagen zutreffen, wenn für den Ausgleich der Eingriffe in Natur und Landschaft kreative biotopbezogene Gestaltungsmaßnahmen gefunden werden.

Für die Gestaltung von konventionellen PV-Freilandanlagen bieten sich im Hinblick auf den Arten- und Biotopschutz unter anderem folgende Maßnahmen an [48, 50, 41]: Zäune

mit 15 bis 20 Zentimetern Abstand vom Boden sowie weitere Durchlässe für Kleintiere. Des Weiteren sollten modulfreie Flächen innerhalb der Solarparks als Trittsteinbiotope geplant und bei großflächigen Anlagen die Modulabstände zwischen den Reihen vergrößert werden. Wege innerhalb der Anlage und Ränder können naturschutzfachlich begründet gestaltet werden. Hier bieten sich beispielsweise Gehölzpflanzungen oder größere Stein-, Holzschnitt- und Sandhaufen an. Für Heidelerche oder Ödlandschrecken können Rohbodenflächen geschaffen oder erhalten werden. Eine Komplettmahd muss vermieden werden. Stattdessen sollte die Mahd insekten- und bodenbrüterfreundlich durch eine Staffelmahd mit späten erstem Schnitt gestaltet werden. Bestimmte Vegetationsstrukturen sind im jährlichen Wechsel zur Förderung von Hochstaudenfluren oder Teilerhalt abgeblühter Stauden, aber auch Überwinterungshabitate zum Beispiel für Schmetterlinge, zu erhalten. Selbstverständlich ist auf den Einsatz von Pestiziden, Herbiziden und mineralischem Dünger zu verzichten. Nester auf den Modulträgern müssen unbedingt in der Brutzeit erhalten werden und das Angebot an Nisthilfen unter den Modulen ist zu erhöhen. Des Weiteren können die Dächer der Trafostationen mit Staudenvegetation bepflanzt oder mit Kies abgedeckt werden. An Gebäudewänden können auch Nisthilfen für Vögel, »Insektenhotels« oder Fledermaus-Quartiere sowie Rankhilfen für Kletterpflanzen angebracht werden. Zur Umsetzung dieser erhöhten ökologischen Erfordernisse an Arten- und Biotopschutz ist ein Biodiversitäts-Management-Konzept sinnvoll.

9 Biomasse (Energiepflanzen)



Maisfelder können sich nicht nur auf die biologische Vielfalt auswirken, sondern auch Blickbeziehungen in die Landschaft beeinträchtigen.

Grüne Pflanzen nehmen Kohlendioxid aus der Luft sowie Sonnenenergie auf und wandeln diese über den Prozess der Photosynthese in Glukose, Zellulose und weitere Pflanzeninhaltsstoffe um. Das gebildete Pflanzenmaterial macht sich der Mensch auf vielfältige Weise zunutze, so als Nahrungs- und Futtermittel, als Baumaterial, aber auch für energetische Zwecke. Holz wird als Heizmaterial verwendet, Gräser und krautige Pflanzen sowie Gülle aus der Tierhaltung werden vergoren, um brennbares Biogas zu erzeugen. Hinzu kommt die Gewinnung von Kraftstoffen aus Ölpflanzen, insbesondere Raps. Während der Wald seit alters her Brennmaterial liefert, hat der umfangreiche Anbau von Energiepflanzen (sowie von Gehölzen in Form von Kurzumtriebsplantagen beziehungsweise KUP) auf dem Acker erst vor wenigen Jahrzehnten begonnen. Anders als Wind- und Solarenergie steht Biomasse stets zur Verfügung beziehungsweise kann gela-

gert werden, wodurch sich die hier hochgeschätzte Eigenschaft der Grundlastfähigkeit bei der Energieversorgung ergibt. Strom aus Biomasse kann also eingesetzt werden, um Zeiten zu überbrücken, die arm an Wind und/oder Sonneneinstrahlung sind.

Im Jahr 2020 wuchsen in Deutschland auf insgesamt rund 2,58 Mio. Hektar Rohstoffpflanzen (Tendenz seit 2014 etwa gleichbleibend). Rund 2,34 Mio. Hektar davon dienten dem Anbau von Energiepflanzen (entspricht etwa 18 % der gesamten Ackerflächen) und etwa 234 000 Hektar dem Anbau von Pflanzen zur stofflichen Nutzung (Industriepflanzen). Die Anbaufläche für Winterraps betrug 2020 mehr als 954 000 Hektar und die von Mais 866 000 Hektar [52].

Im Nationalen Biomasseaktionsplan (2009) waren als Ziele für das Jahr 2020 Anteile von Bioenergie an den erneuerbaren Energien von

10,9 % und am gesamten Bruttostromverbrauch von 8 % definiert worden, für den Wärmebereich wurde ein Anteil der Bioenergie in Höhe von 9,7 % am gesamten Endenergieverbrauch angestrebt [53]. Erreicht wurde 2020 ein Anteil der Bioenergie am Stromverbrauch in Höhe von 7,8 %. Bei 20,3 % des Stromes aus erneuerbaren Energien handelte es sich um Bioenergie [54]. Die installierte Leistung der Biomasseanlagen in Sachsen betrug im Jahre 2019 etwa 250 MW, erzeugt wurden etwa 1800 GWh Strom [55].

Die energetische Nutzung von Biomasse kann aus ökonomischer und energiepolitischer Sicht sinnvoll sein und – unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen – dem Klimaschutz dienen. Gleichwohl sind mannigfaltige unerwünschte Nebenwirkungen möglich, so im Hinblick auf Böden und Gewässer, die biologische Vielfalt und das Landschaftsbild. Im Fokus der Debatten zur Umwelt- und Naturverträglichkeit steht vor allem die Biogaserzeugung mit ihrem gewaltigen Flächenbedarf zur Bereitstellung des Energieträgers. Die bereits eingetretenen Folgen intensiver Landwirtschaft auf großen, monotonen Ackerflächen werden durch den Energiepflanzen-

anbau mit stark verengter Fruchtfolge, erhöhtem Dünger- und Pflanzenschutzmittel-Einsatz, Neigung zum Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen sowie zum Grünlandumbruch noch verstärkt. Die biologische Vielfalt kann beeinträchtigt werden und es kommt zum Verlust oder der Verminderung zahlreicher Ökosystemleistungen, einschließlich Kohlenstoffspeicherung. Die Treibhausgasbilanz (vor allem CO_2 , CH_4 und N_2O) des Energiepflanzenanbaus ist nicht per se positiv. Intensiver Feldbau, besonders auf Moorböden, setzt erhebliche Mengen an Treibhausgasen frei. Im Detail sind zahlreiche kritische Folgewirkungen des Biomassebooms zu beobachten [56, 57]:

- Defizite in den Humusbilanzen durch komplette Entnahme der Pflanzen für Ganzpflanzensilage,
- Bodenerosion infolge des hohen Flächenanteils der Hackfrucht Mais,
- Verengung der Fruchtfolgen und Dominanz von Mais in der Biogaserzeugung,
- Erhöhter Pflanzenschutzmitteleinsatz durch höheren Schädlingsbefall und Krankheitsdruck infolge der Konzentration auf wenige Fruchtarten,
- Herabgesetzte Hemmschwelle zum Anbau

Die Verwertung von Abfallstoffen wie Gülle ist sinnvoller als der Anbau von Pflanzen zur energetischen Verwertung: Biogasanlage an einem Agrarbetrieb in Beiersdorf (Oberlausitz)



gentechnisch veränderter Organismen (GVO), zum Beispiel Bt-(*Bacillus thuringiensis*)-Mais,

- Artenreiches Grünland geht weiterhin durch erhöhte Schnitthäufigkeit, Gülledüngung, mineralische Düngung und Gärrestausbringung verloren oder wird in Ackerland verwandelt,
- Flächen- und Nutzungskonkurrenzen mit dem Naturschutz: unter anderem durch Freigabe von Stilllegungsflächen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe (seit 2009), dadurch Wegfall von Rückzugsstandorten für Tier- und Pflanzenarten des Agrarraumes, sinkende Attraktivität von Agrarumwelt- und Vertragsnaturschutzprogrammen aufgrund der hohen Deckungsbeiträge bei Energiepflanzen,
- Nivellierung der landschaftlichen Vielfalt und Eigenart traditioneller agrarischer Kulturlandschaften durch großflächige Monokulturen von Mais und Raps, dadurch auch Beeinträchtigung ihres Erholungswertes und Erscheinungsbildes,
- Gefahr, dass Biogasanlagen und ihre Infrastruktur im ländlichen Raum als Industriebetriebe projektiert und errichtet werden und das Orts- und Landschaftsbild verunstalten,
- Angesichts des weltweit steigenden Bedarfs an Biomasse für die Nahrungs- und Futtererzeugung geht der Trend zur Ausweitung des Energiepflanzenanbaus zu Lasten der Ernährungssicherheit.

In Deutschland gibt es im Grunde keine überflüssigen agrarischen und forstlichen Produktionsflächen – zumindest nicht beim derzeitigen Ernährungs- und Verbrauchsverhalten. Wenn wir unsere Äcker für den Energiepflanzenanbau verwenden, müssen die Nutzungsintensität auf den verbliebenen Flächen erhöht und/oder Produkte importiert werden, so etwa Futtermittel aus Südamerika (Soja), wofür dort Primärwälder gerodet und Savannen umgebrochen werden. Gleiches ist beim zunehmenden Import von Palmöl aus Südostasien festzustellen [58].

Die globale Dimension unseres Biomassehungers führt zum sogenannten Landgrabbing. Das sind Aktivitäten, bei denen große Agrar- und Forstflächen dem jeweiligen nationalen Markt entzogen werden und oftmals als Spe-

kulationsobjekt dienen. Dies geschieht derzeit vor allem in Afrika, aber auch in Asien und in Lateinamerika [58].

Die Verhältnismäßigkeit der Biomassenutzung als Klimaschutzmaßnahme muss sehr differenziert betrachtet werden, denn es [...] können die im Rahmen der Förderung der energetischen Verwertung von Biomasse bewirkten Flächenerweiterungen von intensiv geführten Monokulturen drastischere Folgen für die Funktionsfähigkeit der Ökosysteme und die Artenvielfalt haben als die direkten Auswirkungen des Klimawandels, woraus sich die Forderung ergibt: *In Bezug auf die Biomasseproduktion sind [...] die Einführung strikter Standards für den Energiepflanzenanbau und die Identifikation naturschutzverträglicher Produktionsformen von großer Dringlichkeit* [59].

Im Hinblick auf Agrarflächen ist nicht allein von Belang, inwieweit dort Energiepflanzen (oder auch Rohstoff-, Nahrungs- und Futterpflanzen) produziert werden können, denn Felder, Wiesen (und Wälder) leisten viel mehr, scheinbar gratis, für die Allgemeinheit: Grundwasser bildet sich neu, Erdboden bleibt fruchtbar, wildlebende Pflanzen und Tiere finden Lebensräume. Abwechslungsreiche, artenreiche und ästhetisch ansprechende Agrarlandschaften vermitteln Lebensqualität und Heimatverbundenheit, bieten Möglichkeiten zu Entspannung, Erholung und Freizeitgestaltung und sie sind Quelle von Wissen, Erkenntnis und Innovation. Die auch auf Agrarflächen durch natürliche Prozesse erbrachten Ökosystemleistungen haben eine fundamentale Bedeutung für das menschliche Leben. Viele Arbeitsplätze, darunter in Land- und Forstwirtschaft, in der Fischerei, im Tourismus und im Gesundheitswesen, hängen von vielfältiger und intakter Natur und Kulturlandschaft ab [57].

Um der Bioenergie langfristig eine breite gesellschaftliche Akzeptanz zu sichern, sollte es künftig vorrangig darum gehen, naturverträgliche Verfahren zur Biomassebereitstellung zu fördern. Durch eine Harmonisierung von Förderpolitik, Genehmigungsrecht, Ordnungs-/Fachrecht und Raumplanung sind Umwelt- und Naturschutzbelange stärker zu gewichten [56].

Für eine umwelt- und naturverträgliche energetische Biomassenutzung hält der Landesverein Sächsischer Heimatschutz zahlreiche Maßnahmen zur Konfliktminderung beziehungsweise zur Sicherung konkreter Ökosystemleistungen oder der Schutzgüter Boden, Wasser, Klima, Luft, biologische Vielfalt und Landschaftsbild für geeignet und erforderlich. Viele dieser Anforderungen sind heute bereits in Gesetzen, Verordnungen sowie Regeln der (leider häufig nur unzureichend umgesetzten) »guten fachlichen Praxis« verankert [57]:

Maßnahmen zur Gewährleistung der Versorgungsleistungen

Die Kernaufgabe der Landwirtschaft ist die Erzeugung von Nahrungsmitteln. Dafür sollten auch die Rohstoffe aus dem eigenem Bestand der Agrarbetriebe kommen, sodass für die Energieproduktion vorrangig Nebenprodukte, Abfälle und Rückstände verwertet werden. Durch die Produktion von Energiepflanzen darf nicht der Nutzungsdruck auf die begrenzt verfügbaren Agrarflächen steigen und die Produktion von Nahrungsmitteln verteuert oder verdrängt werden.

Maßnahmen zur Gewährleistung der Regulationsleistungen

Die Maßnahmen-Palette ist so vielfältig, dass sie in drei Themenschwerpunkte untergliedert stichpunkthaft aufgelistet wird:

Zum Schwerpunkt

»Kohlenstoffspeicherung, Verminderung des Ausstoßes von Treibhausgasen in die Atmosphäre« zählen unter anderem:

- Sicherung einer tatsächlich positiven Klimabilanz vom Anbau bis zur Reststoffverwertung
- Verwertung organischer Reststoffe sowie von Biomasse aus der Landschaftspflege
- Kein Umbruch von Grünland (besonders von Feuchtgrünland oder Niedermooren)
- Vermeidung langer Transportwege mit ungünstiger Ökobilanz sowie von Emissionen bei Lagerung und Ausbringung der Biomasse (Gärreste)
- Betrieb von Biogasanlagen in Kraft-Wärme-Kopplung (Stromerzeugung und Wärmenutzung), um hohe Wirkungsgrade und eine hohe Treibhausgaseinsparung zu erzielen

Der Boden- und Gewässerschutz umfasst:

- Schließung der Nährstoffkreisläufe, vor allem durch maßvolle Düngung, Einbeziehung ausgebrachter Gärreste in die Nährstoffbilanz und Anpassung der Tierbestände an die Betriebsfläche
- Bevorzugung von Anbausystemen mit geringem Bedarf an Düngern und chemischem Pflanzenschutz (integrierter Pflanzenbau) sowie mit geringer Gefahr für Bodenerosion und -verdichtung (konservierende Bodenbearbeitung)
- Erhaltung einer ausgeglichenen standorttypischen Humusbilanz
- Vermeidung von Schadstoffanreicherungen in Böden sowie Nähr- und Schadstoffausträgen in Gewässer und andere Biotope
- Standortangepasster Anbau von stark wasserzehrenden Kulturen
- Keine Beregnung auf Feldern zur energetischen Biomasseproduktion
- Havariesicherer und umweltschonender Umgang mit Gärsubstraten

Der Biologischen Vielfalt (Biodiversität) dienen:

- Keine Beeinträchtigungen naturschutzfachlich wertvoller Gebiete oder ökologisch sensibler Standorte (zum Beispiel Moore, Hanglagen). Keine Umwandlung von Grünland in Ackerland
- Standortangepasste Anbauvielfalt: dreibis fünfgliedrige Fruchtfolgen und Begrenzung des Maisanteils
- Bevorzugung von Fruchtarten, bei denen in der Brutzeit (April-Juni/Juli) wenige Bearbeitungsgänge anstehen, die eine lockere Bestandsstruktur haben und ein reichhaltiges Nahrungsangebot für Wildtiere aufweisen, wie zum Beispiel Winter- oder Sommergetreide, Leguminosen
- Erntezeitpunkte auf die Lebensansprüche von Bodenbrütern, Niederwild und Ackerbegleitflora (Samenreife) abstimmen
- Herausnehmen staunasser Bereiche (in feuchten Jahren) aus der Bewirtschaftung sowie gezielter Nestschutz bei Vorkommen gefährdeter Brutvogelarten (Limikolen)
- Förderung mehrjähriger Kulturen (zum Beispiel Ackerfutter)
- Sparsamer Einsatz von Pflanzenschutzmitteln
- Kein Anbau gentechnisch veränderter Organismen oder invasiver Arten

- Beibehaltung kleiner Bewirtschaftungseinheiten, partiell extensive Produktion
- Einrichtung ökologischer Vorrangflächen (wie Hecken und Gehölze, Kleingewässer, Feuchtgebiete, unbefestigte Wege, Blühstreifen, Extensivgrünland, Streuobstwiesen, Pufferstreifen um sensible Gebiete) auf Agrarflächen generell
- Schaffung von Stilllegungsflächen (ein- und mehrjährige Brachen) sowie Streifen oder Inseln innerhalb der Schläge (schlaginterne Naturschutzbrachen), als Rückzugsräume, Reproduktionsstätten und Nahrungsquellen standorttypischer Arten
- Energetische Verwertung des Aufwuchses von Naturschutz- und Landschaftspflegeflächen

Maßnahmen zur Erhaltung der Kulturellen Ökosystemleistungen (unter anderem Landschaftsbild)

Auch zur Bewahrung von Landschaftsbild und landschaftlicher Eigenart sind großflächige Monokulturen (Mais, Raps, Getreide) zu vermeiden. Vorteilhaft sind das Belassen und die Neuanlage regionaltypischer Landschaftselemente, erweiterte Fruchtfolgen, standorts- und landschaftsangepasste Schlaggrößen. Neue Bioenergieanlagen sollten möglichst auf vorhandenen Gewerbe- und Industrieflächen oder auf den Wirtschaftshöfen der Agrarbetriebe errichtet werden. Bauliche Anlagen der Biomasseverarbeitung und -lagerung sind nach Höhe, Umfang und äußerer Gestaltung (Farbgebung, Eingrünung) dem Charakter des ländlichen Raumes und seinem Landschaftsbild anzupassen.

Eine Alternative zu anbauintensiven Energiepflanzen mit geringeren Konfliktpotenzialen für Natur und Landschaft bietet die Anlage von Gehölz-Kurzumtriebsplantagen (KUP) auf Ackerstandorten. Bei der Bereitstellung von forstlicher Biomasse, sei es als Scheitholz, Holzpellets oder als Holzhackschnitzel, oder auch beim speziellen Anbau schnellwachsender Baumarten, ist zu beachten, dass nicht alle theoretisch verfügbaren Holzmengen aus den Wäldern entfernt werden dürfen: So gehört Totholz zu den wichtigsten Lebensstätten von Organismen im Wald (wie Vögel, Insekten, Pilze) und ist Voraussetzung für Humusbildung und Entwicklung der nächsten Waldgeneration [56].

Während anfangs der Anbau von Energiepflanzen einen immensen Aufschwung erlebte, ist inzwischen die Euphorie einer nüchterneren Betrachtung gewichen. Kritische Punkte sind insbesondere die Flächenkonkurrenz zum Anbau von Nahrungs- und Futterpflanzen sowie ökologische Probleme. Zudem hat sich herausgestellt, dass der Beitrag von Biokraftstoffen zum Klimaschutz, unter anderem infolge der Freisetzung klimaschädlichen Lachgases, überschätzt wurde [52].

Auch ist die Energiebilanz einjähriger Energiepflanzen sehr ungünstig. Die effizientere Nutzung der Solarenergie eröffnet die Chance, den großflächigen Anbau von Energiepflanzen (insbesondere Mais, Raps) zur energetischen Biomassenutzung zurückzufahren und die hierdurch freiwerdenden Agrarflächen vorrangig zur Erreichung der Biodiversitätsziele zu nutzen [60].

Es wird in Deutschland ohnehin mit einem Rückgang der Erzeugungsleistung aus Biomasseanlagen in den kommenden Jahrzehnten gerechnet. Ein Weiterbetrieb von bestehenden Anlagen nach Ablauf der EEG-Förderung wird für viele Anlagen wirtschaftlich schwieriger zu bewerkstelligen sein. Auch aufgrund ihrer begrenzten Verfügbarkeit erscheint es fraglich, ob Biomasse weiterhin in der gleichen Größenordnung wie heute im Stromsektor eingesetzt wird. Stattdessen könnte sie als biogene Kohlenstoffquelle für industrielle Prozesse dienen, die auch mit fortschreitender »Energiewende« Kohlenstoff benötigen [9].

Die Nutzung von Reststoffen als Bioenergiequelle sollten weiterverfolgt werden. Zu Reststoffen zählt neben Dung und Gülle aus der Tierhaltung auch der Grünschnitt aus Grünanlagen- und Landschaftspflege. Kommunen entstehen jährlich hohe Kosten durch die Kompostierung oder das Material verrottet ungenutzt auf der Fläche, weil die Kosten einer Entsorgung zu hoch sind. Allerdings erhalten neue Biogasanlagen seit dem EEG 2014 keine zusätzliche Vergütung mehr für den Einsatz von Landschaftspflegematerial. Bei einer Novellierung des EEG sollte dies geändert werden [55].

10 Wasserkraft

In Deutschland werden etwa 20000 GWh Strom durch Wasserkraft pro Jahr erzeugt. Die größten Potenziale zur Wasserkraftnutzung befinden sich in den südlichen Bundesländern, da im Voralpenraum die Fließgewässer ein günstiges Gefälle haben. So produzieren Bayern und Baden-Württemberg über 80 % des erzeugten Wasserkraftstroms, Sachsen nur 0,01 % (193 Millionen kWh) [10, 61]. Aufgrund der Abflussverhältnisse eignen sich sächsische Flüsse fast nur für die Errichtung von Kleinwasserkraftwerken (< 1 MW), deren Betreibung bei dem geringen Beitrag für den Klimaschutz (0,5 Prozent des Stromverbrauchs, seit 2001 jährlich zwischen 35 und 43 TWh Strom) in besonderer Weise die Erhaltung naturnaher Fließgewässerstrecken gewährleisten muss [3, 62].

Wasserkraftnutzung hat in Sachsen eine jahrhundertlange Tradition, die mit dem Betrieb von Mühlen und im Zusammenhang mit der bergbaulichen Erschließung des Erzgebirges begann. Im Jahre 1882 produzierte erstmals in Sachsen eine Laufwasserkraftanlage in Olbernhau an der Flöha Strom. Bis heute werden zahlreiche Fließgewässer in Sachsen zur Energieerzeugung aus Wasserkraft herangezogen. Die leistungsstärkste Wasserkraftanlage in Sachsen ist mit einer Leistung von 5,6 MW an der Talsperre Kriebstein bereits seit 1929 in Betrieb [62].

Im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts nahm die Zahl der Anlagen besonders stark zu (zeitweise gab es etwa 3000), was dazu beitrug, dass die Strecken naturnaher und unverbauter Flussabschnitte in Sachsen deutlich zurückgingen. Mit der zentralen Stromversorgung und mit den veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nach 1945 verschwanden viele kleine Wasserkraftwerke. Um die Mitte des 20. Jahrhunderts war die Wasserkraftnutzung nahezu erloschen. Das änderte sich schlagartig nach 1990, als im Zuge zunehmender Förderung alternativer Energiegewinnung sowohl Altrechte früherer

Wasserkraftgewinnung ein begehrtes Handelsobjekt wurden als auch Neubauwünsche zunahmen. Zwischen den Jahren 1992 und 2000 stieg daher die Zahl von Wasserkraftwerken wieder auf etwa 250 an. Wurden im Jahre 1991 43 GWh Strom aus Wasserkraft gewonnen, so waren es 2009 bereits 271 GWh im (ohne Berücksichtigung der Eigennutzung von Energie aus diesen Anlagen) [3, 62].

Mit der Verschärfung des Wasserrechtes im Jahre 2004 und der höchstrichterlichen Bestätigung zum Umgang des Freistaates mit Altrechten ist in den folgenden 10 Jahren nur noch ein Anstieg auf etwa 320 Anlagen erfolgt. Im Jahr 2019 waren in Sachsen 334 Wasserkraftanlagen in Betrieb. Deren installierte Leistung betrug 90 MW. Die Stromversorgung belief sich auf rund 180 GWh. Grund für eine solche Verlangsamung waren auch die unübersehbaren Konflikte mit gewässerökologischen Grundforderungen, weil vielfach das Trockenfallen von Flussabschnitten und von Ausleitungsstrecken, das Fehlen von Fischaufstiegshilfen und nicht hinnehmbare Verluste an Fischen und Gewässerökosystemen zu strengen Kontrollen und Auflagen führten. Gleichzeitig erlegten die europäische Wasserrahmenrichtlinie und die FFH-Richtlinie allen Mitgliedsstaaten der EU neue Pflichten zur Erhaltung der Biodiversität und der Erreichung eines guten ökologischen Gewässerzustandes auf [3, 62].

Zweifellos hat Wasserkraftnutzung als regenerative und klimaschonende Energiequelle Vorteile gegenüber anderen Energiequellen, verursacht aber auch Eingriffe in natürliche Lebensräume und deren ökologische Funktionsfähigkeit. Ein erheblicher Konflikt besteht vor allem zwischen der Energieerzeugung mittels Kleinwasserkraftanlagen und der Erhaltung oder Wiederherstellung naturnaher Gewässerlandschaften sowie naturnaher, durchgängiger Fließgewässer.

Das Anstauen der Fließgewässer und die Ausleitung des größten Teils des Flusswas-

sers führen zu(r) [63, 64]:

- Umwandlung des Fließgewässers oberhalb des Wehrs in einen Teich,
- Unterbrechung des Flusslebensraums für wandernde Tierarten,
- Sedimentation und Faulschlammabildung vor dem Wehr (wodurch zum Beispiel Kieselsteine wie Barbe, Döbel und Salmoniden ihre Laichplätze verlieren),
- Erwärmung und Sauerstoffzehrung im Fluss, damit Änderung des Artenspektrums,
- monatelangem künstlichem Niedrigwasserspiegel zwischen Aus- und Wiedereinleitung,
- einer Lockströmung in Richtung Turbine, so dass mitschwimmende Tiere in großer Zahl am Schutzgitter oder in der Turbine verenden oder schwer verletzt werden.

Sachsen startete deshalb 2002 ein Programm zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit sächsischer Fließgewässer, insbesondere durch die Beseitigung störender, nicht mehr benötigter Querbauwerke. Das sächsische Wassergesetz fordert, die Anlagen durchgängig zu gestalten [3].

Die negativen ökologischen Auswirkungen –

eingeschränkte oder gar keine Durchgängigkeit der betroffenen Fließgewässer, Probleme für Natur- und insbesondere Artenschutz, Unvereinbarkeit mit Wasserrahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie – überwiegen eindeutig gegenüber einem ökonomischen Nutzen. Auch ist das Ausbaupotenzial der Wasserkraftnutzung weitestgehend ausgeschöpft, ähnlich wie in fast allen Bundesländern und den meisten Industrienationen weltweit. Für Sachsen wird das noch verfügbare Ausbaupotenzial im Wesentlichen in der Erhöhung der technischen Effizienz bestehender Anlagen gesehen [64].

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz vertritt die Position, dass die Erschließung neuer Standorte für die Wasserkraftnutzung kaum sinnvoll ist und dass beim Weiterbetrieb vorhandener und bei Genehmigungsanträgen neuer Wasserkraftanlagen die gewässerökologischen und naturschutzrechtlichen Anforderungen strikt eingehalten werden. So sind:

- naturnahe und noch unverbaute Flussabschnitte zu erhalten sowie ausreichende Mindestabflüsse zu gewährleisten,
- Wasserkraftanlagen und deren Querbauwerke durchgängig zu halten, so dass

Wasserkraftanlage an der Ruhlmühle bei Neustadt/Spree (Wiederinbetriebnahme in den Jahren 2002/2003)





Stauwehr mit Fischtreppe am Ketzerbach in Schieritz

Fische und andere aquatische Organismen gefahrlos flussauf- und -abwärts wandern können,
 – ineffiziente Kleinwasserkraftwerke zurückzubauen.

Bei Beurteilung und Umgang mit Stauanlagen sind neben energetischen und ökologischen auch weitere Aspekte beachtenswert, die eine Bewahrung rechtfertigen können. So stellen Mühlgräben vielerorts wertvolle Bestandteile der historisch gewachsenen Kulturlandschaft dar. Mühlen und alte Wehre können unter Denkmalschutz stehen. Aufgestaute Flussabschnitte dienen mitunter als Kanu-Trainingsstrecke (zum Beispiel an der Flöha) [65].

Generell muss zukünftig die Bewirtschaftung der Gewässer integrativ, unter Berücksichtigung der Auswirkungen aller Nutzungen im und am Gewässer, erfolgen. Belastungen der Fließgewässer durch bestehende Wassernutzungen, die den ökologischen Zustand beeinträchtigen, müssen in ihren Auswirkungen verringert werden.

Pumpspeicherwerke Eine Sonderform der Wasserkraftnutzung stellen Pumpspeicher-

(kraft)werke dar. Diese nehmen in nachfrageschwachen Zeiten ein Überangebot von elektrischer Energie aus dem Stromnetz auf und geben sie bei Spitzenlast wieder ins Netz ab. Mittels elektrischer Pumpen wird Wasser von einem Unterbecken in ein Oberbecken befördert. Bei der Rückumwandlung, also der Stromerzeugung, erfolgt ein gezieltes Ablassen des Wassers aus dem Oberbecken in das Unterbecken, so dass Turbinen zur Stromgewinnung angetrieben werden können. Pumpspeicherkraftwerke sind gegenwärtig die dominante Technik, um elektrische Energie in größerem Maßstab zu speichern. Jedoch bedeutet der Bau von Pumpspeicherkraftwerken einen gravierenden Eingriff in den Naturhaushalt (Artenvielfalt, Grundwasser) und ins Landschaftsbild. Da die Speicherbecken der ständigen Beanspruchung (zum Beispiel Erosion) durch wechselnde Wasserstände standhalten müssen, werden diese häufig betoniert oder asphaltiert, wodurch sich kein natürlicher Bewuchs bilden kann. Der häufige Wasserwechsel mit einer völligen Durchmischung verhindert auch das Einstellen einer naturnahen Gewässerlebewelt im Wasserkörper. Das 1979 ans Netz gegangene Pumpspeicherkwerk Markersbach (Erzgebirge) zählt zu den

größten in Deutschland und Europa [66]. In Sachsen gibt es kaum geeignete Standorte zur Errichtung weiterer Anlagen dieser Art. Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz tritt dafür ein, vor weiteren Überlegungen zu Neu-

bauprojekten, das stillgelegte Pumpspeicherkraftwerk Niederwartha (Dresden) zu reaktivieren, zumal dessen Wasserbecken auch der Naherholung und dem Naturschutz (Vogelrastgewässer) dienen.

11 Erdwärme (Geothermie)

Geothermie (Erdwärme) besitzt unter den erneuerbaren Energien (theoretisch) das größte Potenzial für die Strom- und Wärmeproduktion. Im eigentlichen Wortsinne ist Erdwärme nicht »erneuerbar«, sondern nach menschlichen Maßstäben als »unerschöpflich« zu bezeichnen. Das Geothermiekraftpotenzial übertrifft die von der Menschheit benötigte Energie um ein Vielfaches, ist jedoch nur schwer zu erschließen [67, 68].

Geothermie ist – wie Biomasse und Wasserkraft und im Unterschied zu Wind und Sonne – nicht nur Spitzen-, sondern auch grundlastfähig. Positiv ist auch ihr besonders geringer Flächenbedarf im Verhältnis zur Leistung. Daher kann sie im Energiemix der Zukunft eine wichtige Rolle spielen [67].

Allerdings ist ein Standort nach 15 bis 20 Jahren thermisch ausgenutzt und es dauert einige Dutzend Jahre, bis die Wärme im Untergrund nachgeströmt ist. Geothermiekraftwerke müssen daher nach einiger Zeit quasi umziehen und neu gebaut werden [68]. So lange lediglich so viel Energie entnommen wird, dass genügend Energie nachfließen kann, steht ein unabhängig von Witterung, Tages- oder Jahreszeit kontinuierlicher Energiestrom zur Verfügung. Das macht die Geothermie für eine nachhaltige Energieversorgung attraktiv [67].

Geothermie kann grundsätzlich für zwei Anwendungen genutzt werden – für die Stromgenerierung und zur Wärmegewinnung. Die Geothermie gliedert sich in die oberflächennahe Geothermie und die Tiefen-Geothermie. In Sachsen ergibt sich aufgrund des weit verbreiteten Altbergbaus zusätzlich das Potenzial

der thermischen Grubenwassernutzung [68]. Die oberflächennahe Geothermie nutzt teilweise die Sonnenenergie. Mit Wärmepumpen wird die (Niedertemperatur-)Wärme der oberen Erdschichten erschlossen, sei es durch Verlegung von Erdwärmekollektoren in wenigen Metern Tiefe oder durch Bohrungen in bis zu 100 Metern Tiefe. Da die Wärmepumpen in der Regel Strom benötigen, senkt das den Wirkungsgrad des Verfahrens deutlich [67, 68].

Die Tiefen-Geothermie wird von der Abwärme der Zerfallsprozesse natürlicher radioaktiver Stoffe sowie der Wärme bei der Entstehung der Erde gespeist. Je weiter man ins Erdinnere vordringt, desto höher steigt die Temperatur – um etwa 3 °C pro 100 Meter. In einer Tiefe von 3000 bis 5000 Metern werden in Deutschland etwa 100–200 °C erreicht [67, 68].

Im Segment der Tiefen-Geothermie (Bohrtiefe > 400 m) waren im Jahre 2020 in Deutschland 42 Anlagen in Betrieb, davon 30 Heizwerke, 3 Kraftwerke und 9 Heizkraftwerke (Wärme und Strom). Die installierte Wärmeleistung betrug 350 MW, die installierte elektrische Leistung 47 MW. Im Segment oberflächennahe Geothermie betrug die Anzahl der Anlagen mehr als 440 000, mit einer Leistung von etwa 4400 MW. Allein im Jahre 2020 wurden etwa 24 500 Anlagen (inklusive Grundwasser-Wärmepumpen) neu installiert (zum Vergleich: 2016 nur 12 500 Anlagen). Außerdem gab es im Jahre 2020 in Deutschland 168 Thermalbäder auf tiefeingeothermischer Basis [69].

In Sachsen wurden (Stand 12/2020) mittels oberflächennaher Geothermie 16 595 Erdwärmeanlagen mit einer installierten Gesamtleistung

tung von etwa 190 MW betrieben (vor allem mit Erdwärmesonden betriebene Anlagen, gefolgt von kollektor- und brunnenbetriebenen Anlagen). Damit werden einzelne Gebäude, Wohnanlagen, Bürokomplexe, Schwimmhallen und gewerbliche Flächen beheizt sowie mit Warmwasser und ggf. auch mit Kühlung versorgt. Auch befinden sich in Sachsen sieben geothermische Grubenwassernutzungen in Betrieb. Diese liegen alle in einem Tiefenbereich oberhalb von 400 m und können somit noch der Oberflächennahen Geothermie zugeordnet werden. Beispiele dafür sind die Reiche Zeche in Freiberg, das Schloss Freudenstein in Freiberg, eine Mittelschule in Ehrenfriedersdorf oder ein Schwimmbad in Marienberg [68].

Für hydrothermale Geothermie geeignete tiefliegende wasserführende Sedimentschichten treten in Sachsen nur in Tiefen bis etwa 2000 m im Nordosten des Freistaates auf. Die dort angetroffenen Wässer besitzen mit ungefähr 60 °C eine relativ geringe Austrittstemperatur und kommen für eine Stromerzeugung nicht infrage. Eine Stromgenerierung im sächsischen Grundgebirge ist nur über petrothermale Systeme denkbar [68]. Die Planungen für ein Geothermie-Kraftwerk (20 MW Wärme oder 5 MW Elektrizität) bei Aue-Bad Schlema wurden 2019 jedoch wegen zu hoher Kosten bei fragwürdiger Wirtschaftlichkeit eingestellt [70].

Die Nutzung der Erdwärme kann mehrere Umweltprobleme verursachen [67]:

- durch Grundwasserabsenkungen (infolge der Entnahme von Kühlwasser) und die damit verbundenen Naturschäden,
- durch die Emission von Dampfschwaden bei bestimmten Wetterlagen und
- durch die unter Umständen kritische Erwärmung des Grundwassers, die Verschlechterung der Grundwasserqualität (Bakterien, andere Lebewesen) sowie die Temperaturabsenkung und Austrocknung in/von Böden.

Geothermie muss Umweltschutz besonders in folgenden Bereichen berücksichtigen [67]:

- Schutz des Grundwassers – als Ressource und Ökosystem,
- Schutz des Bodens als Ressource,
- Naturschutz,
- Immissionsschutz.

Als ungünstig gelten Gebiete, wo eine hohe Wasserdurchlässigkeit des Gesteins vorliegt oder eine stockwerkartige Trennung von Wasser führenden Schichten durch eine Bohrung durchstoßen wird und nicht abgedichtet werden kann. Besonders kritisch, ja unzulässig, ist dies in Trinkwassereinzugsgebieten oder Heilwasser-Schutzzonen.

Wärmepumpen zum Heizen entziehen dem oberflächennahen Grundwasser und dem Boden Wärme und senken seine Temperatur um 4 bis 5 °C. Im Sommer dient das Grundwasser zur Kühlung und wird dabei um bis zu 10 °C erwärmt. Die ökologischen Folgen dieser Temperaturänderungen wurden bisher kaum untersucht. Laut Grundwasserrichtlinie 80/68/EWG und Wasserrahmenrichtlinie gilt der Eintrag von Wärme in das Grundwasser als Verschmutzung. Das Ökosystem Grundwasser reagiert sehr sensibel auf veränderte Milieubedingungen und regeneriert sich bei Störungen erheblich langsamer als oberirdische Ökosysteme. Die biologischen Stoffwechselprozesse im Grundwasser (zum Beispiel Abbau von Schadstoffen) sind von großer Bedeutung für den ökologischen Zustand und damit auch die Qualität des Grundwassers. Sie dürfen – auch aus Unwissenheit – nicht geschädigt werden [67].

Im Hinblick auf die Nutzung der Geothermie spricht sich der Landesverein Sächsischer Heimatschutz dafür aus:

- das nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie auch für Grundwasser geltende Verschlechterungsverbot sowie Vorgaben von Wasserschutz- und naturschutzfachlich wertvollen Gebieten einzuhalten,
- den Kühlwasserbedarf nicht aus dem Grundwasser zu decken, sondern mit Luftwärmepumpen zu kühlen,
- anfallende Abwärme zu Heizzwecken mit Nah- und Fernwärme zu nutzen, also eine möglichst hohe Ausnutzung der geothermischen Energie in Kraft-Wärme-Kopplung zu erreichen und die Gesamtenergiebilanz deutlich zu verbessern,
- bei Errichtung und Betrieb geothermischer Anlagen auch den Immissionsschutz (Lärm, Schadstoffe) zu berücksichtigen.

12 Zusammenfassung

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz misst der Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen eine Schlüsselstellung bei, um dem Klimawandel zu begegnen und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu vermindern.

Fußend auf den satzungsgemäßen Zielen des Vereins *die natürliche und geschichtlich gewordene Eigenart der sächsischen Heimat zu bewahren, ihre Natur zu schützen, ihre Landschaft verantwortungsvoll zu gestalten und ihre kulturellen Werte zu erforschen, zu pflegen und zu erschließen* und ausgehend von der aktuellen Situation im Themenfeld Energie – Klima – Umwelt werden aus Sicht des Landesvereins grundlegende Anforderungen an die Energie- und Klimapolitik dargelegt. So muss die Energiewirtschaft ökologisch, sozial und auch ökonomisch verträglich entwickelt werden, so dass sie dem energiepolitischen Ziel-dreieck Versorgungssicherheit, Klima/Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit Rechnung tragen kann. Zentral ist die Forderung, eine stabile Energieversorgung zu erschwinglichen Preisen bei größtmöglicher Schonung von Natur/Umwelt/Klima, speziell auch von wertvollen Natur- und Kulturlandschaften, zu gewährleisten.

Besonderen Wert legt der Landesverein auf die Berücksichtigung von Landschaften, insbesondere von naturnahen Landschaften und historisch gewachsenen Kulturlandschaften, als zu bewahrende, wertvolle Räume im Sinne des Erbegedankens und als Gegenstand konkreter Funktionen wie Naturerleben, Wohlfinden, ästhetische Schönheit, Wertschätzung und Erholung.

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz tritt dafür ein, dass für den Schutz der Biodiversität ebensolche Anstrengungen ergriffen werden wie für den Klimaschutz. Ein starker Naturschutz und naturbasierte Lösungen dienen dem Erhalt der Vielfalt an Arten und Ökosystemen, bewahren natürliche Kohlenstoffspeicher wie Feuchtgebiete/Moore, Wälder

und Grünland und verbessern die Anpassungsfähigkeit der Natur an den Klimawandel. Um Treibhausgasemissionen zu reduzieren, sind weitaus stärker jene Potenziale in allen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft zu nutzen, die sich mit den Stichworten Energieeinsparung und Effizienzsteigerung umreißen lassen.

Der Landesverein Sächsischer Heimatschutz fordert eine behutsame, räumlich geordnete, durch die Regionalplanung gesteuerte, naturverträgliche und landschaftsgerechte Erschließung des Windpotenzials in Sachsen. Er befürwortet den Ausbau der Photovoltaik, plädiert aber für die vorrangige Ausschöpfung von Flächenkapazitäten im bebauten Bereich (Dächer, bereits versiegelte oder visuell vorbelastete Gebiete). Der Anbau von Energiepflanzen sollte nicht ausgeweitet werden; umweltverträglicher ist die Nutzung von Reststoffen als Bioenergiequelle – neben Dung und Gülle aus der Tierhaltung auch der Grünschnitt aus Grünanlagen- und Landschaftspflege. Der Landesverein vertritt die Position, dass die Erschließung neuer Standorte für die Wasserkraftnutzung in Sachsen kaum sinnvoll ist und dass beim Weiterbetrieb vorhandener und bei Genehmigungsanträgen neuer Wasserkraftanlagen die gewässerökologischen und naturschutzrechtlichen Anforderungen strikt eingehalten werden. Im Hinblick auf die Geothermie (Erdwärme) spricht sich der Landesverein dafür aus, Belastungen des Grundwassers und Schäden an Wasserschutz- und naturschutzfachlich wertvollen Gebieten auszuschließen.

13 Literatur/Quellen

- [1] BMUV (2022): Beschleunigung des naturverträglichen Ausbaus der Windenergie an Land – Eckpunkt Papier des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. 4.4.2022.
- [2] BMUV (2021): Klima- und Energiepolitik der Europäischen Union. <https://www.bmuv.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaschutz/eu-klimapolitik>
- [3] Landesverein Sächsischer Heimatschutz e.V., Fachbereich Naturschutz/Landschaftsgestaltung (Hrsg.) (2012): Erneuerbare Energien. Grenzen der Energiewende für den Landschaftsschutz. Positionen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz. 12 S., Dresden (Bearb.: Mannsfeld, K., Slo-bodda, S., Wehner, W.)
- [4] Landesverein Sächsischer Heimatschutz e.V.: Satzung. [https://www.saechsischer-heimatschutz.de/files/heimatschutz/pdf/ueber%20uns/Satzung/%21%20Satzung_%20 Beitragsordnung_%20Mitgliederklärung_%202021.pdf](https://www.saechsischer-heimatschutz.de/files/heimatschutz/pdf/ueber%20uns/Satzung/%21%20Satzung_%20Beitragsordnung_%20Mitgliederklärung_%202021.pdf)
- [5] Günther, E (2018): Definition »Erneuerbare Energien« in Gabler Wirtschaftslexikon. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/erneuerbare-energien-53729/version-276797> (15.1.2022)
- [6] Paschotta, R (2022): »Erneuerbare Energie« im RP-Energie-Lexikon. https://www.energie-lexikon.info/erneuerbare_energie.html (15.1.2022)
- [7] Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (KBU) (2015): Schonung von Phosphor-Ressourcen aus Sicht einer nachhaltigen Bodennutzung und des Bodenschutzes. Positionspapier, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/schonung-von-phosphor-ressourcen-aus-sicht-einer> (15.1.2022)
- [8] Hennig, I (2021): Was der vorgezogene Kohleausstieg für Sachsen bedeutet. Sächsische Zeitung 30.11.2021; sowie Pressemitteilung 7.12.2020 Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e.V. (VDPM) und Bundesverband der Gipsindustrie e.V. (GIPS): Rohstoffversorgung mit Gips muss schon jetzt gesichert werden!
- [9] Wikipedia: Weltenergiebedarf: <https://de.wikipedia.org/wiki/Weltenergiebedarf> (15.1.2022)
- [10] Szenariorahmen zum Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2023. Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber (Stand 1/2022)
- [11] Weltenergieerat (2018): 2.2 Szenarien und Prognosen zur Entwicklung der Weltenergieversorgung. https://www.weltenergieerat.de/wp-content/uploads/2018/05/81040_DNK_Energie2018_Kap2.2.pdf. (15.1.2022)
- [12] T-Online-Nachrichten 13.07.2021: https://www.t-online.de/nachrichten/deutschland/innenpolitik/id_90437078/peter-altmaier-will-mehr-windraeder-und-stromtrassen-bauen.html (15.1.2022)
- [13] BDEW (2021): Installierte Leistung und Erzeugung 2020. [https://braunkohle.de/wp-content/uploads/2019/04/Braunkohlenkraftwerk-Boxberg.pdf](https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/installierte-leistung-und-erzeugung/sowie: LEAG (2021): Braunkohlenkraftwerk Boxberg. <a href=)
- [14] Lange, S (2021): Autopapst Dudenhöfner: Ohne Atomstrom fehlt es E-Autos an Antrieb.- Augsburgs Allgemeine, 29.11.2021
- [15] Umweltbundesamt (2022): Primärenergiegewinnung und -importe. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/primärenergiegewinnung-importe> (20.2.2022)
- [16] Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP), S. 38, 56
- [17] Habeck, R, Graichen, P (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022): Pressekonferenz zur »Eröffnungsbilanz Klimaschutz« 11.2.2022. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Videos/2022/20220111-eroeffnungsbilanz-klimaschutz/20220111-eroeffnungsbilanz-klimaschutz-in-der-bpk.html> (20.2.2022)
- [18] Lindinger, M (2021): Frischer Wind für die Stromnetze. FAZ 12.8.2021
- [19] Luick, R, Rothstein, B (2012): Bemerkungen zur Energiewende und zu einer neuen Energiewirtschaft.- Mitteilungen des Arbeitskreises deutscher Bildungsstätten e. V. 43(1), 14–24
- [20] dpa-infocom (2022): Zustimmung zu Kohleausstieg sinkt wegen hoher Energiepreise. Süddeutsche Zeitung 3.2.2022
- [21] Moeritz, B. (2022): Sachsen wollen doch Ökostrom. Sächsische Zeitung 12./13.3.2022
- [22] Wöbse, HH (2000): Die Sicherung kulturlandschaftlicher Kontinuität – eine Aufgabe der Landespflege. In: Behm, H. (Hrsg.): Kulturelles Erbe – Landschaften im Spannungsfeld zwischen Zerstörung und Bewahrung. 2. Aufl., Univ. Rostock, S. 7–16
- [23] COM (2020): EU-Biodiversitätsstrategie für 2030. Brüssel
- [24] Böttner, S., Ammermann, K, Peters, W (2021): Umweltministerin warnt vor dramatischer Artenkrise. Zeit online 18.12.2021
- [25] BfN-Fachgespräch: »Wege zu natur- und landschaftsverträglichen Flächen(zielen) für die Windenergie«. Online-Veranstaltung am 22. 11. 2021
- [26] Flade, M (2012): Von der Energiewende zum Biodiversitäts-Desaster – zur Lage des Vogelschutzes in Deutschland. Vogelwelt 133: 149–158
- [27] Bündnis 90/Die Grünen. Fraktion im Sächsischen Landtag (Hg., 2014): Sachsens Natur bewahren! Eine Biodiversitätskonzeption – 2012 bis 2014 erarbeitet von 65 Naturschutzpraktikern in Sachsen. S. 109
- [28] Agora Energiewende (2022): Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2021. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2022. <https://www.agora-energieende.de> (15.1.2022)
- [29] Steingart, G (2021): Morning Briefing: Die Mobilitäts-wende ist eine Wende zum Schlechteren. Web.de-Magazin 13.10.2021: <https://web.de/magazine/politik/morning-briefing-mobilitaetswende-wende-schlechteren-36253556> (10.2.2022)
- [30] EU-Gebäuderichtlinie (2021). <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/regelwerke/die-eu-gebaeueurichtlinie-675080> (20.2.2022)
- [31] Sperveslage, G (2019): Die Klimabilanz der Digitalisierung am Beispiel digitaler Publikationen.- Hochschule Trier
- [32] Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2014): Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Kurzbericht für Entscheidungsträger. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig
- [33] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Informationsportal Erneuerbare Energien. <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Home/home.html> (18.2.2022)
- [34] Erneuerbare Energien (Magazin 28.11.2021): Mieses Zeugnis für Sachsen bei erneuerbaren Energien. <https://www.erneuerbareenergien.de/windenergie/mieses-zeugnis-fuer-sachsen-bei-erneuerbaren-energien>
- [35] Themenheft »Windenergie und Naturschutz« (2017): Bibliographie von Sprondel, NF, et al. -Naturschutz und Landschaftsplanung 49(2), 36–79
- [36] Wehner, W (2001): Wohin mit den Windrädern? Windenergienutzung und Naturschutz im Freistaat Sachsen, Mitteilung des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz 3/2001 S. 40–50

- [37] MDR Wissen (2021): Sachsen ist vergleichsweise ungeeignet für Windkraftanlagen. 22.8.2021. <https://www.mdr.de/wissen/klima/potenzielle-flaechen-fuer-windkraft-in-sachsen-102.html>
- [38] Krüger, J-A, Habeck, R, Krischer, O (Bündnis 90 – Die Grünen, NABU) (2020): Maßnahmenvorschläge zur Beschleunigung des naturverträglichen Ausbaus der Windenergie an Land. 5.12.2020. <https://www.gruene.de/artikel/massnahmenvorschlaege-zur-beschleunigung-des-naturvertraeglichen-ausbaus-der-windenergie-an-land>
- [39] Windbranche.de (2014): Erneutes Urteil: Windenergie-Planung muss zwischen harten und weichen Tabuzonen differenzieren. <https://www.windbranche.de/news/nachrichten/artikel-25662-erneutes-urteil-windenergie-planung-muss-zwischen-harten-und-weichen-tabuzonen-differenzieren>
- [40] LAG VSW – Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2015): Abstandsempfehlungen für Windenergieanlage zu bedeutsamen Vogel Lebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten (Stand April 2015). – Berichte zum Vogelschutz 51: 15-42. http://www.vogelschutzwarten.de/downloads/lagvsw2015_a_bstand.pdf (1.2.2022)
- [41] Schwarzer, M, Mengel, A, Konold, W, Reppin, N, Mertel-meyer, L, Jansen, M, Gaudry, KH, Oelke, M: (2018): Bedeutsame Landschaften in Deutschland: Gutachtliche Empfehlungen für eine Raumauswahl, Band 1 und 2, BfN-Schriften 516 und 517, Bonn. <https://www.bfn.de/bedeutsame-landschaften-deutschland> (15.2.2022), sowie: Bastian, O. (2019): Bedeutsame Landschaften in Sachsen. Mitteilungen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz e.V., Heft 2/3, S. 62-74
- [42] Wirth, H (2022): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fraunhofer ISE, Fassung vom 04.02.2022. <http://www.pv-fakten.de> (24.2.2022)
- [43] Gerhards, C, Schubert, L, Lenz, C, Wittmann, F, Richter, D., Volz, B., Pommer, R., Jäkel, K., Meltzer M (2022): Agri-PV – Kombination von Landwirtschaft und Photovoltaik, Schriftenreihe des Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 1/2022. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/39194/documents/60292> (23.2.2022)
- [44] EEG – Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien. https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/ BJNR106610014.html (25.5.2021)
- [45] Photovoltaik-Freiflächenverordnung vom 2. September 2021 (SächsGVBl. S. 870). <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/19326-Photovoltaik-Freiflaechenverordnung> (24.2.2022)
- [46] bne – Gute Planung. https://www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/bne-inhalte/20-09-08_bne_Gute_Planung_PV-Freilandanlagen.pdf (25.5.2021)
- [47] Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende – KNE (2020): Anfrage Nr. 237 zu Auswirkungen (vertikaler) Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Natur- und Artenschutz. Juni 2020. https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/20200622_KNE-Antwort_WR_237_vertikale-PV-FFA_aktualisiert_.pdf (19.1.2022)
- [48] Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende – KNE (2020): Auswirkungen von Solarparks auf das Landschaftsbild. Methoden zur Ermittlung und Bewertung, Berlin
- [49] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg., 2014): Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, Augsburg
- [50] Peschel, R, Peschel, T, Marchand, M, Hauke, J (2019): Solarparks – Gewinne für die Biodiversität, Studie im Auftrag des Bundesverbandes Neue Energiewirtschaft (bne) e.V., Berlin
- [51] Tröltzsch, P, Neuling, E (2013): Die Brutvögel großflächiger Photovoltaik-Anlagen in Brandenburg. Die Vogelwelt Bd. 134 3/2013
- [52] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2022): <https://www.fnr.de/nachwachsende-rohstoffe/nachwachsende-rohstoffe-im-ueberblick> (10.2.2022)
- [53] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU, 2009): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland. <http://www.biomasse-nutzung.de/wp-content/bilder/Nationaler-Biomasseaktionsplan.pdf> (10.2.2022)
- [54] Bundesverband Bioenergie e.V. (2022): Strom. <https://www.bioenergie.de/themen/strom> (10.2.2022)
- [55] Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2019): Energieversorgung in Sachsen
- [56] Luick, R, Rothstein, B (2013): Bioenergie im Kontext der Energiewende – eine energiepolitische Reflexion.- In: Biodiversitätsziele bei der energetischen Waldholznutzung als Beitrag zur Nachhaltigkeit (Hrsg: Hennenberg, K, Margraff, V, Luick, R, Stein, S). BfN-Skripten 330, 17-39
- [57] Internationales Begegnungszentrum St. Marienthal (IBZ) und Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR)(Hrsg., 2013) Nachhaltige Nutzung von Energiepflanzen für eine regionale Entwicklung im Landkreis Görlitz. Ein Handlungsleitfaden. Redaktion: Fleischer, B, Syrbe, R-U, Bearbeiter: Bastian, O, Denner, M, Fleischer, B, Frommhagen, K, Grunewald, K, Neitzel, H, Lupp, G, Schlaefke, N, Starick, A, Steinhäuser, R, Syrbe, R-U, Tröger, M, Uckert, G, Zander, P. http://www.nachhaltiges-landmanagement.de/uploads/txt_t3documents/00100-Lupp_et_al_Handlungsleitfaden_LÖ-BESTEIN_2013.pdf (10.2.2022)
- [58] Biologische Vielfalt in Deutschland. Rechenschaftsbericht 2017 der Bundesregierung zur Umsetzung der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Vom Bundeskabinett beschlossen am 2.8.2017
- [59] Bundesamt für Naturschutz (Hrsg., 2008): Vilmer Thesen zum Naturschutz im Klimawandel. Autoren: Ott, K, Eppe, C, Korn, H, Piechocki, R, Potthast, T, Voigt, L, Wiersbinski, N.
- [60] NABU Brandenburg (2020): Photovoltaik-Anlagen als Teil der Energiewende. https://brandenburg.nabu.de/imperia/md/content/brandenburg2/2020-12-nabu_brandenburg_photovoltaikanlagen_als_teil_der_energiewende.pdf (10.2.2022)
- [61] Umweltbundesamt (2022): Nutzung von Flüssen: Wasserkraft; <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluessse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft#stromproduktion-aus-wasserkraft-in-deutschland> (16.2.2022)
- [62] Kraus, U, Kind, O, Spänhoff, B (2011): Wasserkraftnutzung in Sachsen – aktueller Stand und Perspektiven.- Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 11 Block B1
- [63] NaSa e.V. (2022): Wasserkraft. Standpunkte. <https://www.naturschutzverband-sachsen.de/standpunkte/wasserkraft> (16.2.2022)
- [64] NABU Sachsen (2022): Wasserkraft. <https://sachsen.nabu.de/umweltundressourcen/energie/wasserkraft/index.html> (16.2.2022)
- [65] Wasserkraftverband Mitteldeutschland e.V. (2022): Wissenswertes zur Wasserkraft: <http://www.wasserkraftverband.de/pages/wissenswertes-zur-wasserkraft.php> (16.2.2022)
- [66] Pumpspeicherkraftwerk. Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Pumpspeicherkraftwerk> (29.6.2022); Pfeiffer, J, Röpke, L, Lippelt, J (2010): Kurz zum Klima: Pumpspeicherwerke – bewährte Technologie für eine grüne Zukunft? - ifo Institut für Wirtschaftsforschung München. Ifo Schnelldienst 63, Nr. 16, 44-46. <https://www.ifo.de/publikationen/2010/aufsatz-zeitschrift/kurz-zum-klima-pumpspeicherwerkebewaehrte-technologie-fuer> (29.6.2022)
- [67] BUND (2007): Strom und Wärmeerzeugung aus Geothermie - Anforderungen an die Produktionsprozesse aus ökologischer Sicht. BUNDpositionen 2007. <https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/strom-und-waermeerzeugung-aus-geothermie/> (26.2.2022)
- [68] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG, 2022): Geothermie: Erdwärme zum Heizen und Kühlen. <http://www.geologie.sachsen.de/geothermie-erdwaerme-zum-heizen-und-kuehlen-27211.html> (20.2.2022)
- [69] Bundesverband Geothermie (2020): <https://www.geothermie.de/geothermie/geothermie-in-zahlen.html> (20.2.2022)
- [70] energate messenger GAS & WÄRME (2019): Aus für Geothermie-Kraftwerk in Sachsen. <https://www.energate-messenger.de/news/194914/aus-fuer-geothermie-kraftwerk-in-sachsen> (20.2.2022)



Angestaute Wesenitz, oberhalb der Lochmühle im Liebethaler Grund